

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE EL HADJ LAKHDAR-BATNA
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MEMOIRE

Présenté par : M^{elle} ZITOUNI Wassila

Pour l'obtention du diplôme de Magister en Sciences Agronomiques

Option : Gestion durable des écosystèmes forestiers

Sujet :

**Croissance et productivité d'un Taillis de chêne
vert à la lisière de la pinède Ain Mimoun –
Massif d'Ouled yagoub**

Le jury:

Mr OUDJEHIIH B.
Mr BENTOUATI A.
Mr ALATOU D.
Mr KAABECHE M.
Mr BELBAHRI S.

Professeur Université de Batna
M.C (A) Université de Batna
Professeur Université de Constantine
Professeur Université de Sétif
M.C (B) Université de Batna

Président
Rapporteur
Examineur
Examineur
Invité

Année Universitaire : 2009 - 2010

REMERCIEMENTS

Il m'est agréable au terme de ce modeste travail, d'adresser mes vifs remerciements à tous ceux qui ont contribué à sa réalisation.

J'exprime ma profonde reconnaissance à Monsieur **A.BENTOUATI**, Maître de conférences « A » à l'Université de Batna qui, malgré ses multiples responsabilités, a bien voulu accepter de poursuivre la direction de ce travail et me faire bénéficier de sa grande expérience en ce domaine, pour sa constante disponibilité, ses précieux conseils, ses corrections enrichissantes, je le remercie vivement.

J'adresse mes sincères remerciements à Monsieur **B.OUDJEHIIH** Professeur à l'Université de Batna, qui ma fait l'honneur de présider mon jury, et c'est un honneur pour moi qu'il juge ce travail.

Mes vifs remerciements vont aussi à Monsieur, **D.ALATOU**, Professeur à l'Université de Constantine pour avoir accepté de juger ce travail, malgré ses lourdes responsabilités.

Je tiens également à remercier Monsieur, **M.KAABECHE**, Professeur à l'Université de Sétif, d'avoir accepté de siéger à mon jury.

Mes remerciements s'adresse aussi à Monsieur, **S.BELBAHRI**, Maître de conférences « B » à l'Université de Batna d'avoir accepté notre invitation d'être membre de ce jury pour juger mon travail.

Je ne saurais oublier de remercier mes amis(e) et collègues de la **PEPINIERE** de KAIS ; Directeur, agents et chauffeurs qui, chacun dans son domaine a su m'apporter sa contribution, qu'ils me pardonnent de ne pas tous les nommer ; la liste serait longue.

Mes vifs remerciements vont aussi à tous le Personnel Des Services Forestiers à travers la Circonscription d'El HAMMA pour leur bienveillante collaboration.

Mes remerciements vont également à ma très chère amie **NADIA.K** ; les multiples souvenirs partagés lors des années de formation resteront longtemps gravés dans ma mémoire.

Un grand merci à Monsieur, **NOUREDDINE.M**, pour l'intérêt qu'il a accordé à mon travail et plus particulièrement pour sa précieuse aide morale surtout.

Je ne saurais oublier de remercier ; M^{elle} **Lilya. N** Chargé de cours à l'Université de Batna et Monsieur **MALKI. H** Docteur à l'université de Batna pour leurs aide, et conseils avisés.

Aucun mot ne saurait exprimer ce que je dois à ma famille ; **Parents, Sœurs et Frères** pour leur dévouement et leurs soutiens durant toutes ces années.

SOMMAIRE

Introduction	01
---------------------------	-----------

CHAPITRE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I- Généralités sur le chêne vert	03
I.1- Aperçu taxonomique et biologique	03
I.2- Biogéographie et répartition du chêne vert	03
I.3- Phénologie du chêne vert	06
I.4- Contexte écologique et potentialité	07
I.5- Utilisation des chênaies vertes	09
I.6 – Résistance aux contraintes du milieu	10
II- La biomasse	12
II.1- La biomasse forestière	12
II.1.1- Rappels succincts	12
II.1.2- Méthodes d'estimation de la biomasse	12
II.1.3- Les modèles de l'estimation de la biomasse	13
II.2- Modélisation de la croissance	14

CHAPITRE II : METHODES

I- Situation et caractéristiques de la zone d'étude	16
I.1 – Le climat de la région	18
I.2- Synthèse climatique	19
I.3-Géologie et pédologie	23
I.4- La végétation	24
II- Méthodes	25
II.1- Récoltes des données sur terrain	25
II.2- Variables dendrométriques	26
II.3- Variables pondérales	26
II.4- Les variables transformés	26

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

1- Caractéristiques dendrométriques des brins échantillonnés	30
2- Modèle ajusté du volume des brins	31
3- Tarif biomasse de brin	32
4- Tarif biomasse feuilles	34
5- Relation entre le volume du brin et son poids	34
6- Production moyenne en biomasse	35
7- Croissance de la hauteur dominante	38
7.1. Détermination des classes de fertilité	39

7.2- Courbes de fertilité	40
8. Modèle de croissance en biomasse	41
9- Modèle de gestion des taillis	42
Conclusion	44

ANNEXES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

INDEX DES TABLEAUX

Tableau n°	Titres	Page
Tableau n° 01	Répartition des superficies forestières par essence (B.N.E.F., 1984)	04
Tableau n° 02	Subdivision biogéographique de l'Algérie du nord d'après QUEZEL et SANTA (1962-1963) et BARRY et al. (1976)	04
Tableau n° 03	Type de vocation dans la forêt d'Ouled yagoub	16
Tableau n° 04	Présentation des précipitations et des températures moyennes mensuelles de la période (1983 – 2008).	19
Tableau n° 05	Caractéristiques bioclimatiques de la station	21
Tableau n° 06	Les caractéristiques physique et chimique du sol du site étudié	23
Tableau n° 07	Caractéristiques dendrométriques des brins échantillonnés	31
Tableau n° 08	Paramètres statistiques descriptifs	36
Tableau n° 09	Tableau récapitulatif des résultats	36
Tableau n° 10	Les classes de croissance et leurs caractéristiques	40

INDEX DES FIGURES

Figure n°	Titres	Page
Figure n° 01	Aire de répartition du chêne vert en Algérie	05
Figure n° 02	Carte de situation du massif des Ouled yagoub	17
Figure n° 03	Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls. (Station météorologique El-Hamma. 1983-2008)	19
Figure n° 04	Quotient pluviométrique d'Emberger durant la période 1983-2008	22
Figure n° 05	Vue général du taillis dans le massif O. yagoub	24
Figure n° 06	Structure de l'échantillon brins	30
Figure n° 07	Distribution du volume des brins en fonction des circonférences	32
Figure n° 08	Distribution du poids sec des brins en fonction des circonférences	33
Figure n° 09	Distribution du poids sec des feuilles en fonction des circonférences	34
Figure n° 10	Distribution du poids sec du brin en fonction du volume	35
Figure n° 11	Croissance en hauteur avec l'âge de taillis	38
Figure n° 12	Faisceaux de courbes de fertilité	40
Figure n° 13	Modèle de croissance de la biomasse avec l'âge du taillis	41

INTRODUCTION

Le chêne vert occupe une place importante au niveau du bassin méditerranéen, notamment dans sa partie occidentale. Sa prépondérance au niveau sein de la végétation méditerranéenne a amené certains botanistes à utiliser son aire de répartition ou celle des associations qui lui sont liées (**ROL, 1968 in DAHMANI, 1997**), pour délimiter la région méditerranéenne. Il est particulièrement abondant en Afrique du nord, notamment au Maroc et en Algérie où il constitue avec le Pin d'Alep l'une des essences majeures du patrimoine forestier.

Dans ce vaste territoire qui représente son aire, le chêne vert constitue des formations assez variées allant des forêts (futaies sur souche) très souvent délictuelles, aux taillis plus répandus dans l'Atlas tellien et l'Atlas saharien. Sa vaste amplitude écologique lui permet de constituer des formations mixtes avec la plupart des espèces forestières, des plus thermophiles (chêne liège) aux plus alticoles (cèdre) et des plus xérophiles (pin d'Alep) aux plus mésophiles (chêne zeen). (**DAHMANI, 1997**).

Les nouvelles orientations mondiales pour la conservation de la biodiversité et le développement durable des écosystèmes ont amené les forestiers à réviser leur conception de la valeur des essences et à se pencher davantage sur leur intérêt écologique (**DAHMANI, 1997**).

Les recherches sur les potentialités de croissance des taillis de chêne vert sont en nombre de plus en plus élevé (**CANNEL, 1982 ; PARDE, 1980**). A cela plusieurs explications peuvent être apportées : utilisation dans un but énergétique d'une ressource naturelle renouvelable, mobilisation d'une production délaissée, enfin pour des raisons plus scientifiques : le modèle de croissance des rejets de souche est une particularité intéressante du monde végétal.

En Algérie, l'accroissement de l'impact anthropique lié à l'importante explosion démographique que connaît le pays, associé à la péjoration climatique de ces dernières décennies et aux mauvaises méthodes d'aménagement (**LE HOUEROU, 1991, ROGNON, 1994 in DAHMANI, 1997**) ont entraîné une régression inquiétante du patrimoine forestier ; Le chêne vert représente l'une des espèces qui ont payé la plus lourde tribut au regard du faible intérêt économique qu'il a toujours représenté pour les gestionnaires malgré son importance indéniable au niveau rural (chauffage, confection d'abris, clôtures, cuisson des aliments ...)

Les connaissances fondamentales sur le fonctionnement des écosystèmes, passent nécessairement par l'évolution de la biomasse totale de ces différents constituants. De plus dans le contexte actuel de "crise" de l'énergie, l'utilisation de la forêt semble intéressante. Les produits du bois peuvent être employés sous diverses formes ; bois, particules, pâtes, fibres, produits chimiques divers, énergie (**AUCLAIR et METAYER, 1980**). Dans le domaine forestier, la biomasse est utilisée pour évaluer la production biologique des écosystèmes. Pour mettre ces produits en valeur on fait appel aux différentes sciences forestières notamment la sylviculture qui s'oriente vers des approches quantitatives globales de l'étude des liaisons entre les facteurs du milieu et la production en matière ligneuse (matière sèche) (**M'HIRIT, 1982**). Les facteurs dendrométriques restent le moyen d'investigation le plus adéquat dans la prévision de la productivité en biomasse.

Les travaux de recherche sur la productivité du chêne vert sont rares, et n'expliquent pas suffisamment les mécanismes qui interviennent dans la caractérisation de la productivité et la variabilité. Ce manque d'informations constitue un handicap quand il s'agit d'évaluer correctement une espèce forestière (**BENTOUATI, 2006**).

L'objectif de ce travail vise principalement l'évaluation de la production en biomasse du taillis du chêne vert dans un taillis à la lisière du massif Ouled yagoub à partir des données issues de placettes temporaires représentant différents milieux de croissance de cette espèce.

La méthodologie du travail repose sur un matériel de base issu essentiellement des placettes temporaires et sur des analyses de tiges de brins abattus.

Trois principaux aspects ont été traités :

- L'estimation de la biomasse du brin (tronc et feuilles), de la biomasse totale et du volume par l'élaboration des tarifs.
- La modélisation de la croissance en hauteur
- La modélisation de la biomasse ligneuse

Chapitre I :

Etude Bibliographique

I- Généralités sur le chêne vert

I.1- Aperçu taxonomiques et biologiques

La signification taxonomique du chêne vert a fait l'objet de controverses observations adoptées ou rejetées. Après l'individualisation sur la base des fruits de deux variétés dont une Genuina P. cout, à glands amers et une ballota (Desf) A.D.C, à glands doux, la distinction de deux taxons, *Quercus ilex* L et *Quercus rotundifolia* Lamk à été dans un premier temps fondée sur des critères morphologiques notamment foliaires (SCHWARZ et ROTHMALER, 1941, SAENZ DE RIVAS, 1970-1972, MADJIDIEH, 1982, in DAHMANI, 1997).

Cette diversité foliaire est admise comme une stratégie adaptative aux contraintes du milieu. Le chêne vert est considéré, avec les espèces xérophiles sempervirentes, comme tolérant à la sécheresse. Il adopte un modèle de croissance consistant à ralentir la production de nouveau matériel (feuilles et branches) durant la saison sèche (LILLIS M et al. 1992 ; BLONDEL et ARANSON, 1995). Sa croissance végétative présenterait trois pics, le 1^{er} se situant en avril, le second fin juin – début juillet et le 3^{ème} en septembre (FLORET et al. 1983 in DAHMANI, 1997).

I.2- Biogéographie et répartition du chêne vert

Le chêne vert est une espèce dont la répartition est très vaste et que l'on trouve depuis l'Himalaya jusqu'en Grande Bretagne. Elle est spontanée et très commune dans le bassin méditerranéen : France méridionale ; Espagne ; Portugal, Italie, Grèce. En Espagne et au Portugal, les forêts de chêne vert sont traitées en vue de la production de glands pour l'alimentation des troupeaux de porcs (BOUDY, 1950).

Le chêne vert constitue avec ses 2.000.000 ha, un des arbres forestiers les plus importants de la région méditerranéenne (PEYEMHOFF, 1941 in DAHMANI, 1997). En Afrique du Nord, il figure parmi les essences prépondérantes du patrimoine forestier où, il représente au Maroc 1500.000 ha et seulement 83.000 ha en Tunisie.

En Algérie, sa superficie potentielle est estimée à 1.807.000 ha (BARBERO et al. 1990). BOUDY (1955), évalue sa superficie à 700.000 ha, ce qui le plaçait à l'époque en 2^{ème} position après le pin d'Alep. Sa superficie actuelle n'est plus que de 354.000 ha (B.N.E.F, 1984).

Le chêne vert en Algérie a ainsi connu en 30 ans la perte de 83 % de sa superficie potentielle, il ne représente plus que 16 % des forêts (tableau n° 01). Aussi, l'estimation de la place du chêne vert dans la forêt algérienne, peut paraître en deçà de la réalité devant cette difficulté à distinguer entre forêt pure et forêt mixte, pré-forêt et matorral arboré ; que même l'analyse floristique ne permet pas toujours de trancher ; le bilan est difficile à établir (BARBERO et al. 1992).

Tableau n° 01 : Répartition des superficies forestières par essences (B.N.E.F., 1984)

ESSENCES	SUPERFICIE	%
Pin d'Alep	792.000	35
Chêne liège	463.000	21
Chêne vert	354.000	16
Genévrier	277.000	12
Thuya	143.000	6.5
Chêne teen et afares	5.000	3
Cèdre	23.000	1
Pin maritimes	12.000	0.5
Autre essences	116.000	5
Total	2.245.000	
Maquis	780.000	
Total général	3.025.000	

Du point de vue biogéographique, le chêne vert s'étend à toute l'Algérie du nord (**figure n° 01**) allant du littoral à l'Atlas saharien et de la frontière marocaine à la frontière Tunisienne (**DAHMANI. 1997**). Sa vaste amplitude écologique lui permet de couvrir les deux domaines maghrébin – méditerranéen et maghrébin – steppique, *sensu* **MAIRE (1926)**; **QUEZEL** et **SANTA (1962)** (**tableau n° 2**)

Tableau n° 2 : Subdivisions biogéographiques de l'Algérie du nord d'après **QUEZEL** et **SANTA (1962-1963)** et **BARRY et al. (1976)**

Région méditerranéenne – sous région - méditerranéen		
DOMAINE	SECTEUR	SOUS SECTEUR
Maghrébin - Méditerranéen	O : Oranais	O1.: sahels littoraux
		O2 : plaines littorales
		O3 : Atlas tellien
	A :Algerois	A1 : littoral
		A2 : Atlas tellien
	K :Numidien	K1 : grande Kabylie
		K2 : petite Kabylie
		K3 : numide de SKIKDA à la frontière tunisienne
	C1 : Tell Constantinois	
Maghrébin - steppique	H : Haut plateaux	H1 : Hauts plateaux algéro-oranais
		H2 : Hauts plateaux constantinois
	As	AS 1 : Atlas saharien oranais
		AS 2 : Atlas saharien algérois
		AS 3 : Atlas saharien constantinois (Aurès Compris)
	Sud – Constantinois	AS3 : Atlas saharien Aurèsio- constantinois
SS : Sahara septentrional	HD : Hodna	

Le chêne vert étant en Afrique du Nord une espèce de montagne, il reste peu représenté sur les reliefs côtiers (sous-secteurs littoraux), il ne constitue de vrais peuplements qu'à partir de 500 m, son abondance et sa dominance s'affirment au niveau des massifs de Méliana et de l'Atlas blidéen à partir de 900 m.

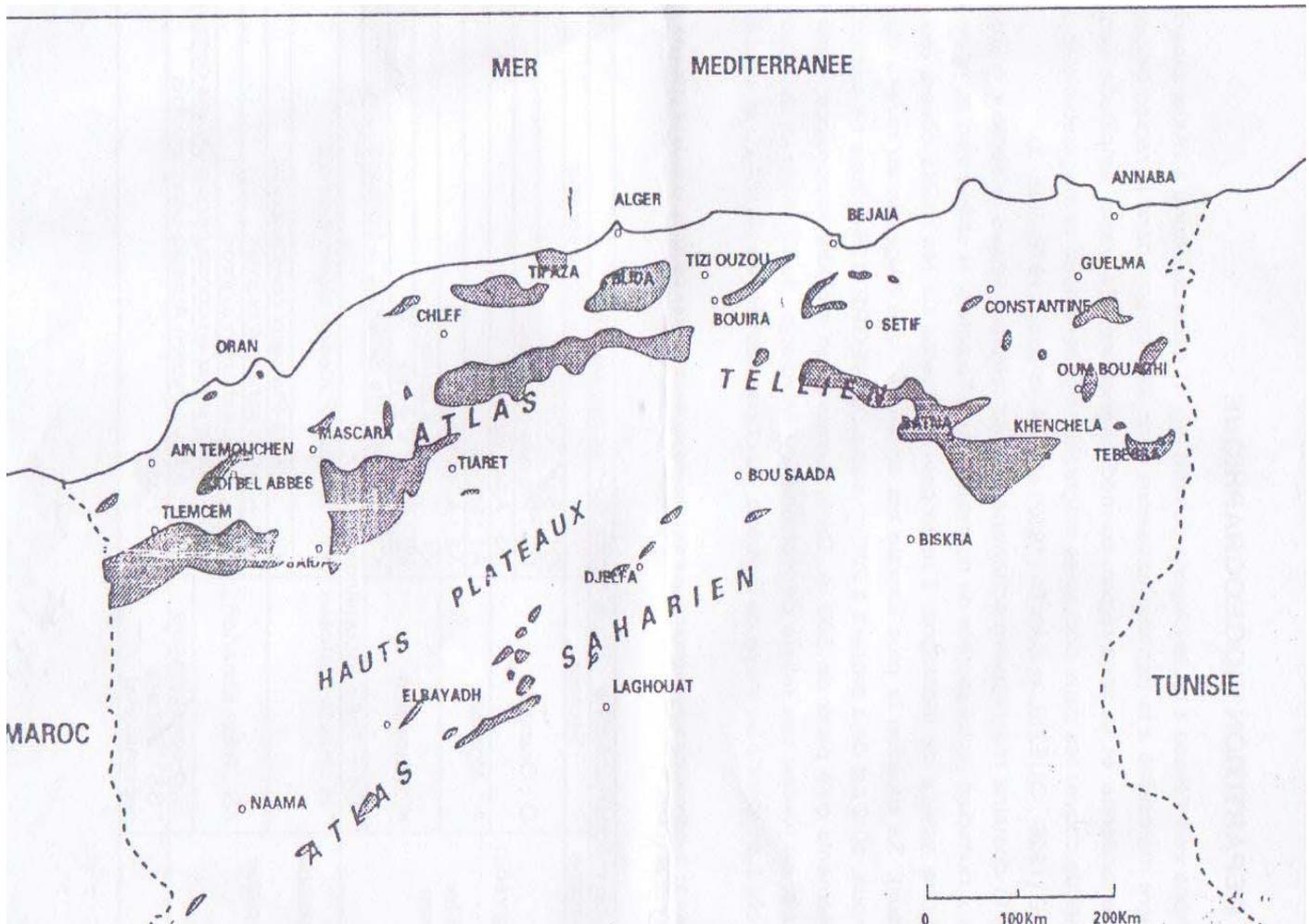


Figure n° 1 : Aire de répartition du chêne vert en Algérie
Source : Comité international du tapis végétal et des conditions écologiques, au 1/1000 000 (**BARRY et al.1976**), modifiée.

Il est assez bien représenté sur le versant sud du massif du Djurdjura (900 m à 1400 m). Dans le sous-secteur de la petite Kabylie, le chêne vert est supplanté par les chênes liège et zeen. Il reste dominant dans les monts de Tlemcen, Saida et Tiaret à partir de 900 m, et il redevient abondant dans les monts du Hodna, du Bélezma à côté de Batna et dans une partie des Aurès entre 1300 et 1800 m. Dans ces régions son amplitude est en réalité plus vaste. Il est présent bien qu'à l'état buissonnant de 1000 m à 2200 m d'altitude (**ABDESSEMED, 1984**).

Sa vaste amplitude écologique lui permet de constituer des formations mixtes (en tant qu'espèce dominante ou dominé) avec la plupart des espèces forestières des plus thermophiles (thuya, chêne kermès, chêne liège) au plus alticoles (cèdre ; genévrier thurifère) et des plus xérophiles (genévrier rouge, pin d'Alep) aux plus mésophiles (chêne zeen, érable, merisier) (**DAHMANI, 1997**).

L'association végétale du chêne vert (un arbre de montagne) est du caractère xérophile. Elle affecte deux faciès botaniques bien tranchés : le premier correspondant à l'étage semi-aride qui se présente sous forme d'une futaie claire, basse et xérophile et qui regroupe le genévrier de Phénicie, le genévrier oxycèdre, le chêne kermès (en Algérie seulement), le frêne dimorphe, le pistachier de l'Atlas et le térébinthe ainsi que le romarin.

Le second, en étage sub-humide et humide, se présente sous l'aspect de futaies denses et élevées avec en sus du chêne vert, le pin d'Alep, le pin maritime, l'érable de Montpellier, le caroubier, le merisier, les cistes ...etc. (**BOUDY, 1950**).

I.3- Phénologie du chêne vert :

Les caractéristiques dendrométriques et la phénologie du chêne vert ont fait l'objet d'études et de suivi dont les plus importants sont ceux réalisés par **BOUDY (1950)**, et **KAZI AOUAL (1982)**.

C'est une essence forestière qui possède ses caractéristiques morphologiques propres et ne peut être confondue avec les autres chênes. L'arbre du chêne vert a des feuilles persistantes, petites, pubescentes à la face inférieure ; leur chute n'a jamais lieu simultanément et se produit au commencement de leur troisième année.

La floraison du chêne vert est monoïque, les glands se forment dans l'année. Ils sont amers dans le Nord, doux et comestibles dans les régions Sud. Les arbres les portant sont appelés généralement chênes ballotes.

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

Le chêne est un arbre de taille moyenne, il atteint 8 à 10 m en général mais dans certaines régions, il peut atteindre 20 à 22 m de hauteur et 2 à 3 m de tour. La cime est ovale, arrondie, mais prend la forme élancée, ou même en chandelle, dans les peuplements serrés. Le tronc est plus ou moins contourné, on ne peut utiliser le fût comme bois d'œuvre sur plus de 5 à 6 m ; 8 à 10 m de fût est un grand maximum.

L'enracinement est pivotant sur sol profond, mais il a aussi de nombreuses et puissantes racines latérales. Dans les premières années, la croissance du système racinaire est bien plus rapide que celle de la partie aérienne.

C'est une espèce longévive, qui atteint facilement 300 ans. En moyenne, sa longévité est de 200 à 250 ans dans les étages humides ; en étage semi-aride et dans les conditions de sol défavorables, jamais moindre de 150 ans. Sa viabilité physiologique est remarquable. Il repousse vigoureusement de souche et émet très longtemps des drageons de racines. Il rejette jusqu'à l'âge de 150 ou 200 ans selon les conditions du milieu.

Le bois du chêne vert, de couleur rougeâtre, est extrêmement dur, compact et homogène. Les accroissements s'observent difficilement, il est donc délicat chez certains vieux arbres de distinguer les cernes et de déterminer l'âge. C'est l'un des bois les plus lourds et sa densité varie de 0.90 à 1.18. Le poids du stère empilé vert est compris entre 600 et 650 kg et celui du stère de bois sec entre 500 et 550 kg. Il est sujet à se déjeter et à se fendre en se desséchant. C'est un remarquable combustible, dégageant une chaleur considérable et fournissant un charbon de première qualité.

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

L'ensemencement naturel ne joue qu'un rôle très effacé dans la régénération des peuplements de chêne vert, dits aussi ilicaies. En outre, le jeune brin de semence se développe très lentement et dans les premières années, il pousse surtout en profondeur.

Dans les forêts sèches, la régénération par semis fait pratiquement défaut, c'est le cas des taillis dégradés où la régénération par semis est inexistante.

En fait, la forêt de chêne vert se régénère à peu près exclusivement par rejets de souches et drageons de racines, on s'en convaincra aisément en constatant que les hauts peuplements sont tous des futaies sur souches.

Le caractère particulier résulte de leur mode de reconstitution dans le passé assuré presque exclusivement par le feu. Cette faculté de rejeter vigoureusement se maintient chez le chêne vert jusqu'à un âge avancé (200 ans). Les souches elles mêmes, ravivés par des recépages fréquents, conservent leur vigueur et leur vitalité jusqu'à des âges très élevés, en donnant naissance à de puissantes cépées.

I.4- Contexte écologiques et potentialités :

Le chêne vert montre des potentialités et une adaptabilité très élevées. C'est une espèce très plastique qui s'accommode, dans un contexte méditerranéen (**EMBERGER, 1955**) de conditions climatiques et édaphiques variées. Son adaptation au stress climatique lui permet de survivre avec un minimum pluviométrique de 250mm (**BARRY et al. 1976**) et de supporter des extrêmes thermiques de -15°C et de +42°C (**SAUVAGE, 1961**).

Sur le plan édaphique ; outre son indifférence à la nature chimique du substrat (**MAIRE, 1926 ; QUEZEL, 1976-1979 ;...**) il se retrouve depuis les sols profonds forestiers aux sols peu évolués squelettiques, ne fuyant que les sols lourds ou hydro-morphes.

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

- A sa capacité de rejeter de souche qui s'accroît avec l'intensité des perturbations (**BARBERO et al. 1990**). Cette faculté de rejeter semble diminuer avec l'âge du taillis. Au cours du vieillissement, on observe une diminution du nombre de cépées et du nombre de rejets par cépée (**MIGLIORETTI, 1983-1987**) en raison d'une compétition inter et intra-cépée qui affecte les brins et les cépées les moins vigoureux. Par ailleurs, l'existence d'une compétition interspécifique qui se fait au détriment des espèces arbustives et arborescentes subordonnées au chêne vert favoriserait avec l'âge, la tendance monospécifique du taillis de chêne vert (**DUCREY, 1996**).

- A sa faculté à s'adapter aux changements du milieu liée à sa capacité de régulation au plan nutritionnel 4 ans après perturbation c'est ce que démontrent également les observations de **LEONARDI et RAPP (1990)** sur la reconstitution du taillis de chêne vert après coupe à blanc. Ces auteurs évoquent une rupture du cycle biogéochimique durant la première année, liée à l'absence de restitution au sol par le biais des retombées de litière et à l'accélération de la décomposition de la litière au sol (**MERZOUKI et al. 1989**). Mais dès la troisième année, ils observent une « restauration des conditions micro-climatique propres au taillis » et par conséquent une récupération des potentialités initiales.

Le chêne vert est par contre défavorisé par ses propriétés biologiques notamment, sa faible capacité de dissémination, sa faible production due à sa lente croissance et sa faible capacité de germination (**ROMANE, 1994 in DAHMANI, 1997**).

Au niveau de la production ligneuse, le chêne vert est réputé pour sa qualité de combustible, mais son utilisation a nettement diminué avec son remplacement par le gaz. Le BNEF (1984), estimant la production annuelle de bois à charbon à 1.000.000 de stères, préconise son exploitation à grande échelle dans un but d'exportation. Des précautions sont à prendre pour adapter le mode de traitement aux potentialités réelles des chênaies et préserver ainsi le capital biologique (type d'éclaircie, durée des rotations tenant compte de l'optimum biologique (**SANTELLI et AMANDIER, 1996**).

La production du chêne vert est estimée à $1\text{m}^3/\text{ha}/\text{an}$ (**QUEZEL, 1979**). Il semble toutefois, que la croissance du chêne vert, bien que lente, se caractérise par sa continuité dans le temps. Le chêne vert ne présentant pas de fléchissement de sa croissance, permettrait d'envisager une autre gestion de son exploitation avec des rotations plus longues. (**ROMANE, 1987**).

Selon **DUCREY (1996)**, la croissance en hauteur et en épaisseur du chêne vert passe par un maximum dès les premières années, elle diminue ensuite avec l'âge et se stabilise vers 40 à 60 ans, avec un accroissement moyen annuel de 5 cm en hauteur et de 3 mm en épaisseur. L'accroissement du chêne vert est toutefois moindre en conditions plus arides.

La réhabilitation de la place du chêne vert par la valorisation de sa biomasse pour deux principales possibilités d'utilisations économiques (production pastorale et production ligneuse) doit s'ajouter à sa valeur indéniable au plan écologique dans la protection efficace du sol contre l'érosion au regard de ses capacités de résistance, nettement supérieures à

bon nombre d'essences forestières. Son utilisation dans les actions de lutte contre la désertification est donc à envisager sérieusement.

Pour la germination ; sa réussite dépend essentiellement des précipitations printanières et estivales. En milieu fermé, la faible luminosité constitue un frein à la germination notamment, en condition de sécheresse. La capacité de rétention en eau des sols détermine par la suite, la survie des plantules .A ce stade de croissance, le pâturage bovin peut constituer un blocage à la régénération, si la charge animal est trop élevée (**PANAOTIS, 1996**).

Sur le plan phytosanitaire, le chêne vert est exposé aux problèmes de dépérissement (défoliation, perte de vigueur, dessèchement, mortalité) provoqués par des agents abiotiques(sécheresse), biotiques (défoliateurs : tordeuse verte « *Tortix viridana* », Bombyx disparate, processionnaire du chêne vert ; dessèchement des branches : Bupestres ;gâle : pucerons ; rouille foliaire : *Uredo quercus*), mais ces derniers, bien que souvent spectaculaires ne constituent généralement pas un danger pour l'avenir des chênaies vertes (**MIRAULT ,1996**).

Le chêne vert est moins sensible au feu que d'autres espèces car son sous bois est beaucoup moins développé. Dans les jeunes taillis, il y a souvent des dégâts assez sérieux, mais les souches rejettent en drageonnant. Dans les vieux taillis, les dégâts sont de peu d'importance mais néanmoins le feu entraîne un retard de 5 à 6 ans dans la croissance des peuplements.

I.5- Utilisation des chênaies verte :

Les problèmes de l'utilisation de la chênaie verte se posent nécessairement dans la perspective d'un aménagement bien défini tenant compte des caractéristiques écologiques et biogéographiques qui viennent d'être développées et qui conduisent à la différenciation d'un membre important de chênaies et par conséquent de structures forestières (**BARBERO et LOISEL, 1980**)

Les ilicaies se divisent selon **BOUDY (1950)** en un certain nombre de types spécifiques, dont les caractères extérieurs résultent de l'action des facteurs naturels et surtout de l'intervention de l'homme ou du feu. Les peuplements de chêne vert, en raison de leur origine par rejets de souche, provenant d'exploitation ou d'incendies, sont plus réguliers et plus homogènes.

Une autre caractéristique des ilicaies est leur tendance à évoluer vers la formation de futaies sur souche aussi vigoureuses que si elles étaient issues de brins de semence. Ces types de peuplements présentent des faciès qui diffèrent selon l'étage bioclimatique semi-aride qu'ils soient purs ou mélangés. Alors, les peuplements de chêne vert se répartissent en deux grandes catégories, la futaie et le taillis.

Selon **BARBERO et LOISEL, 1980**, et en termes d'utilisation rationnelle du chêne vert, on le traite de la même manière dans les différents étages bioclimatiques ;le seul aménagement possible des forêts semi-aride ou pré-steppique est le régime des taillis malgré tous les inconvénients qu'on lui connaît et les abus qu'il a permis ;Cependant le régime le taillis permet aux espèces pastorales d'occuper les zones de lumière entre les cépées.

Dans les étages bioclimatiques, subhumides et humides et où la production est plus importante, **BARBERO** et **LOISEL (1980)** pensent que le traitement en futaie sur souche est possible.

Pour ce qui est de la conversion des taillis en futaie, aucune recherche ni expérience n'ont été réalisées en ce qui concerne les taillis de chêne vert. Cependant, nous exposons en quelques lignes les hypothèses de travail et des suggestions apportées par (**MORANDINI 1981**). L'auteur souligne que du point de vue technique ; les premières interventions seront faites en taillis déjà vieillis, on éliminera les rejets mal venants et les espèces secondaires. Ensuite, à travers une suite d'éclaircies progressives, On arrivera ainsi à une futaie sur souche, qui sera soumise, vers 80 ans, à des coupes successives de régénération. A la fin on aura une futaie de structure iné-quienne par bouquets ou par groupes qui en assurera une meilleure stabilité et la continuité dans le temps.

Dans les peuplements de chêne vert, les opérations sylvicoles, qui diffèrent selon la nature du peuplement, sont toutes fondées sur la facilité de régénération jusqu'à un âge avancé, par voie de rejets et drageons.

La sylviculture du chêne vert a été toujours orientée vers des objectifs de production. Conditionnée par les besoins de chaque époque, cette production est en perpétuel changement (écorce pour tanins, bois de chauffe, fagots, bois d'œuvre, ...etc.) et ses objectifs ont changé au cours des siècles.

Dans le but d'améliorer la qualité et la valeur des produits du chêne vert, on conseillait par le "broussaillage" des taillis, c'est-à-dire le recépage des morts-bois et l'éclaircie légère des cépées afin de favoriser la croissance des tiges restantes et d'en obtenir une meilleure écorce. La réserve d'un petit nombre de baliveaux bien choisis a aussi été préconisée, afin de produire des gros rondins et même du bois de petite industrie. Certains auteurs militent en défaveur du balivage du chêne vert.

Comme pour tous les taillis, la sylviculture des taillis de chêne vert à été et est encore caractérisée, dans la quasi-totalité des cas, par l'absence d'interventions. Ce régime du taillis simple est adapté à la production du bois de chauffage qui est le principal débouché économique (**DUCREY, 1996**).

I.6 – Résistance aux contraintes du milieu :

Une des principales raisons expliquant le succès du chêne vert en zone méditerranéenne réside dans sa remarquable résistance aux contraintes écologiques et en particulier hydriques. Car si les fluctuations saisonnières des ressources en lumière et dans une certaine mesure en température sont prédictibles il n'en est pas de même pour la ressource hydrique et les nutriments (**KUMMEROW et al. 1981 in SALMON, 2004**), ressources limitantes pour la croissance végétale en zone méditerranéenne. Les périodes de croissance (débourrement et mise en place des nouveaux rameaux et des nouvelles feuilles) et de reproduction, se déroulent au printemps avant l'apparition du déficit hydrique.

Le chêne vert présente un certain nombre de traits biologiques lui permettant de survivre et de continuer à fonctionner pendant les périodes de sécheresse. Ainsi, en plus d'un enracinement profond, le chêne vert peut répondre à une forte sécheresse par le développement d'une surface évapotranspirante limitée qui est en relation avec la faible réserve hydrique des sols sur lequel il pousse. (**BARBERO et al., 1992**).

Une autre réponse est le maintien de l'ouverture des stomates à des potentiels hydriques très négatifs qui permet le maintien de flux de transpiration et par conséquent une activité photosynthétique importante. Ce mécanisme autorise le chêne vert à conserver un bilan carboné positif au cours d'événements climatiques fortement défavorables. (**ACHERAR et al. 1991**) L'ensemble de ces réponses à la sécheresse permet au chêne vert de maintenir une certaine croissance, malgré le ralentissement important de l'activité physiologique. (**LILLIS et FONTANELLA, 1992**).

II- LA BIOMASSE :

II.1- La biomasse forestière :

L'évaluation de la biomasse des différents constituants des écosystèmes est l'élément de base pour les connaissances fondamentales sur le fonctionnement des écosystèmes naturels ou artificiels (**AUCLAIR et METAYER, 1980**).

Les recherches effectuées dans le cadre des ressources énergétiques et fourragères, ont poussé certains chercheurs à s'intéresser au problème de la biomasse. **RONDEUX (1977)** considère que la connaissance des ressources énergétiques d'un écosystème passe nécessairement par la connaissance de sa biomasse.

II.1.1- Rappels succincts :

On appelle biomasse l'abondance des organismes présents dans l'écosystème au moment de l'observation, on peut l'exprimer en nombre d'individus (densité des peuplements) en poids (de préférence poids sec) et/ou en contenu d'énergie (calories), par unité de surface (**DUVIGNEAUD, 1974**).

La biomasse est le poids de la matière contenue dans un écosystème, elle s'exprime en matière sèche par unité de surface, l'expression en matière fraîche fausserait les résultats car la teneur en eau de la matière varie selon l'heure de la récolte. En agriculture, la biomasse ne désigne que la partie de matière commercialisable à l'hectare. Pour des végétations arbustives ou forestières, la récolte intégrale est souvent trop consommatrice de temps pour être réalisable (**DUVIGNEAUD, 1974**).

II.1.2- Méthodes d'estimation de la biomasse :

Pour l'estimation de la biomasse, on utilise une méthode d'analyse de dimensions dont les principes sont appliqués depuis longtemps par les forestiers lors du cubage des peuplements forestiers équiennes (**DUVIGNEAUD, 1974**). Les méthodes d'estimation de la biomasse peuvent être destructives, semi-destructives ou non destructives.

* Les méthodes destructives reposent sur des prélèvements totaux de végétation sur des surfaces homogènes sur des aires qui peuvent être des cercles, des carrés ou des rectangles (**DEBUSHE in BARBERO, 1981**).

Cette méthode consiste à mesurer dans sa totalité la biomasse « tronc, et branches ». Tout est pesé sur terrain, et des échantillons sont prélevés pour obtenir le poids sec. La biomasse totale du peuplement s'obtient par l'élaboration d'équations de régression. Cette méthode permet à la fois d'obtenir une estimation de la biomasse de tout un peuplement et de trouver des relations de régressions reliant telles données à mesurer les biomasses. Elle a bien sûr des avantages évidents, mais elle se heurte à des difficultés non moins évidentes.

* La méthode semi destructive a été employée par **BURRONS (1974)** cité par **BARBERO (1981)**. Elle passe par un échantillonnage « d'arbres présumés moyens » qui sont évalués dans leur totalité. Il est simple de passer de l'arbre moyen au peuplement en vue d'établir des tarifs et équations de régression pour déterminer la biomasse totale.

Les données dendrométriques connaissent un problème. C'est que l'arbre de surface terrière moyenne est un bon échantillon, et que les résultats obtenus sont convenables en peuplements équiennes, mais plus douteux pour les autres (PARDE, 1980). La production en biomasse du chêne vert est considérée comme moyenne à faible comparativement à plusieurs travaux ; cas de la forêt de Rouquet au nord-ouest de Montpellier (LOSSAINT et RAPP, 1978) : la production est de 1,7 t/ha la biomasse, et elle est de 20 t/ha Moyen Atlas marocain (MAKHLOUFI, 1992) et 150 tonnes à l'hectare en Italie (RAPP et LEONARDI, 1990).

* La méthode non destructive vise à mettre en corrélation mathématique essence par essence, type de peuplement par type de peuplement, un ou plusieurs paramètre de base, facilement mesurables, (DUVIGNEAUD, 1974).

La méthode dite d'analyse dimensionnelle ou mixte, consiste à mettre en relation un ou plusieurs paramètres de base facilement mesurables, avec les biomasses. Elle consiste à établir à partir d'un nombre restreint d'arbre abattus, représentatifs du peuplement, des équations de régression dont les variables sont définies (BELGHAZI et al., 2001).

ATTINI et OVINGTON (1968) in (BELGHAZI et al., 2001), en comparant les résultats de biomasse de peuplements de pin sylvestre (*Pinus sylvestris*), obtenus par l'application de différentes méthodes ont montré que la méthode de l'analyse dimensionnelle donne de bons résultats quant à l'estimation de la biomasse des peuplements.

Les forestiers arrivent ainsi à la construction de véritables « tarifs de pesée » de type variés, en utilisant différentes formulations mathématiques, où les résultats obtenus pour un peuplement, homogène ont une erreur probable (intervalle de confiance de 95%) de 4 à 5% pour les troncs et 10 % pour les branches.

PARDE (1980) affirme que l'approche méthodologique relative à l'évaluation de la phytomasse des taillis xérophiles a pris appui sur la méthode de l'analyse dimensionnelle et allométrique.

Pour les taillis, la méthode de la « cépée moyenne » peut être rapprochée de celle de l'arbre de surface terrière moyenne.

II.1.3- Les modèles de l'estimation de la biomasse :

Pour l'estimation de la production forestière, l'utilisation des tarifs est d'une grande utilité. Dans l'évaluation précise de la production en volume et en biomasse.

Cette opération porte sur un échantillon d'arbres représentatifs du peuplement ou de la forêt sur lesquels sont établies des relations du volume de ses arbres avec leur diamètre et leur hauteur.

Les forestiers distinguent plusieurs types de tarifs ceux qui permettent au calcul du volume du peuplement à partir des grandeurs mesurées sur le terrain ou sur photographies aériennes; et ceux qui permettent d'évaluer la biomasse.

Le tarif biomasse des taillis présente des problèmes spécifiques différents de ceux de la futaie (arbre), il y intervient en effet un facteur particulier, la « cépée » où on trouve l'influence de l'âge des souches sur la production et l'effet de la forme du tarif, les paramètres d'entrée (essence, station, diamètre à 1.30 ou à la base, longueur ou hauteur, nombre de brins de la cépée) ; aussi :

Comment échantillonner ? brin par brin ou en tenant compte des cépées et quel nombre de tiges échantillons prendre et l'évaluation de la production totale divisée par l'âge du peuplement en années (**AUCLAIR et METAYER 1980**).

L'outil de travail essentiel qui sert à déterminer une biomasse forestière est le tarif de biomasse. Ce tarif est assez long à déterminer est sa rentabilité sera d'autant meilleure qu'il servira dans le plus grand nombre d'études possibles. Alors, pour les taillis, les tarifs ont été établis sur l'individu brin, la prise en compte du facteur cépée n'apporte pas de précision supplémentaire (**AUCLAIR, METAYER, 1980 ; FRANCIS, 1984 ; PAGES, 1985**). Les masses ligneuses totales ont été estimées suivant différents protocoles tel que celui défini par **AUCLAIR et METAYER (1980)**, il s'agit de masses séchées à 105° C jusqu'à poids constant.

II.2- MODELISATION DE LA CROISSANCE

La modélisation de la croissance des peuplements forestiers a fait l'objet de nombreuses études sur différents espèces et l'on peut citer (**PAGES, 1986 ; MIGLIORETTI, 1987 et BEDENEAU, 1988**). Cette modélisation porte essentiellement sur l'évaluation de la croissance en hauteur et de la biomasse. Les modèles les plus utilisés sont de type polynomial et allométrique

Pour évaluer les potentialités d'une essence forestière on fait appel à un paramètre dendrométrique très important qui est la hauteur dominante. Cet indice est fortement dépendant des conditions du milieu (sol, climat, topographie, etc...).

La hauteur dominante à un âge de référence permet de classer les peuplements dans une échelle de fertilité et possède une liaison avec la production totale.

La croissance des arbres et des peuplements a fait l'objet de modélisation depuis longtemps (**SMALIAN, 1873**) ; (**HOSSFELD, 1982**) cité par **M'HIRIT (1982)**

Le modèle mathématique est défini comme un ensemble de connaissances que l'on possède d'un phénomène et que l'on essaie de représenter sous forme de relations mathématiques plus ou moins complexes, soit dans un but de décision, soit dans un but de prévision (**M'HIRIT, 1982**).

Les fonctions mathématiques utilisées pour représenter l'évolution d'un organe en croissance, la hauteur dans notre cas, en fonction du temps sont généralement appelées "courbes de croissances" ou "modèles de croissance".

D'une manière générale la courbe de croissance affecte la forme d'une sigmoïde. Elle part de la valeur zéro – naissance de l'arbre ou du peuplement, monte lentement d'abord - phase d'installation, concurrence vitale-, puis représente une pente plus forte dont le changement (maximum) correspond au point d'inflexion – phase de croissance intense-, elle diminue ensuite pour rejoindre asymptotiquement une valeur finale correspondant au maximum théorique de la croissance (**M'HIRIT, 1982**).

La relation hauteur dominante – âge est une relation non linéaire, ce qui nous permettra de distinguer deux familles de modèles : les modèles linéaires par rapport aux paramètres et les modèles non linéaires intrinsèques.

Les modèles de forme variable seront choisis lorsque les rythmes de croissance varient d'un individu à l'autre ou d'un groupe d'individus (peuplement) à un autre groupe, ce qui est parfaitement la situation en forêt. A l'encontre des modèles flexibles, les modèles de forme constante s'appliquent mieux lorsque la croissance est relativement stable d'un individu à l'autre, hypothèse non vérifiée en forêt (**LE GOFF, 1982 ; M'HIRIT, 1982**).

Chapitre II :

METHODES

I – Situation et caractéristiques de la zone d'étude :

Le cadre relatif à cette étude est constitué par le massif des Ouled yagoub. Celui-ci se trouve dans la région montagneuse des Aurès, prolongement oriental de l'Atlas Saharien (**figure n° 02**). Il est situé entre 6° 47' - 7° 7' de longitude Est et 35° 18' – 35° 29' de latitude Nord.

Ce massif est limité à l'est par les monts Chentgouma (2113 m), Aidel (2192 m) et Feraoun (2093 m) ; à l'ouest par la vallée de Oued Mellagou et la route reliant les localités de Kais et Bouhmama ; au nord par la route nationale reliant la ville de Batna à celle de Khenchela et au sud par la plaine de Mellagou qui prolonge la forêt des Beni Imloul.

Le massif des Ouled yagoub, d'une superficie de 22000 ha, constitue une réserve forestière importante dans le massif des Aurès. Les essences qui y dominent sont le pin d'Alep (*Pinus halepensis Mill*), le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica M*), le chêne vert (*Quercus ilex*), le genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*) et le genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea*) on y rencontre aussi le frêne dimorphe en taillis.

Actuellement, la grande partie de la forêt se trouve dans un état avancé de dégradation causée par différentes interventions humaines (déblais, surpâturage, occupation des sols sous forme de surfaces agricoles ...etc.) ou des phénomènes naturels (érosion, incendies, vents violents ...etc.) ce qui a entraîné la régression des surfaces forestières, le manque de régénération et l'accentuation de l'érosion.

Le dernier aménagement de cette forêt a été effectué en 1984 par le Bureau National des Etudes Forestières (**B.N.E.F**). Il avait pour objectif la mise en valeur agro-sylvo-industrielle de la région et dans ce cadre, il a été divisé en 15 quinze séries qui ont été à leur tour divisées en parcelles puis en sous parcelles.

Bien qu'il s'agisse d'un rempart face au Sahara, la vocation de protection du massif est moins importante et moins prononcée que celle des Beni Imloul car celui-ci protège déjà le massif des Ouled yagoub contre les vents du sud. L'état végétal des versants est satisfaisant surtout par la présence d'une régénération abondante et l'extension de jeunes futaies. Par conséquent la vocation de production est plus évidente comme le montre le **tableau n° 03**.

Tableau n° 03 : Type de vocation dans la forêt d'Ouled yagoub

Type de forêt (ha)	Type de vocation			Total (ha)
	Production	Protection	Improductif	
Pinède	13 170	2881	-	16 051
Chêne vert	10 273	4172	1262	15 707
Cédraie	2 045	1060	134	3 239

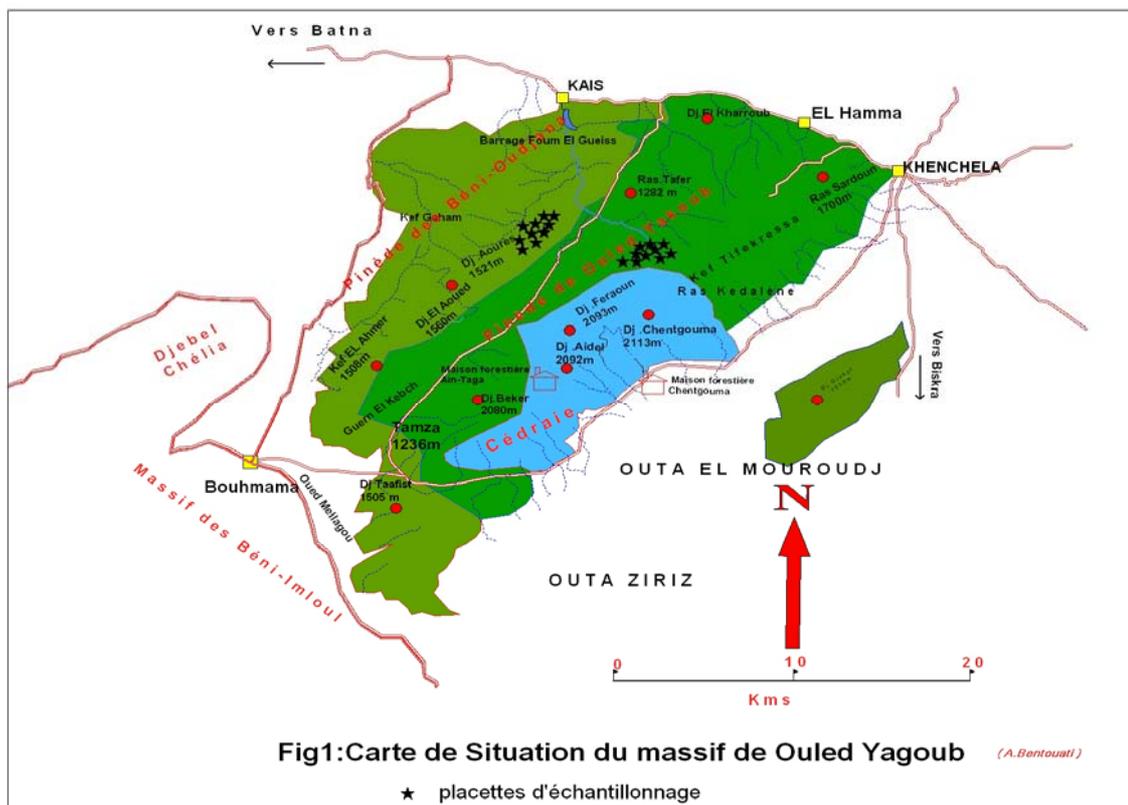
Source : **B.N.E.F. (1984)**

Cette classification par le **B.N.E.F.** dans son étude de **1983 – 1984** doit correspondre en principe à la réalité qui dit que 65.40 % de la forêt de chêne vert sont donc à caractère productif, taux qui est loin d'être atteint dans les autres massifs forestiers.

Comme le cas des écosystèmes sensibles du contour méditerranéen, la forêt d'Ouled yagoub est protégé contre les activités néfastes ; donc les populations riveraines n'ont que peu de droits d'usage dans la forêt, sauf pour le ramassage de bois sec pour le chauffage. Mais, dans les années de disette, la forêt est ouverte au parcours seulement dans les zones autorisées. Le bois extrait de la forêt d'Ouled yagoub, estimé à 5286.62 m³ en 2003, ne se vend pas sous forme de bois d'œuvre, mais de bois taré, de bois de trituration et de bois de chauffage.

La zone d'étude est composé par un taillis de chêne vert occupant les vides des enclaves dans de la série 6 du djebel Feraoun et la série 8 du djebel Aourés). (**Figure n° 02**). Ce peuplement prend souvent la dénomination de taillis sous futaie .c'est un milieu peu productif avec des très nombreux rejets dont la taille des brins dépasse rarement les trois mètres.

Le taillis est structuré par un ensemble de bouquets comportant des cépées âgées mais bien venantes en mélange souvent avec d'autres espèces arbustives tel que le Diss, le genévrier oxycèdre, la filaire et autres associations de moindre importance. La physionomie du taillis donne un aspect de futaie sur souche avec quelques brins dominants.



I.1 – Le climat :

Le climat est l'élément le plus important dans la caractérisation de la productivité forestière. Il joue un rôle principal dans le développement des végétaux et de leur distribution.

Le climat de la forêt d'Ouled yagoub est de type méditerranéen continental à caractère semi-aride. Il se distingue par une saison humide et froide située aux mois d'automne et d'hiver et par une saison chaude et sèche durant le printemps et l'été.

Compte tenu des données disponibles enregistrées à la station météorologique d'El Hamma à 928, 5 m d'altitude nous tenterons une synthèse qui situera le cadre bioclimatique dans lequel se développe et évolue le chêne vert de la région. Ces données peuvent présenter parfois des valeurs qui ne cadrent pas avec les moyennes de la région. Celles-ci sont prises telles qu'elles nous ont été fournies par les services météorologiques. Elles sont donc complétées par celles contenues dans le manuel de **SELTZER (1946)** qui sont plus fiables et étalées sur des périodes plus longues.

Parmi les facteurs limitant la présence et la répartition des espèces forestières, la température est l'un des éléments les plus déterminants dans la caractérisation de la végétation (**BENTOUATI, 2006**)

D'après **SELTZER (1946)**, la température baisse avec l'altitude selon un gradient de 0.7 °C pour 100 m d'élévation pour les températures moyennes maximales et un gradient de 0.45 °C pour les températures moyennes minimales.

Globalement le massif d'Ouled yagoub évolue dans des limites de températures moyennes annuelles allant de 13,6 à 14,9°C. Le régime thermique est relativement homogène. L'hiver est rigoureux comme en témoignent les données recueillies durant la période 1983-2008 ; que le mois le plus froid est janvier avec une température minimale de 6.85°C, alors que le mois le plus chaud est juillet avec une température maximale moyenne de 26.68°C.

Les précipitations qui tombent sur la région sont assez abondantes à certaines périodes de l'année. Il tombe de la pluie, de la neige et de la grêle qui peut dans certains cas causer des dégâts mécaniques à la végétation.

La pluie influe, par son intensité et sa répartition sur la distribution de la végétation et sur le développement des végétaux. La pluviométrie croît au fur et à mesure qu'on s'élève en altitude et les versants nord sont plus arrosés que les versants sud en Algérie. Dans ce contexte, **SELTZER (1946)**, préconise un gradient pluviométrique altitudinal de 40 mm pour 100 m d'altitude sur les versants exposés au nord et de 20 mm pour les versants sud. Le **HOUEROU** in **ABDESSEMED (1984)** donne une augmentation de 20 mm pour la même altitude. Le mois de mai est le plus pluvieux avec 57.37 mm pour la période considérée, alors que le mois de juillet est le plus sec avec 13.53 mm pour cette même période.

Concernant la neige, Les données de **SELTZER (1946)** indiquent pour la zone d'étude 12 jours d'enneigement. Elle assure au sol de l'eau d'une façon régulière et profonde tout en limitant le phénomène d'érosion causé par les pluies intensives. Elle est surtout hivernale et les sommets peuvent rester enneigés jusqu'à la fin du mois d'avril.

Selon **HALIMI (1984)**, les gelées sont fortement influencées par l'altitude et engendrées par les basses températures (inférieures à 0 °C). Les gelées sont fréquentes et au printemps elles peuvent provoquer de graves dégâts sur les jeunes plantes.

La grêle est un phénomène très connu dans la région des Aurès, surtout au début du printemps où elle peut causer de véritables dégâts aux fleurs et aux jeunes bourgeons.

La région des Aurès est très souvent soumise à de violents orages souvent accompagnés de pluies diluviennes et violentes qui causent par leur intensité et les grandes quantités d'eau qu'ils génèrent le ruissellement et l'érosion des sols nus.

I.2- Synthèse climatique

Le climat d'une station donnée résulte de l'interaction de nombreux facteurs. De nombreux indices et formules ont été élaborés pour le caractériser, mais quelle que soit la méthode adoptée, les températures et les précipitations constituent les éléments essentiels dans toute étude synthétique.

Parmi les indices utilisés pour la caractérisation du climat d'une région donnée, le diagramme ombrothermique de **Bagnouls** et **Gaussen** constitue un indice important pour la délimitation de la saison sèche car cette dernière est un élément très important pour déterminer l'écologie de certaines plantes et de fixer leurs limites de végétation.

Afin de représenter la répartition de la saison humide et la saison sèche au cours de l'année, certains auteurs utilisent un indice basé sur le principe qu'un mois est considéré comme sec lorsque la courbe thermique est située au dessus de la courbe ombrique. Pour cela on construit un graphique où sont portées en abscisses les mois de l'année, en ordonnées à gauche, les précipitations (P), à droite les températures (T) à une échelle double de celle des précipitations. L'intersection des deux courbes (P et T) permet de définir la saison sèche ($P > 2 T$) (**tableau n° 04**) (**figure n° 03**).

Tableau n° 04 : Présentation des précipitations et des températures moyennes mensuelles de la période (1983 – 2008).
(Station météorologique El-Hamma. 1983-2008)

Mois	J	F	M	A	M	J	Je	A	S	O	N	D
P (mm)	47.63	27.46	31.27	42.17	54.76	34.33	14.08	38.54	49.65	41.30	45.30	42.02
T(c°)	6.85	7.70	10.50	13.3	18.23	23.19	26.68	26.29	20.86	17.83	11.03	7.13

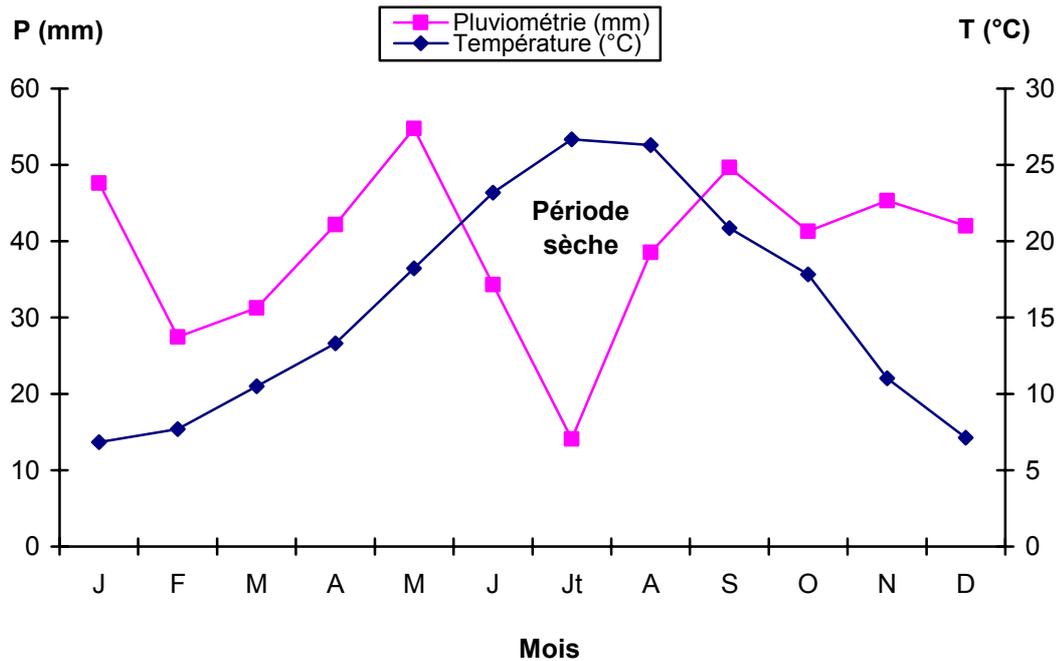


Figure n° 03 : Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls.
(Station météorologique El-Hamma. 1983-2008)

Le diagramme ombrothermique de la station d'El Hamma, construit sur ce principe montre que la saison sèche dure quatre mois, elle s'étale du mois de juin à la mi-septembre.

Un autre indice important est utilisé pour caractériser les bioclimats d'une région donnée. Cet indice est le climagramme d'Emberger. C'est l'indice climatique le plus employé en région méditerranéenne (Q_2). Cet indice qui exprime le degré d'aridité du climat est combiné à la moyenne des minima du mois le plus froid pour rendre compte de la répartition de la végétation.

Le calcul du quotient pluviothermique d'Emberger Q_2 est donné par la relation suivante d'après **EMBERGER (1939)**

$$Q_2 = \frac{2000 p}{M^2 - m^2}$$

Pour la région du Maghreb, ce quotient a été perfectionné par **STEWART (1969)** et déterminé selon la formule suivante

$$Q_2 = 3.43 \frac{p}{(M - m)}$$

Pour notre région, $Q_2 = 50.10$ ($P = 468.51$ mm, $M = 26.68^\circ\text{C}$ et $m = 6.85^\circ\text{C}$)

P : Total des précipitations annuelles de la station

M : Moyenne des maxima du mois le plus chaud

m : Moyenne des minima du mois le plus froid

Tableau n° 05 : Caractéristiques bioclimatique de la station

Station	P (mm)	M ($^\circ\text{C}$)	m ($^\circ\text{C}$)	Q_2	Etage
El Hamma	468.51	26.68	6.85	50.10	Semi-aride frais

La zone d'étude se situe dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver frais (**figure n° 04**)

La **figure n° 04** donne un aperçu de l'aire bioclimatique du chêne vert des Aurès. En général le chêne vert en Algérie avec sa grande plasticité vis-à-vis de la température supporte une variation de "m" allant de -3°C à $+5^\circ\text{C}$. En ce qui concerne les précipitations il admet une tranche pluviométrique moyenne allant de 260 mm (Atlas saharien) à 1330 mm (Atlas blidéen). Son aptitude à s'accommoder de conditions climatiques variées lui permet de couvrir les trois zones bioclimatiques semi-aride, sub-humide et humide dans leurs variantes thermiques froide, fraîche et tempérée (**DAHMANI, 1997**)

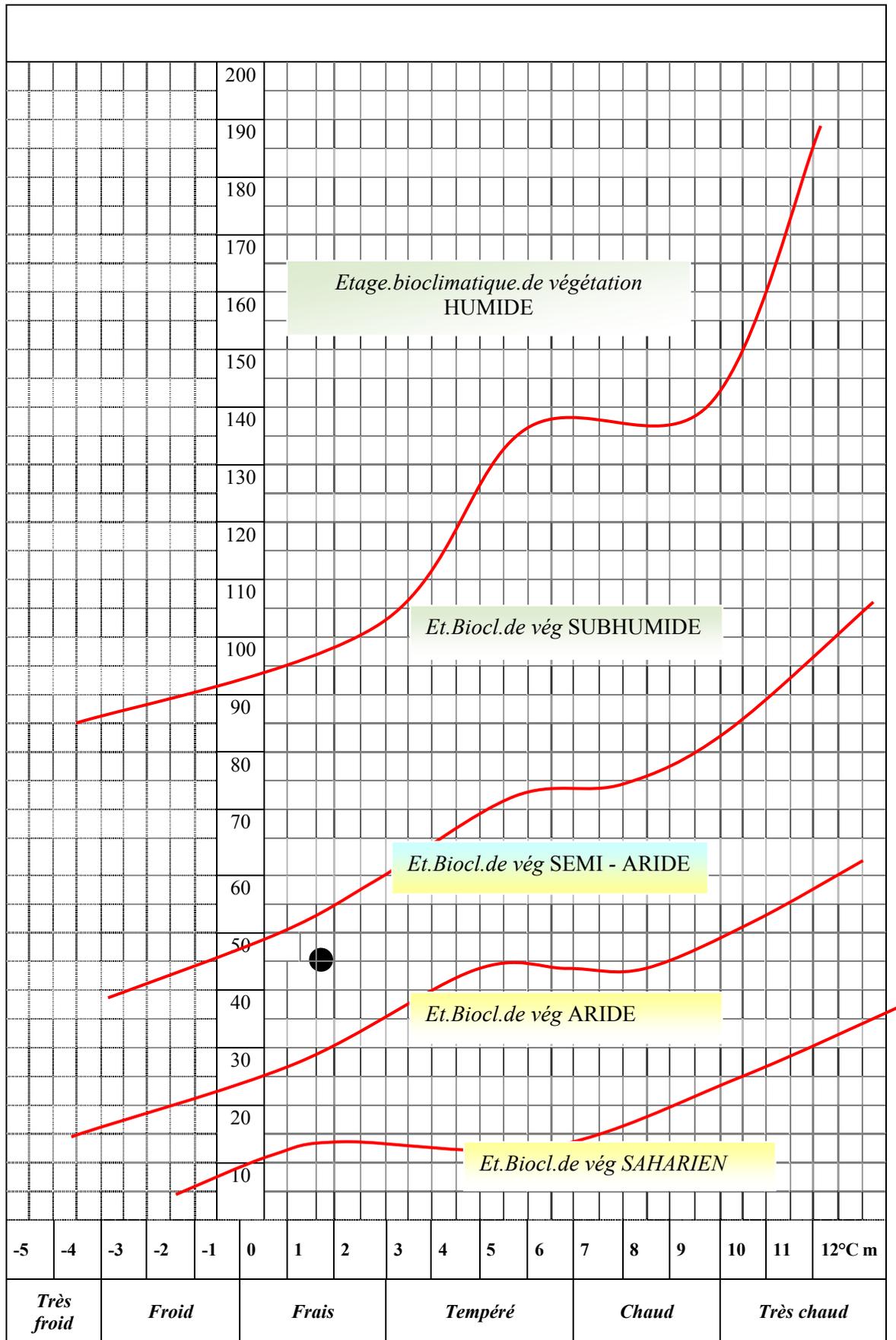


Figure n° 04 : Quotient pluviométrique d’Emberger durant la période 1983-2008

I.3-Géologie et pédologie :

L'analyse des cartes géologiques et pédologiques (BNEF, 1984), montre que les sols de la pinède des Ouled yagoub sont calcimorphes à différents stades d'évolution ou de dégradation. Ce sont des sols squelettiques à faibles profondeurs. Sur les fortes pentes on rencontre des lithosols où la végétation herbacée a du mal à s'installer et où l'érosion est par endroit très intense. La couche humifère est pauvre avec souvent un humus très peu décomposé. La litière quand elle existe se compose d'aiguilles de pin et de feuilles de chêne vert et d'autres espèces arbustives caractéristiques de la pinède. Ces sols reposent sur les anticlinaux de Chélia et de Khenchela et au cœur du synclical de Djebel Aurès avec un faciès marneux, marno-calcaire et calcaire. Les roches mères sont des calcaires, des marnes, des argiles et parfois du gypse.

Sur le plan analytique, les caractéristiques physico chimiques sont présentées dans le **tableau n° 06**.

Tableau n° 06 : les caractéristiques physique et chimique du sol du site étudié

Type d'analyse		Sol (l'horizon A)	Unité
Granulométrie	Argile	31,5	%
	Limon fin	24,7	%
	Limon grossier	9,3	%
	Sable fin	15,6	%
	Sable grossier	18,9	%
PH		7,97	
CE		0,54	mmhos/cm
Calcaire total		5	%
Carbone organique		7,58	%
Matière organique		13,5	%
Azote totale		0.73	%
C/N		10.38	
CEC		44.8	
Bases échangeables	Na	5.2	meq/100g
	Mg	15.9	meq/100g
	Ca	22.12	meq/100g
	K	1.67	

Le sol sous chêne présente une CEC assez élevée 44.8 mg/100g ; cette valeur indique une fertilité chimique bonne. La valeur de la conductivité électrique est faible (0,54mmhos/cm).

La matière organique s'avère importante, elle est de 13,5% c'est un sol relativement riche en matière organique. Le rapport C/N est de 10,38 et indique une bonne activité biologique. Le pH est basique (7,97) en relation avec une roche mère de type grès calcaire.

Selon le plan typologique, l'existence de grès et calcaire comme roche mère et d'une couverture forestière mixte à imposé dans la région une dynamique de fertilisation ; elle à été suivi dans un deuxième temps par un processus de brunification lié à la végétation forestière (humus mull), ce sol appartient à la classe des sols fersialitiques brunifiés. (**DUCHAUFOR, 1977**).

I.4- La végétation :

D'après le dernier aménagement effectué par le **B.N.E.F (1984)**, les maquis à dominance de chêne vert occupent une superficie de 15 254.24 ha. En plus de la cédraie et de la pinède de la région, en lisière, une strate arbustive s'individualise en un véritable manteau bien représenté par des espèces xérophiles et calcicoles. Le sylvo faciès conduit et contrôlé par des coupes rases a favorisé l'extension et la croissance du chêne vert qui a envahit toute la zone (**BENTOUATI. 2006**).

Dans les stations fraîches, le chêne vert est très présent sous forme de taillis, on y rencontre aussi le Diss (*Ampelodesma mauritanica*), la filaire (*Phyllaria angustifolia*), le romarin (*Rosmarinus officinalis*), la globulaire (*Globularia alypum*) et l'oléastre.



Figure n° 05 : Vue général du taillis dans le massif O. yagoub

II- METHODES

II.1- Récoltes des données sur terrain :

La détermination de la biomasse résulte de la récolte et de la pesée des peuplements forestiers, cette opération est ardue et souvent confrontée à deux difficultés : l'une strictement matériel relative à la masse du travail requise pour établir les biomasses individuelles ; l'autre concerne l'extrapolation des résultats individuels au peuplement entier, ce qui suppose l'abattage d'un nombre important d'arbres. (EZZAHIRI et BELGHAZI, 2002). Suivant plusieurs travaux ; AUCLAIR, et METAYER, (1980) et EZZAHIRI et BELGHAZI, (2002) nous avons retenue la méthode d'analyse dimensionnelle dans la détermination de la biomasse. Cette dernière comporte deux phases :

* La phase destructive qui consiste en une mesure directe, sur un lot de brins abattus, des biomasses et des paramètres morpho métriques facilement mesurables ;

* La phase non destructive qui consiste à estimer indirectement les biomasses des arbres sur pieds à l'intérieur de placettes échantillon, auxquelles on applique en suite les méthodes de prédiction établies sur les échantillons de brins abattus.

En l'absence de placettes permanentes dans les peuplements du massif d'Oueld yagoub, nous avons utilisé des données issues de placettes temporaires qui constituent le seul matériel disponible qui nous permet d'avoir accès indirectement à la production totale par l'utilisation de la hauteur dominante à un âge de référence (BENTOUATI, 2006). La première placette a été choisie d'une manière aléatoire.

Il existe plusieurs formes géométriques utilisées pour les placettes expérimentales (carré, cercle, bandes...etc.). Pour notre travail, nous avons opté pour des placettes de forme circulaire de 10 ares que nous avons matérialisées au centre de chaque peuplement.

La récolte des données a porté sur des renseignements de situation générale, dendrométriques, topographique relative à une fiche de pointage (**annexe n° 01**).

Les données prélevées sur le terrain sont relatives aux caractéristiques stationnelles (altitude, exposition, pente) et aux mesures à caractère dendrométriques (Diamètres à 1,30m, circonférence à 1,30m, hauteur...etc.).

Le prélèvement de l'information a été effectué à l'intérieur de 20 placettes circulaires de 10 ares, 17.86 m de rayon réparties d'une manière aléatoire sur le terrain.

Les 20 placettes sont échantillonnées de manière représentative des conditions stationnelles (variables au niveau du peuplement du point de vue croissance et milieu écologique) soit 10 placettes dans la série Djebel Feraoun et 10 placettes dans la série Djebel Aourès.

II.2- Variables dendrométriques :

A l'intérieur des 20 placettes échantillonnées, 10 placettes de 5 ares sont choisies pour établir un inventaire systématique complet qui va nous servir à déterminer la production en volume et celle de la croissance en hauteur.

Au niveau de ces placettes nous avons déterminé le nombre de cépées de la placette, le nombre de brin de chaque cépée, la circonférence de tous les brins à deux niveaux (0,30m et 1,30 m) et La hauteur de tous les brins ayant 1,30m et plus pour chaque cépée.

II.3- Variables pondérales

Sur les 20 placettes retenues, nous avons choisi 60 brins dominants à raison de 3 brins par placette. Ces brins ont fait l'objet de mesures suivantes :

Pour les 60 brins abattus, il s'agit de séparer les différentes parties du brin (tronc, branches, rameaux et feuilles) et de prélever les informations suivantes

* Tronc du brin : les brins sont coupés à 0.30 cm du sol et débranchés, puis pesés sur place pour connaître leur poids frais.

Cette partie du brin est débitée en billons de 50 cm et à chaque niveau de découpe une rondelle a été prélevée. Celle-ci est pesée par place à l'état frais puis mise en sachet afin d'être étuvée au laboratoire avant de déterminer le poids sec.

* Branches : après abattage les branches sont isolées et mesurées sur place à l'état frais, puis l'enlèvement de toutes les feuilles.

* Feuilles : Après abattage et effeuillage des branches et des rameaux manuellement, une pesée fraîche séparée des rameaux et feuilles a été effectuée sur place pour connaître le poids frais des feuilles. Un échantillon de 100 g a été retenu dans des sachets et séché.

Les rondelles et les échantillons des feuilles prélevés ont été transportés au laboratoire et séchés à l'étuve pendant 24 heures à 105 °C.

Après 24 heures à l'étuve les échantillons ont été pesés.

II.4- Les variables transformées :

- **La surface terrière à l'hectare (G/ha)** : la surface terrière est un excellent critère de la densité du peuplement de sa croissance et du volume sur pied (NEDJAH, 1988) ; (M'HIRIT, 1982), elle est calculée par la formule suivante :

$$G / ha = \frac{100 \times \pi}{4S} \times \sum Di^2$$

Di : diamètre du brin à 1,30m du sol
S : surface de la placette (0,05 ha).

- Nombre de brin à l'hectare :

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

n : Nombre de brins de la placette

S : surface de la placette (0,05 ha).

- La hauteur dominante (hd) :

La hauteur dominante est un critère indirect de la fertilité de la station (**M' HIRIT, 1982**) On ce qui nous concerne, et suivant plusieurs travaux tel que **AUCLAIR, et METAYER, (1980)**, et **EZZAHIRI et BELGHAZI, (2002)**, la hauteur représente la moyenne des 3 plus gros brins de la placette.

- Le volume :

Le volume a été calculé pour les 60 brins abattus à partir de la formule de SMALIAN

$$V = \frac{S_1 + S_2}{2} \times L$$

S₁, S₂ : les sections des deux extrémités

L : la longueur de billon.

- Le poids sec du brin :

Les poids frais (pfi) et secs (psi) des échantillons de diamètre i permettent de passer au poids sec (Ps) du brin par la formule (**AUCLAIR et METAYER, 1980**) :

$$PS = \sum_i PFi \times \frac{PSi}{PFi}$$

Selon les mêmes auteurs, la variabilité du pourcentage en eau le long du brin laisse supposer que la détermination du poids sec nécessite le prélèvement de rondelles à plusieurs niveaux.

A cette fin, on peut déterminer les écarts atteints selon la méthode utilisée par le rapport (**MIGLIORETTI, 1987**).

$$\frac{PS - PSr}{PS}$$

PS : Poids sec estimé à partir de toutes les rondelles prise du bran

PSr : Poids sec estimé à partir d'une seule rondelle

La rondelle choisie pour les calculs est celle situé à 1.30 m

Alors :

$$PSB = \frac{PFB \times PSr(1.30)}{PFr(1.30)}$$

PSB : Le poids sec du brin.

PSr : Le poids sec de la rondelle à 1.30 m.

PFr : Le poids frais de la rondelle à 1.30 m.

PFB : Le poids frais du brin.

- Le poids sec des feuilles :

$$PSF = \frac{PFFx 100}{PS_{100}}$$

PSF : le poids sec des feuilles.

PFF : Le poids frais total des feuilles.

PS₁₀₀ : le poids sec de 100g prélevé.

- Accroissement moyen en volume AMV :

C'est le volume à l'hectare sur l'âge

$$AMV = \frac{V / ha}{Age}$$

V /ha : volume par hectare

Age : ans

L'âge du taillis a été défini par le nombre de cerne de la rondelle prélevé à 0,30 cm, sur les brins dominants par placette ; ainsi que l'accroissement courant qui est obtenu par mesure de l'épaisseur des 10 derniers cernes mesurés sur la même rondelle.

-Coefficient de variation et écart type résiduel :

$$Sr = \sqrt{\frac{1}{n - p - 1} \sum (V_i - \bar{V})^2}$$

Sr : Ecart type résiduel.

V_i : Volume observé.

\bar{V} : Volume estimé.

n : Total des arbres.

p : Nombre des variables explicatives.

$$CV = \frac{[100Sr]}{\bar{V}}$$

CV : Coefficient de variation. **Sr** : Ecart type résiduel.

\bar{V} : Volume moyen.

- **Elaboration des tarifs en biomasse et en volume du brin :**

Pour l'estimation de la biomasse du taillis ; l'ajustement par régression liant le poids sec ou le volume du brin à sa circonférence à 1.30 m est celle qui a été retenue (MIGLIORETTI, 1987)

Les équations étudiées se présentent sous la forme :

$$Y = a + bc^2 \quad \text{et}$$

$$Y = a c^b$$

Y : Poids sec, Volume...

a et **b** : Les coefficients de régression de l'équation.

CHAPITRE III :

RESULTATS et DISCUSSIONS

III – Résultats et discussions :

Au terme de cette étude sur les potentialités du chêne vert, 3 principaux aspects ont été traités :

- L'estimation de la biomasse du brin (tronc et feuilles), de la biomasse totale et du volume par l'élaboration des tarifs.
- La modélisation de la croissance en hauteur.
- La modélisation de la biomasse ligneuse.

1- Caractéristiques dendrométriques des brins échantillonnés:

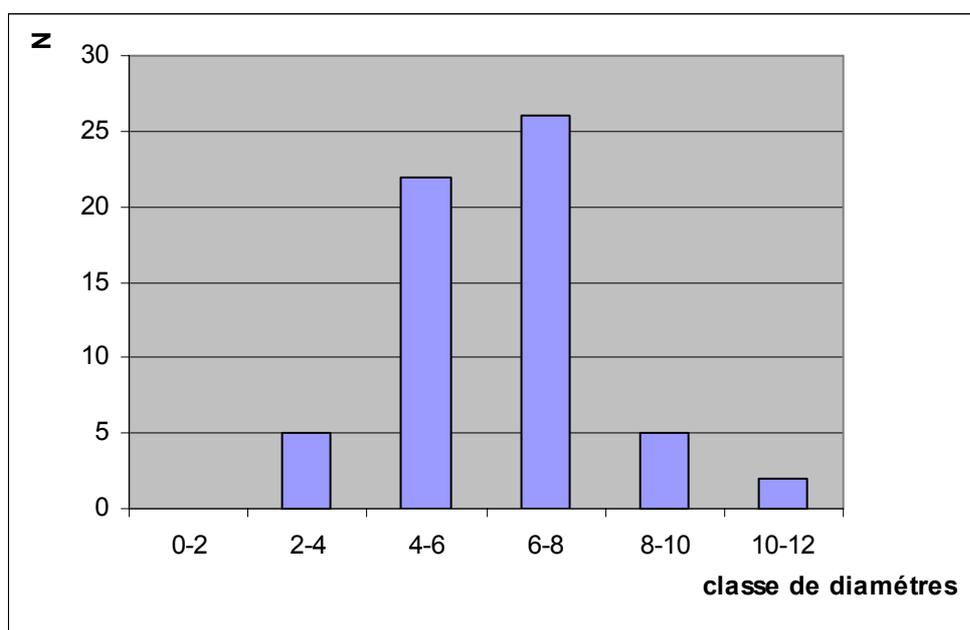


Figure n° 06 : Structure de l'échantillon brins

D'une manière globale l'échantillon expérimental présente une certaine symétrie. Nous remarquons que les diamètres les plus représentatifs appartiennent à l'intervalle 4 à 8 cm, par contre les diamètres extrêmes sont très peu représentés (< 4 cm et > 8 cm). Cet état de fait est probablement dû au furtage des gros brins (**figure n° 06**).

L'échantillon est relativement jeune. En moyenne, cet âge est approximativement de 30 ans. Les brins qui le composent présentent un écart-type de 4,42 ce qui correspond à un coefficient de variation de 15 %. Les valeurs rapportées dans le **tableau n° 7** sont le résultat des calculs effectués sur les 60 brins échantillonnés. Il ressort une grande variabilité des valeurs moyennes mesurées d'un paramètre à l'autre. L'écart le plus faible se situe au niveau volume avec un écart-type peu significatif alors que le poids est le paramètre où on note le plus grand nombre de fluctuations. Signalons enfin que la hauteur dominante, qui

caractérise au mieux la fertilité des stations, se distingue par une faible hétérogénéité des peuplements étudiés (**tableau n° 07**).

Tableau n° 07 : caractéristiques dendrométriques des brins échantillonnés

Désignation	N Actifs	Moyenne	Minimum	Maximum	Ec-Type
Age (ans)	60	30	19,00	39,00	4,42
C 0.30 (cm)	60	26,35	16,00	41,00	5,47
C1,30(cm)	60	19,69	11,80	34,50	5,25
ACCR(mm/an)	60	11,27	5,70	18,00	2,43
Hd(m)	60	3,00	2,42	3,49	1,84
PFB (gr)	60	11 695,31	1 560,00	34 348,00	8 578,00
PSB (gr)	60	8 884,99	1 310,40	33 032,54	6 709,78
PFF (gr)	60	1 753,32	330,00	5 163,00	1 072,35
PSF (gr)	60	903,04	200,31	2 374,98	529,87
V (m³)	60	0,008	0,003	0,026	0,005

2- Modèle ajusté du volume des brins :

A partir du volume calculé pour chaque brin par la formule de SMALLIAN, nous avons établis une relation entre le volume et la circonférence à 1.30m. L'ajustement du tarif de cubage s'est opéré à partir des données obtenues par la méthode directe. L'équation qui a été retenue est celle qui traduit au mieux la relation entre le volume des billons et la circonférence. Cette équation s'écrit :

$$V = 0.000113 + 0.000017 C^2 (R^2 = 0,95).$$

V : volume estimé ;

C : la circonférence à 1,30 m;

R²: Coefficient de détermination

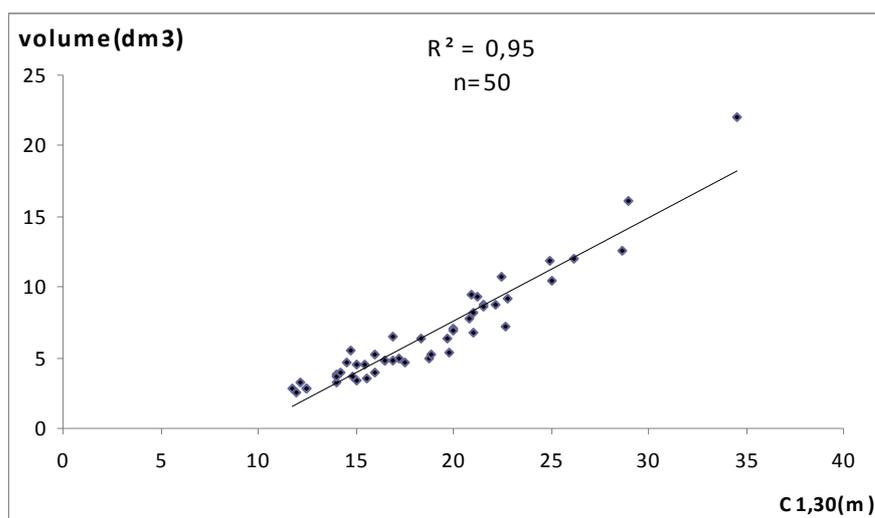


Figure n° 07 : Distribution du volume des brins en fonction des circonférences

La **figure n° 07** illustre parfaitement l'existence d'une relation unique entre le volume et la circonférence pour ce type de tarif étant donné que le volume des brins est équitablement réparti de part et d'autre de la droite de régression et le plus gros du nuage de points est celui qui correspond à des circonférences comprises entre 10 et 25 cm, ce qui montre une certaine homogénéité pour les circonférences. Ceci est dû en partie aux conditions homogènes de milieu dans lesquelles croissent les cépées du taillis.

3- Tarif biomasse de brin :

Comme pour les tarifs de cubage, un grand nombre de modèles traduisant la relation entre le poids et les caractéristiques de l'arbre existent en sylviculture. On peut rencontrer ces modèles sous deux formes différentes : une forme avec deux ou plusieurs variables appelée forme polynomiale et une forme allométrique qui nécessite des transformations logarithmiques. (BELGHAZI et al, 2001).

Dans cette étude, nous avons ajusté le modèle allométrique qui est de la forme :

$$PS = a_0 c^b$$

PS : poids sec de l'organe (g).

C : circonférence à 1,30 m du même brin en (m).

a₀, b : coefficients de régression.

L'ajustement de 48 brins représentatifs à l'ensemble du taillis dont les circonférences à 1.30m a donné l'équation suivante :

$$PSB = 4.81 C^{2.44} \quad (R^2 = 0.81)$$

PSB : Biomasse sèche de brin
C : Circonférence à 1,30 m.

La même équation a été utilisée par d'autres auteurs sur la biomasse du brin. La **figure n° 08** représente Le nuage de points établi à partir de l'équation précédente.

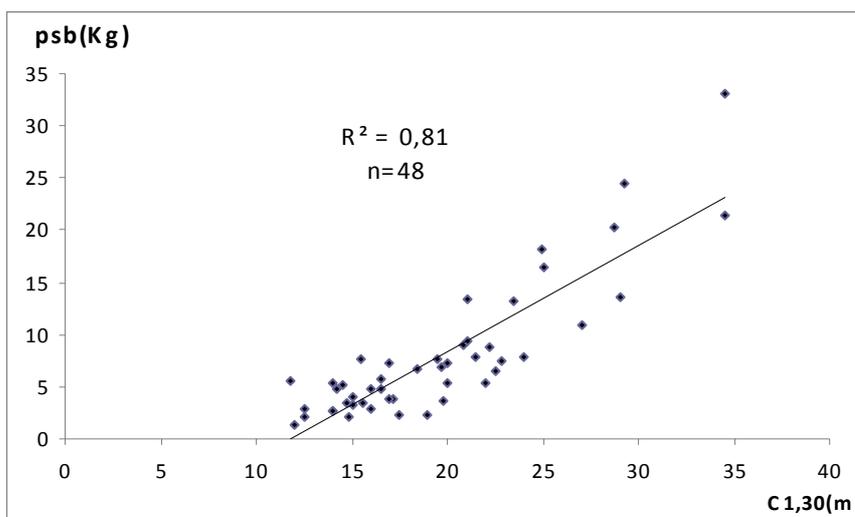


Figure n° 08 : Distribution du poids sec des brins en fonction des circonférences

Le poids sec des brins en fonction de leur circonférence montre une distribution normale autour de la droite de régression moyenne. Ceci donne une idée sur l'homogénéité du poids des brins issus des cépées prises en compte.

Le coefficient ($R^2 = 0.81$) est jugé suffisant pour ne pas introduire d'autres variables supplémentaires qui pourraient dans la pratique représenter un surcroît de mesures (telle que la hauteur). La **figure n° 08** visualise graphiquement l'équation correspondant à la corrélation entre la biomasse et la circonférence du brin à 1.30 m.

4- Tarif biomasse feuilles :

De même que l'estimation de la biomasse du brin nous avons également établi une relation liant le poids sec des feuilles et la circonférence à 1.30m. Nous avons cherché s'il existe une relation entre le poids sec des feuilles et la circonférence, le modèle que nous avons utilisé répond à cette interrogation, et l'ajustement entre ces deux paramètres par le modèle polynomiale à donné l'équation suivante

$$\text{PSF} = 85.41 + 1.81 C^2 \quad (R^2 = 0.75)$$

PSF : biomasse sèche des feuilles ;
C : Circonférence à 1,30m.

Nous signalons que ce même modèle a été utilisé par **LAAMOURI (2001)**, et **FERCHICHI et al, (1988)** en Tunisie sur l'*Acacia saligna* dans l'estimation de la biomasse foliaire.

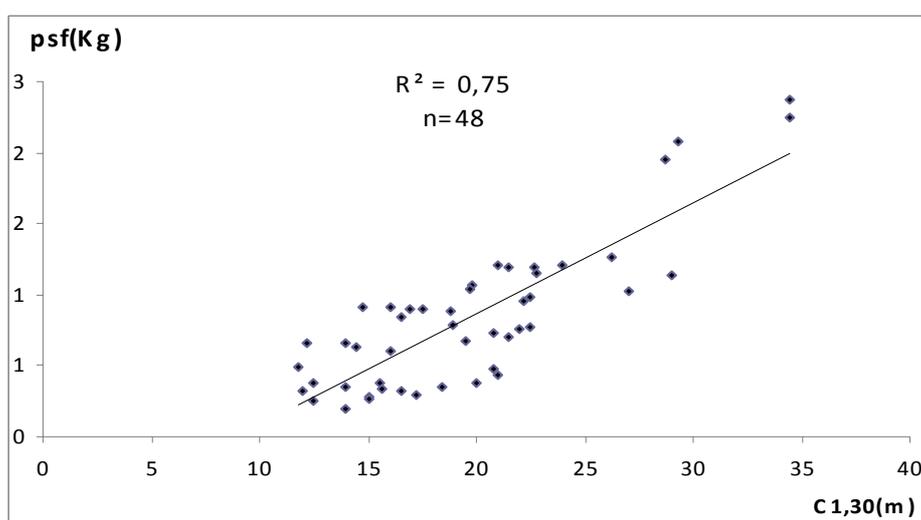


Figure n° 09 : Distribution du poids sec des feuilles en fonction des circonférences

Le choix de ce modèle représenté par la **figure n°9** présente un ajustement acceptable, il apparaît que le nuage de points représenté par le poids sec et correctement répartis et présente une forte linéarité entre le poids des feuilles et la circonférence.

5- Relation entre le volume du brin et son poids :

Dans la même optique, nous également cherché s'il existe une relation entre le volume du brin et son poids, l'équation adopté est de type polynomiale de la forme :

$$V = -0,355 + 1,238 \text{ PSB} \quad (R^2 = 0,73)$$

PSB : poids sec du brin en Kg ;

V : Volume de brin en dm^3

Elle montre en effet une forte liaison entre le poids et le volume. (**Figure n° 10**). Toute fois, il faut remarquer que la majorité des points relevés se concentre de 5 à 10 Kg et dm^3 pour les deux paramètres. Les valeurs maximales sont limitées et le nuage de points dépasse de très peu la valeur de 15. Cet état de fait résulte probablement de des contraintes de l'échantillonnage

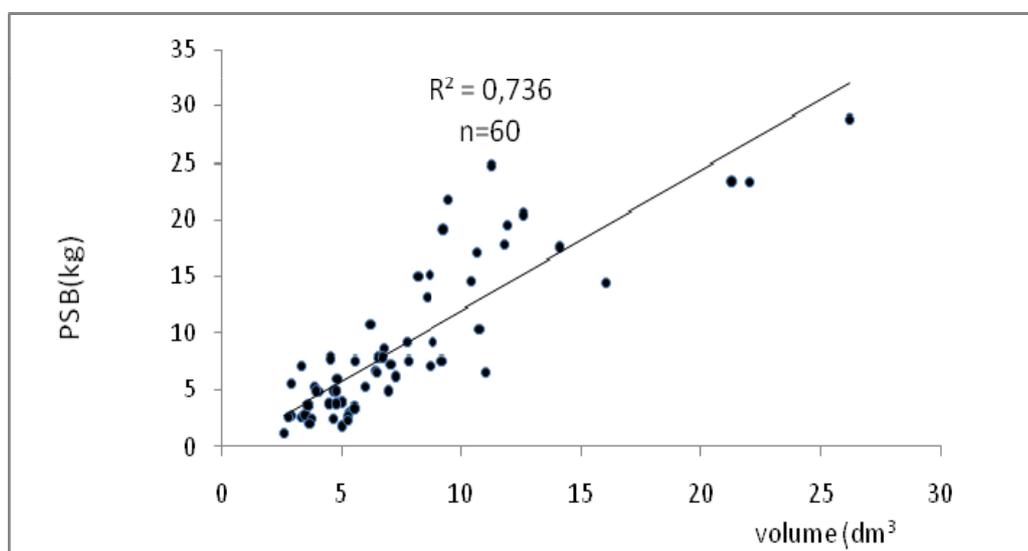


Figure n° 10 : Distribution du poids sec du brin en fonction du volume

6- Production moyenne en biomasse :

La détermination de la biomasse sèche par placette et par hectare s'est faite grâce à des équations des droites de régression appliquées à l'ensemble des 21120 brins de toutes les placettes par la mesure des circonférences à 1,30 m et au calcul de la biomasse des brins et des feuilles (**tableau n° 08**) et (**tableau n° 09**) .

Tableau n° 08 : Paramètres statistiques descriptives

Paramètres Statistiques Descriptives					
	N Actifs	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
Nombre de cépées/placette	10	11,30	8	15	2,11
C_{1,30m} (cm)	10	13,70	12,31	15,80	1,01
Age (an)	10	27	24	30	2,06
Hauteur dominante (m)	10	3,01	2,42	3,49	0,43
Dg (cm)	10	4,78	4,30	5,40	0,34
G/ha (m²/ha)	10	20,78	10,90	35,16	7,40
Nombre de brins/ha	10	106,10	79,00	133,00	17,09
Nombre de brins/placette	10	60,18	48,40	69,80	8,65
V/ha (dm³/ha)	10	8,41	6,07	12,39	1,89
psb/ha (gr)	10	105,50	101,00	110,00	3,03
psf/ha (gr)	10	401,90	101	944,18	388,11
Pst (gr)	10	105,50	101	110	3,04
P (m³/ha/an)	10	0,0008	0,0006	0,0011	0,0001
Amv (m³/ha/an)	10	0,31	0,21	0,48	0,077

Tableau n° 09 : Tableau récapitulatif des résultats

N° Placette	Nbre Cépée/P	C _{1,30}	Age (an)	Hd (m)	Dg (cm)	G/HA (m ² /ha)	Nbre B/P	Nbre Brin/Ha	volume/ha (m ³ /ha)	PSB (kg/ha)	PSF (kg/ha)	Poids (kg/ha)	Poids (t/ha)	Amv (m ³ /ha/an)
1	15	12,5	25	3,3	4,4	26,56	133	2660	8,83	8 275,27	1 135,31	9 410,58	9,41	0,38
2	11	14,55	27	2,45	5	18,91	98	1960	8,47	8 372,37	1 045,10	9 417,47	9,42	0,35
3	12	14,16	30	3,48	5,2	25,71	111	2220	10,14	10 393,88	1 242,94	11 636,82	11,64	0,39
4	13	13,47	27	2,62	4,7	24,58	119	2380	9,09	8 816,85	1 142,60	9 959,45	9,96	0,37
5	9	13,56	24	3,49	4,8	14,39	89	1780	7,11	7 072,22	887,14	7 959,37	7,96	0,33
6	13	15,8	26	2,42	5,4	35,16	124	2480	12,39	12 651,58	1 501,14	14 152,72	14,15	0,54
7	12	13,04	29	3,29	4,5	21,63	116	2320	8,23	7 818,17	1 046,22	8 864,39	8,86	0,31
8	10	13,84	29	3,41	4,8	16,47	96	1920	7,54	7 340,04	944,18	8 284,21	8,28	0,29
9	8	13,82	27	2,71	4,7	10,90	79	1580	6,07	5 817,80	762,62	6 580,42	6,58	0,24
10	10	12,31	30	2,92	4,3	13,51	96	1920	6,23	5 829,61	804,09	6 633,70	6,63	0,22
Somme							1061	21220	84,10	82 387,78	10 511,34	92 899,13	92,90	3,41
Moyenne							106,100	2122	8,410	8238,778	1051,134	9289,913	9,29	0,34

Pour un total de 21220 brins, les résultats obtenus montrent que pour notre région d'étude, l'âge moyen des cépées est de 27 ans (**tableau n° 08**), la hauteur dominante est de l'ordre de 03 m. Le nombre de brins est variable selon les placettes, il varie de 1580 pour la placette 9 à 2660 pour la placette 1. Le volume total est de 84,10 m³/ha pour une moyenne de 8,41m³/ha. Il varie de 6,07 pour la placette 9 à 12,39 pour la placette 6.

La production moyenne varie également selon la placette de 0,22 m³/ha/an pour la placette 10 à 0,54 pour la placette 6. Elle est en moyenne pour l'ensemble des placettes échantillonnées de 0,34 m³/ha de 3,41 t/ha.

On constate par ailleurs que la placette 6 est celle où la production est la plus importante Ceci est du au nombre important de brins qu'elle compose mais surtout à la présence de brins de diamètres supérieurs à la moyenne. Dans cette placette le diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne est le plus important (5,39 cm) relativement aux autres relevés.

Nous arrivons ainsi, après ces calculs, à une production moyenne en biomasse du taillis de l'ordre de 9,29 tonnes de matière sèche à l'hectare. Cette matière sèche est répartie entre le bois des brins qui totalise de 8,23 tonnes à l'hectare et les feuilles qui produisent environ 1,05 tonnes à l'hectare.

La production obtenue dans notre site reste trop faible par rapport à celles obtenues dans d'autres pays de la Méditerranée, les valeurs de la biomasse varient entre 20 tonnes à l'hectare au Moyen Atlas marocain (**MAKHLOUFI, 1992**) et 150 tonnes à l'hectare en Italie (**RAPP et LEONARDI, 1990**).cette faiblesse de la production de notre site est peut être liée à l'inexistence de traitements sylvicoles adéquats et la mauvaise utilisation de ces taillis par les populations riveraines. Par contre pour la biomasse foliaire, les résultats que nous avons trouvés montrent que celle-ci est assez élevée comparativement à celle trouvée par **EZZAHIRI et BELGHAZI (2002)** pour le massif forestier d'El Ayet au Maroc (0,77 tonnes à l'hectare).

Concernant la production en volume, elle varie de 0,22 m³/ha/an à 0,54 m³/ha/an ; avec un accroissement moyen de 0,31 m³/ha/an pour le taillis de chêne vert dans la placette échantillonné (**tableau n° 09**).

Cette production reste aussi relativement faible par rapport à d'autres travaux similaires : En France **MIGLIORETTI, (1987)** rapporte que le chêne vert a une production moyenne annuelle en volume qui varie entre 1.9 m³/ha/an et 4.3 m³/ha/an.

La faible production en biomasse de notre taillis est due en grande partie à la mauvaise qualité de la station. En effet, le chêne vert y est enclavé est subit depuis fort longtemps une pression anthropique intense et une surexploitation de par la population.

D'autre part les valeurs obtenues par les autres travaux ont été établies sur la base de données Liées sur des gros troncs dont le diamètre à un 1,30m est supérieur à 8 cm.

7- Croissance de la hauteur dominante :

A partir de la modélisation sur les couples hauteur dominante/âge, nous avons tracé la courbe ci-dessous (**figure n° 11**). Cette courbe montre que l'accroissement en hauteur du chêne vert est faible (2,25 cm/an). Alors qu'en France la hauteur moyenne à l'âge de 45 ans atteint 4 m (**MIGLIORETTI, 1987**), elle n'est que de 3 m pour notre région au même âge.

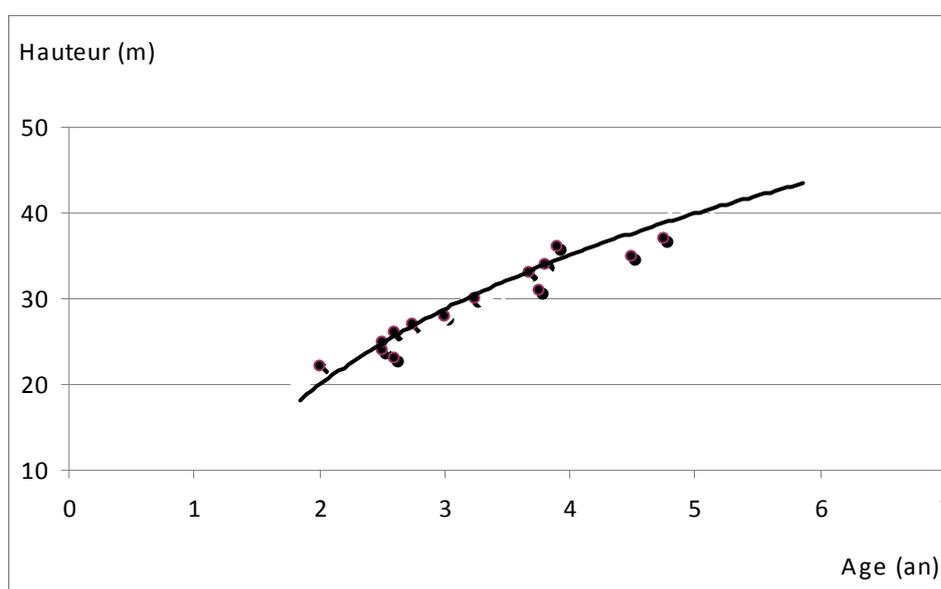


Figure n° 11 : Croissance en hauteur avec l'âge de taillis

Choisir un modèle de croissance et un âge de référence sont les éléments de base pour définir l'indice de fertilité (**BELGHAZI et al., 2000**). Plusieurs modèles mathématiques ont été utilisés pour étudier l'évolution de la hauteur en fonction de l'âge (**figure n° 11**) (modèle de croissance hauteur – âge) (**M'HIRIT, 1982**).

A partir du couple hauteur/âge, nous avons modélisé la croissance de la hauteur dominante en se servant du modèle allométrique.

Dans notre cas, pour la fixation des niveaux de productivité, nous avons utilisé le modèle :

$$B = K_1 * (1 - \exp(-K_2 * \text{age}))^{K_3}$$

K_1, K_2, K_3 : Paramètres libres qui dépendent du brin, ils représentent la hauteur du brin atteinte à un âge de référence.

$K_1 = 143.8$
 $K_2 = 0.002714$
 $K_3 = 1.477247$

Alors:

$$hd = 143,8 * (1 - \exp(-0,002714 * \text{age}))^{1,477247}$$

La qualité de l'ajustement du modèle par rapport au faisceau expérimental est fournie par la variance expliquée $R^2=0,92$, la valeur de cette variance indique qu'il y a une bonne adéquation du modèle choisi avec des données expérimentales.

Elle montre une croissance en hauteur normale mais relativement lente pour les taillis mesurés. Cette croissance en hauteur est de 8 m à l'âge de 20 ans et elle dépasse légèrement les 14 m à l'âge de 50 ans. Cette croissance lente est probablement due aux conditions climatiques semi arides de la région et à la nature du sol.

7.1- Détermination des classes de fertilité :

A partir de l'indice de station pris à 30 ans, trois classes de croissance de valeur moyenne ont été définies et choisies d'une façon arbitraire. Comme l'âge de référence est pris à 30 ans, la hauteur estimée a varié de 02 à 04 mètres avec une moyenne de 03 mètres.

L'indice de site à l'âge de référence obtenu à partir de la courbe moyenne étant de 03 mètres, 03 classes de fertilité ont été choisies : **(tableau n° 10)**

- Une classe 1 de fertilité, dont l'indice de site I_0 est inférieur à 02 mètres.
- Une classe 2 dont l'indice I_0 est comprise entre 2 et 3 mètres
- Une classe de fertilité 3 dont l'indice de site est comprise entre 03 et 04 mètres.

Tableau n° 10 : Les classes de croissance et leurs caractéristiques

Classe de croissance	SI30 moyen	Observations
Classe1	2	Fertilité moyenne
Classe2	3	Fertilité bonne
Classe3	4	Fertilité faible

Les classes de croissance sont matérialisées par des courbes qui reflètent les différents niveaux de productivités (**figure n° 12**).

7.2- Courbes de fertilité :

La détermination des courbes de fertilité résulte de l'application de l'équation qui exprime la hauteur dominante en fonction de l'indice de site et de l'âge.

La **figure n° 12** présente les différentes courbes de croissance correspondant aux 03 classes de fertilité identifiées.

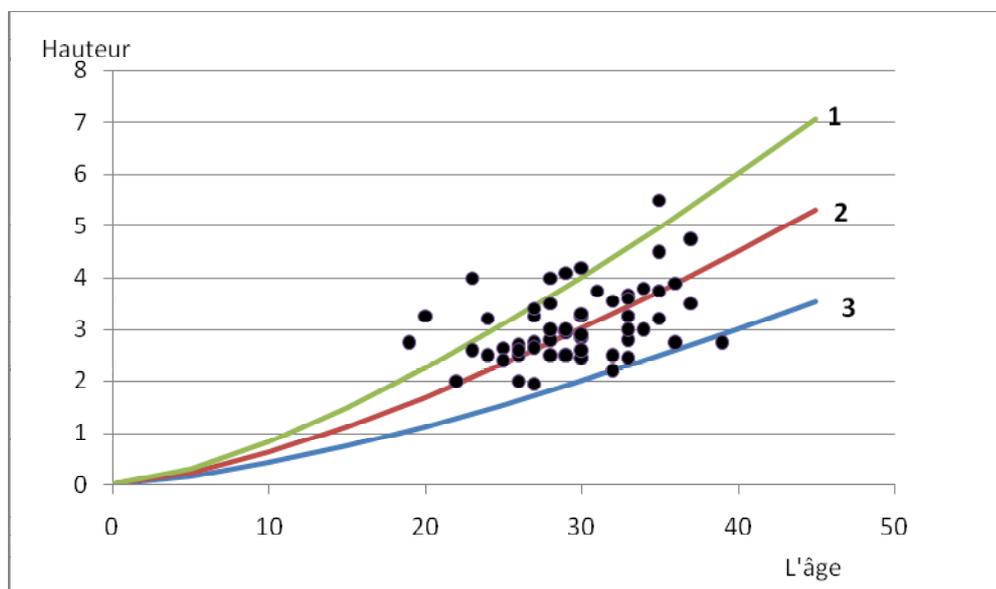


Figure n° 12 : Courbes de croissance des brins par classe de fertilité.

Les faisceaux des courbes de fertilité indiquent que la plupart des brins ont une tranche d'âge comprise entre 25 et 40 ans. Cependant, la hauteur moyenne pour chaque classe de fertilité est différente. Ainsi, si pour la première classe, cette hauteur est inférieure à 2 m, elle est comprise entre 3 et 4 m pour la 3^{ème} classe de fertilité pour le même âge et les mêmes conditions du milieu.

8- Modèle de croissance en biomasse :

Pour décrire la croissance en biomasse, nous avons utilisé le modèle logistique généralisé comme **PAGES (1985)** dans les taillis de robinier.

$$B = K_1 A^{K_2}$$

B : Biomasse sèche en t/ha.

K₁ : 0,216583

K₂ : 1,112454

A : Age.

Alors :

$$\text{Biomasse (t/ha)} = 0,216583 \times \text{Age}^{1,112454}$$

Les points expérimentaux et la courbe ajustée sont présentés sur la figure n°13.

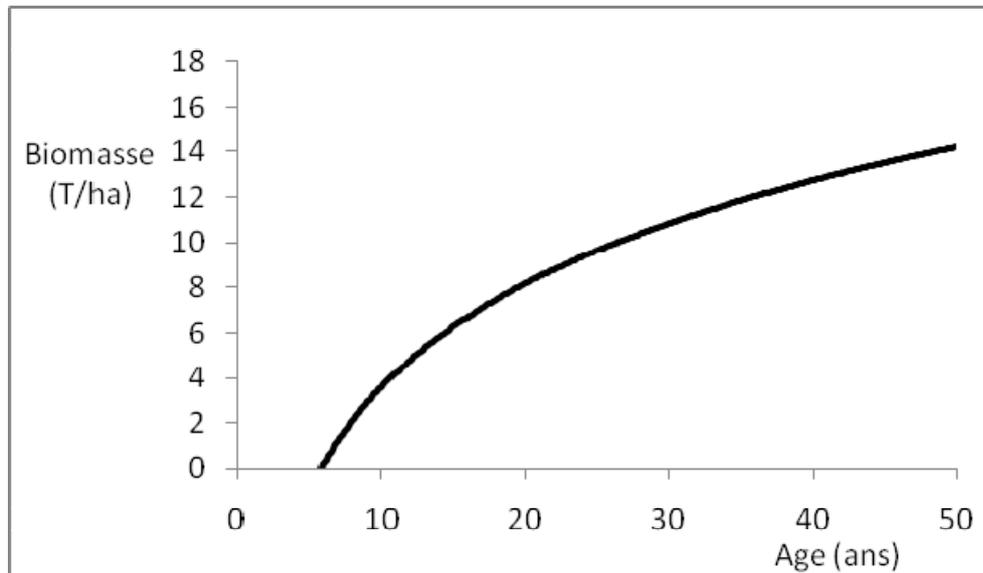


Figure n° 13 : modèle de croissance de la biomasse avec l'âge du taillis.

Ce modèle permet de prévoir la production de notre taillis en fonction de l'âge (**figure n° 13**). Le graphe montre une évolution lente de la biomasse. A l'âge de 30 ans, celle-ci arrive à peine à 10 tonnes par hectare, Toutefois, elle continue d'augmenter mais très faiblement. A partir de 50 ans, le modèle prévoit un pallier de ralentissement de la croissance engendré par le vieillissement du taillis.

09- Modèle de gestion des taillis :

Les résultats obtenus présentent une meilleure corrélation des variables mesurées, La production moyenne à l'hectare en biomasse du taillis de chêne vert est de l'ordre de 9,29 tonnes de matière sèche à l'hectare, cette valeur reste faible si l'on compare avec d'autres résultats obtenus dans d'autres sites sur la biomasse du chêne vert tel que (**MAKHOULFI, 1992**) au Moyen Atlas marocain qui a trouvé 20 tonnes à l'hectare et en France par **MIGLIORETTI, (1987)** une biomasse de 81 tonnes à l'hectare.

Cette faiblesse dans la production est liée en grande partie à la qualité de la station mais aussi au phénomène de compétitions de brins dont la cause principale est la concurrence vitale entre brins d'une même cèpée (présence d'un grand nombre de brins rabourgris et de faibles diamètres). Cet état résulte de l'absence totale des opérations d'entretien et d'amélioration des taillis.

L'accroissement moyen en hauteur est de 0,1 m/an, et l'accroissement en biomasse est de 0,31 t/ha/an, cette valeur est relativement importante par rapport à celle signalée par **EZZAHIRI et al (2002)**, au Maroc où les accroissements en biomasse durant varient de 0,63 t/ha/an à 1,02 t/ha/an.

En matière de gestion sylvicole, Les taillis de chêne vert constituent des formations qui se perpétuent de façon identique. Cette constatation renforce les questions sur la physiologie des souches, leurs vieillissement, l'affranchissement des brins dans une cèpée et la capacité des souches à rejeter après exploitation.

Dans le cas du maintien du taillis, plusieurs questions ont été posées sur les conséquences du vieillissement des taillis, sur la production de bois et sur la vigueur et la pérennité des cèpées? N'y-a-t-il pas des risques de dépérissement et de dégradation? Comment évolue la faculté du chêne vert à rejeter de souches?.

D'autre part ; peut-on améliorer la qualité du taillis par différents modes de traitement comme le dépressage tout en gardant le même régime?.

On peut dire que le dépressage et l'éclaircie ont un effet important sur l'apparition des rejets sur les cèpées partiellement coupées et l'augmentation de la croissance en circonférence et absence d'effet sur la croissance en hauteur.

Les opérations sylvicoles visent l'obtention d'un taillis à la fois perenne et productive sont :

*Des coupes de nettoyage consistent à enlever tous les bois mort, elles permettent de récolter des menus produits.

*Les coupes d'elagage-éclaircie ont pour objectif de débarrasser le taillis des brins surabondants, et de provoquer une augmentation de la croissance en hauteur des brins.

*La coupe de broussaillage, intermédiaire entre deux éclaircies à pour but de favoriser la pénétration de l'air et du soleil dans le couvert, et il s'agit des coupes auxiliaires "d'amélioration" à pour but de constituer des réserves.

La réserve d'un petit nombre de baliveaux bien choisis a aussi été préconisée, afin de produire des gros rondins et même du bois de petite industrie. Et la seule solution vraiment efficace pour améliorer les taillis de chêne vert.

CONCLUSION

L'étude de la biomasse du chêne vert dans le massif d'Ouled Yagoub, fait ressortir que la circonférence à 1,30 m du sol est un bon estimateur de la biomasse des brins et des feuilles. Les modèles allométriques sont ceux qui expliquent le mieux la relation entre la biomasse et la circonférence.

Les données obtenues montrent que la biomasse totale actuelle du taillis est de 9,29 tonnes /ha répartie entre les brins avec 8,23 tonnes/ha et celle des feuilles avec 1,05 tonnes/ha. Ces résultats restent relativement faibles par rapport à d'autres travaux similaires réalisés en France et au Maroc. Ils sont justes supérieurs à ceux obtenus dans la même région mais sur d'autres stations. Mais là, il faut noter que les conditions de croissance ne sont pas les mêmes.

Le modèle pour décrire la production en masse ligneuse est ajusté à partir d'un nombre limité de peuplements (10). Il doit être amélioré par un nombre plus important de relevés. En outre, le modèle de croissance en hauteur reste valable uniquement dans les conditions écologiques de la station et sur les peuplements ayant servi à son élaboration.

Des opérations d'amélioration de dépressage de ces taillis sont nécessaires et même urgente pour garder un potentiel de souches garant de leur perpétuité, et mieux protéger le sol contre l'érosion sont nécessaires.

Enfin, il faut noter que la présente étude a permis de préciser la méthode à suivre pour bâtir des tarifs en biomasse dans les taillis, mais il serait souhaitable de poursuivre ce travail en améliorant l'approche méthodologique par l'introduction d'autres variables du milieu qui permettent d'élargir l'échantillonnage et de définir les contraintes majeures de la variabilité du milieu telles les fertilités des stations. L'introduction des paramètres conforme à la densité des brins ou de souches, ou les facteurs de formes et d'espacement diminuent l'erreur et améliorent les précisions des modèles d'estimations.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUE

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABDESSEMED K., 1981.** Le cèdre de l'Atlas dans le massif des Aurès et du Belezma. Thèse Doct. Fac. St Jérôme, Marseille, 199 p.
- ABDESSEMED K., 1984.** Relation climat-végétation dans le sud constantinois Bult. Soc. Bot. Fr. actual. Bot. (2/3/4), pp.145-155.
- ACHERAR M., RAMBAL S., et LEPART J., 1991.** Evolution du potentiel hydrique foliaire et de la conductance stomatique de quatre chênes méditerranéens lors d'une période de dessèchement. Ann. Sci. For., 48, 5 : 561 – 573.
- ARONSON J., 1995.** L'homme peut-il refaire ce qui a défait. Ed. John LIBBY Eurotext, Paris: 355 - 366
- AUCLAIRE D., METAYER S., 1980.** Méthodologie de la biomasse aérienne sur pied et de la production en biomasse des taillis. Acta Oecol. Plant, 1(4), pp.357-376.
- BARBERO M., LOISEL, 1980.** Le chêne vert en région méditerranéenne. R.F.F (32), n°6, pp. 531-543.
- BARBERO M., 1981.** Les fruticées de la zone bioclimatique méditerranéenne à chêne pubescent : structure, dynamique, zonage, utilisation et protection, Biomasse. Forêt méditerranéenne, T.3, n° 2, pp 101-104.
- BARBERO M., QUEZEL P. et LOIZEL R., 1990.** Les rapports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbation induit par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. Forêt méditerranéenne, XII : 194 – 215.
- BARBERO M., LOIZEL R., et QUEZEL P., 1992.** Biogéography, ecology and history of Mediterranean Quercus ilex ecosystems. Vegetatio 99-100: 19-34.
- BARRY J.P. ; CELLES J.C. et FAUREL L., 1976.** Notice de la carte internationale du tapis végétal et des conditions écologiques. Feuille d'Alger au 1/1000000. C.R.B.T., Alger : 42 p.
- BELGHAZI M., 2000.** Productivité de peuplement de pind 'Alep (*Pinus halpensis* Mill) dans la forêt de Tamza (haut Atlas, Maroc).F. Romane, pp.1-2.
- BELGHAZI M., EZZAHIRI M., AOID S., ET-TOBI M., 2001.** Estimation de la biomasse du chêne vert dans le massif forestier d'Ait Hatem (Oulmes).Ann. Rech. For. Maroc.T(34), pp.9-16.

- BLONDEL J.** et **ARANSON J.**, 1995. Biodiversity and ecosystem function in the Mediterranean basin: Human and non-human determinants. In: G.W DAVIS and RICHARDSON (cords). Biodiversity and ecosystem function in Mediterranean-type ecosystems. Ecological Studies,109. Springer-Verlag , Heidelberg, 43-119
- BENTOUATI A.**, 2006. Etude de la croissance et de la productivité du pin d'Alep (*Pinus halpensis* Mill) dans le massif d'Ouled yagoub et des Beni oudjana.Thèse Doct. Univ. Batna, pp.19-33.
- BENTOUATI A.**, 2010. Document interne; Carte de situation du Massif Ouled yagoub.
- BOUDY P.**, 1950. Economie forestière Nord Africaine. Monographie et traitement des essences forestières. Tome 2. Edition. Larose, pp. 299-372.
- BOUDY P.**, 1955. Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Ed. Larose, Paris, 483 p.
- Bureau National des Etudes Forestières (B.N.E.F.)**, 1984. Rapport de synthèse
- DAHMANI M.** 1997. Le chêne vert en Algérie syntaxonomie, phytoécologie et dynamique des peuplements. Thèse Doct. Univ. Houari Boumediène Alger, pp.01-50.
- DUCHAUFFOUR Ph.**, 1977. Pédologie I. Pédogenèse et classification. Ed. Masson, Paris, 477 p
- DUCREY M.**, 1996. Recherches et expérimentation sur la conduite sylvicole des peuplements de chêne vert. Forêt méditerranéenne XVII, 3 : 151 – 168.
- DUVIGNEAU P.**, 1974. La synthèse Ecologique Edition doin, pp. 57-61.
- EMBERGER L.**, 1939. Aperçu général sur la végétation du Maroc Veroff. Geobot. Inst. Rubel Zurich, 14 : 40 – 157.
- EMBERGER L.**, 1955. Une classification biogéographique des climats. Rev. Trav. Labo. Bot. Geol. Zool. Fac. Sci., Montpellier, 7 : 1 – 43.
- EZZAHIRI M.**, **BELGHAZI B.**, 2002. Biomasse du chêne vert (*Quercus rotundifolia* Lan) en tant que ressource fourragère : exemple des chênaies du Moyen-Atlas, du plateau central et du Maroc Oriental. Sci et Changement planétaire. Sécheresse. 13 (3), p 181.
- FERCHICHI A.**, 1988. Elaboration de tarif biomasse et évaluation de la production fourragère et ligneuse d'*Acacia saligna* en Tunisie aride. CRDA Medinine, Tunisie.
- HALIMI A.**, 1984. L'Atlas blidien. Climats et étages végétaux. Offices des publications universitaires, Alger, 523 p.
- KAZIAOUAL N.**, 1982. Etude phénologique de chêne vert (*Quercus ilex* L) dans le massif d'Elhassasna (W. de Saida). Mem. D'Ing. INA d'Elharach, 90p.

- LAMOURE A., 2001.** Prédiction de la biomasse aérienne d'*Acacia cyanophylla* Lindl à partir de mensuration dimensionnelles. INRA. EDP Science, 2002.
- LEONARDI S. et RAPP M., 1990.** Production de phytomasse et utilisation des bio-éléments lors de la reconstitution d'un taillis de chêne vert. *Acta Oecologica*, 11 (6) : 819 – 834.
- LILLIS M., FONTANELLA A., 1992.** Comparative phénologie and growth in different species of the mediterranean maquis of central Italie. *Vegetatio* 99 – 101 : 83 – 96.
- LOSSAINT P. et RAPP M., 1978.** La forêt méditerranéenne de chaîne vert (*Quercus ilex* L.) in LAMOTTE M. et BOURLIERE F. Problème d'écologie : structure et fonctionnement des écosystème terrestre. Paris, Masson : 129 – 185.
- MAIRE R., 1926.** Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie (notice). Gouv. Gen. Alg. Serv. Cart., Alger : 78 p.
- MAKHLOUFI M., 1992.** Approche méthodologique pour évaluer la phytomasse des taillis de chêne vert dans le Moyen-Atlas central (Forêt de Jbel Aoua). Mémoire de 3^{ème} année cycle ENFP. 87 p
- MERZOUKI A., LOSSAINT P., et RAPP M., 1989.** L'effet d'une à blanc sur la minéralisation de l'azote d'un sol rouge méditerranéen. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, 26 (2) : 133 – 154.
- M'HIRIT O., 1982.** Etude écologique et forestière des céderais du rif marocain. Essai sur une approche multidimensionnelle de la phyto-écologie et de la productivité du Cèdre de l'Atlas. *Ann.Rech. Forest. Du Maroc*. Tome 2, pp. 22-502.
- MIGLIORETTI F., 1987 :** Contribution à l'étude de la production des taillis de chêne vert en forêt de la gardiole de Rians (Var) *Ann. Sci.*, 44 (2), pp. 227-242.
- MIRAULT J., 1996.** Chêne vert et blanc. Aspects phytosanitaires. *Forêt méditerranéenne*, XXII, 3 : 175 – 178.
- MORANDINI R., 1981.** Sylviculture des forêts des chênes méditerranéens. In RFF n° spécial 1981, pp. 140-141.
- PAGES L., 1985.** Lois de croissance en biomasse du taillis : le robinier dans le Val de Loire. *Ann. Sci.for*, 43 (4), pp 533-550.
- PANAOTIS Ch., 1996.** Etude des potentialités de pérennisation du chêne vert (*Quercus ilex* L.) en Corse : Le cas de la forêt du Fango (réserve de l'homme et la biosphère). Thèse Doct. En Sci. Univ. Corse, 259 p.
- PARDE J., 1980.** Les biomasses forestières. INRA, C.N.R.F., Nancy, 54p.
- QUEZEL P., 1976.** Les forets des pourtours méditerranéens : Ecologie, conservation et aménagement. UNESCO, note technique du MAB, 2 : 9 – 33.

- QUEZEL P., 1979.** La région méditerranéenne française et ses essences forestières. Signification écologique dans le contexte circumméditerranéen. Forêt méditerranéenne 1 (1) : 7 – 78.
- ROMANE F., 1987.** Efficacité de la distribution des formes de croissance pour l'analyse de la végétation à l'échelle régionale. Thèse Doct. es. Sci., Marseille.
- RONDEUX J., 1977.** Estimation de la productivité forestière : Principes et méthodes. Ann. De Gembloux, 83, pp: 5-17.
- SALMON Y., 2004.** Déphasages phénologiques chez le chêne vert (*Quercus ilex*) et conséquences fonctionnelles. Mémoire D.E.U.A. Ecole nationale supérieure agronomique Montpellier, pp. 15-17.
- SANTELLI J., 1996.** Choix des objectifs et des modes de traitements des chênaies vertes et pubescentes gênées en région Provence Alpes – Côte d'Azur par l'O.N.F. , forêt méditerranéenne XXII , 3 : 186 – 190.
- SAUVAGE Ch., 1961.** Recherche botanique sur les subéraies marocaines. Trav. Inst. Sci. Chérifien Bot. 21 : 1 -462.
- SELTZER P., 1946.** Le climat de l'Algérie. Institut Météo et physique de Globe. Université d'Alger. 129p.
- STEWAR P., 1969.** Quotient pluviométrique et dégradation de la biosphère. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Du Nord ; Alger, 59 : 14.

ANNEXES

Annexe: Tableau n° 01 (Caractéristiques dendrométriques des brins échantillonnés)

n° placette	brin	Age (an)	C _{0,30} (cm)	C _{1,30} (cm)	Haut (m)	Accr (mm/an)	PF (g)
1	br1	25	25	17,2	2,63	7,6	5460
	br2	23	20,2	12,5	2,6	5,7	3680
	br3	26	16,8	14	2,5	9,4	3140
2	br4	25	26,2	22,7	2,4	10,4	7580
	br5	27	25	19,8	2,75	12	3840
	br6	24	21	18,8	2,5	14	2420
3	br7	33	25,2	20,8	2,8	9,8	10380
	br8	30	23,5	15,5	2,85	10,6	9860
	br9	27	23	14	2,65	9,8	6980
4	br10	27	23	11,8	1,95	13	6960
	br11	32	21,5	15	2,2	9,5	5140
	br12	26	19	15	2,7	10,5	4080
5	br13	30	27	14,7	4,2	13,2	4540
	br14	32	25,2	16	3,55	11,5	3560
	br15	33	23,5	17,5	3,25	12	3280
6	br16	26	25	22	2,6	11	6500
	br17	28	22,9	14	2,5	11,5	3420
	br18	26	18,2	12,5	2	11,2	3200
7	br19	36	22	12,2	2,75	8	9040
	br20	32	22	16	2,5	18	6480
	br21	29	18	15,6	2,95	13	5340
8	br22	28	31	15	2,8	16	14200
	br23	30	29	16,9	2,45	14,8	10220
	br24	29	27	14,5	2,5	12,8	6380
9	br25	29	26	24	3	9,3	8980
	br26	27	26	19,7	3,25	12	8480
	br27	30	22,5	14,22	2,6	13,3	6720
10	br28	30	31	28,7	2,9	14,8	24480
	br29	37	29	26,2	3,5	13,8	24320
	br30	35	26,5	21,5	3,75	10,4	10300
11	br31	24	22,9	16,5	2,5	13,7	8060
	br32	22	21,9	14,8	2	10	2940
	br33	19	16	12	2,75	10,2	1560
12	br34	29	30,2	24,9	4,1	9,3	23500
	br35	28	26,2	20,8	4	6,7	12232
	br36	30	25	21	3,25	11,5	11740
13	br37	36	36	29	3,9	9,7	18584
	br38	24	31	27	3,2	11,5	13540
	br39	28	26,8	22,2	3,5	9,6	12044
14	br40	31	37	21,5	3,75	12,8	28076,14
	br41	34	34,9	20,9	3	14	24565,78
	br42	33	33,8	21,2	3,68	11,2	22724,88
15	br43	35	41	34,5	5,5	10	34348
	br44	35	36,8	34,5	4,5	9,8	33704
	br45	37	34,3	29,3	4,75	6,6	32444
16	br46	23	22,5	20	4	6,8	9644
	br47	28	22,1	18,4	3,5	8,5	8636
	br48	20	19,8	16,5	3,25	12,5	6952
17	br49	30	31	22,5	3,3	11,2	22300
	br50	29	30	21,5	2,5	13,5	20056
	br51	28	29,5	25,1	3	13,5	19576
18	br52	39	32,5	22,8	2,75	11,2	10388
	br53	35	32,2	22,5	3,75	14,7	8664
	br54	33	27,3	20	2,45	14	7080
19	br55	34	26,8	21	3,8	11,4	19428
	br56	33	24	16,9	3,25	8,6	5264
	br57	33	22	18,9	3	10,3	3356
20	br58	33	36,5	23,8	3,6	14,2	22636
	br59	35	25,7	23,5	3,2	9,7	18296
	br60	27	24	19,5	3,4	10,5	10420

Annexe: Tableau n° 01 suite

n° placette	d1 (cm)	d3 (cm)	Ps3 (g)	pfr3(g)	psr3(g)	Pfeui(g)	pf100g	ps100g
1	7,96	5,48	3913,00	60	43	465	100	63,2
	6,43	3,98	2862,22	45	35	385	100	67,4
	5,35	4,46	2637,60	25	21	330	100	60,7
2	8,34	7,23	6424,95	105	89	2040	100	58,7
	7,96	6,31	3544,62	65	60	1855	100	57,4
	6,69	5,99	2057,00	60	51	1645	100	54,1
3	8,03	6,62	7043,57	112	76	1285	100	57,2
	7,48	4,94	7736,31	65	51	755	100	50
	7,32	4,46	5409,50	40	31	655	100	52,6
4	7,32	3,76	5568,00	55	44	760	100	65,4
	6,85	4,78	4009,20	50	39	480	100	58,7
	6,05	4,78	3162,00	40	31	465	100	56
5	8,60	4,68	3461,75	80	61	1860	100	59,9
	8,03	5,10	2788,67	60	47	1680	100	54,1
	7,48	5,57	2230,40	50	34	1615	100	55,7
6	7,96	7,01	5447,62	105	88	1375	100	55,1
	7,29	4,46	2611,64	55	42	1145	100	57,7
	5,80	3,98	2133,33	30	20	700	100	53,5
7	7,01	3,89	7232,00	50	40	1165	100	56,1
	7,01	5,10	4860,00	40	30	990	100	60,8
	5,73	4,97	3382,00	30	19	630	100	54,3
8	9,87	4,78	9940,00	70	49	2200	100	54,9
	9,24	5,38	7300,00	35	25	2195	100	55,5
	8,60	4,62	5104,00	30	24	1155	100	55,2
9	8,28	7,64	7755,45	110	95	2255	100	53,8
	8,28	6,27	6945,52	105	86	2130	100	48,5
	7,17	4,53	4838,40	100	72	1820	100	51
10	9,87	9,14	20357,05	190	158	3630	100	53,7
	9,24	8,34	20706,74	175	149	2420	100	52,4
	8,44	6,85	7847,62	105	80	2175	100	54,7
11	7,29	5,25	5731,56	45	32	1735	100	48,8
	6,97	4,71	2058,00	40	28	1515	100	60
	5,10	3,82	1310,40	25	21	610	100	53,8
12	9,62	7,93	18247,06	170	132	1125	100	44,8
	8,34	6,62	8970,13	90	66	1065	100	44,9
	7,96	6,69	9392,00	65	52	942	100	45,6
13	11,46	9,24	13600,11	220	161	2354	100	48,1
	9,87	8,60	10986,74	175	142	2115	100	48,3
	8,54	7,07	8797,36	115	84	1989	100	47,9
14	11,78	6,85	19965,26	135	96	3233	100	52,3
	11,11	6,66	17007,08	130	90	2984	100	48,6
	10,76	6,75	14820,57	115	75	2820	100	51,6
15	13,06	10,99	33032,54	235	226	5163	100	46
	11,72	10,99	21345,87	270	171	4574	100	49,2
	10,92	9,33	24418,38	190	143	4389	100	47,4
16	7,17	6,37	7301,89	70	53	841	100	41,6
	7,04	5,86	6643,08	65	50	839	100	42,1
	6,31	5,25	4866,40	40	28	762	100	42,8
17	9,87	7,17	16545,16	155	115	1925	100	50,9
	9,55	6,85	14193,48	130	92	1856	100	38,1
	9,39	7,99	16485,05	95	80	1236	100	48,3
18	10,35	7,26	7494,20	140	101	2730	100	42,4
	10,25	7,17	6479,17	115	86	1653	100	46,9
	8,69	6,37	5310,00	80	60	834	100	45,6
19	8,54	6,69	13422,98	110	76	2143	100	56,1
	7,64	5,38	3860,27	60	44	1661	100	54,3
	7,01	6,02	2237,33	45	30	1434	100	54,4
20	11,62	7,58	18421,02	145	118	3841	100	50,8
	8,18	7,48	13204,94	115	83	3176	100	56,3
	7,64	6,21	7641,33	105	77	1395	100	47,9

Annexe

Tableau n° 02 : Caractéristiques dendrométriques de la 1^{ère} classe de fertilité

hr	Age	b1	b2	ho3
2	0	86,2614	0,0000	0,0000
2	5	86,2614	0,0017	0,1490
2	10	86,2614	0,0048	0,4107
2	15	86,2614	0,0086	0,7402
2	20	86,2614	0,0130	1,1209
2	25	86,2614	0,0179	1,5430
2	30	86,2614	0,0232	2,0000
2	35	86,2614	0,0288	2,4867
2	40	86,2614	0,0348	2,9991
2	45	86,2614	0,0410	3,5341
2	50	86,2614	0,0474	4,0889
2	60	86,2614	0,0608	5,2489

Tableau n° 03 : Caractéristiques dendrométriques de la 2^{ème} classe de fertilité

hr	Age	b1	b2	Ho3
3	0	129,3921	0,0000	0,0000
3	5	129,3921	0,0017	0,2236
3	10	129,3921	0,0048	0,6161
3	15	129,3921	0,0086	1,1103
3	20	129,3921	0,0130	1,6813
3	25	129,3921	0,0179	2,3146
3	30	129,3921	0,0232	3,0000
3	35	129,3921	0,0288	3,7300
3	40	129,3921	0,0348	4,4987
3	45	129,3921	0,0410	5,3012

Tableau n° 04 : Caractéristiques dendrométriques de la 3^{ème} classe de fertilité

hr	Age	b1	b2	Ho3
4	0	172,5228	0,0000	0,0000
4	5	172,5228	0,0017	0,2981
4	10	172,5228	0,0048	0,8215
4	15	172,5228	0,0086	1,4803
4	20	172,5228	0,0130	2,2417
4	25	172,5228	0,0179	3,0861
4	30	172,5228	0,0232	4,0000
4	35	172,5228	0,0288	4,9734
4	40	172,5228	0,0348	5,9983
4	45	172,5228	0,0410	7,0682

Annexe : Tableau n°05 (Caractéristiques des 10 placettes)

placette1	Nbre de brin	Moyenne	Minimum	Maximum	Ec-Type
D	133	3,98	0,60	8,60	1,81
VOL	133	0,00	0,00	0,01	0,00
PSB	133	3 111,00	22,56	14 956,49	2 927,62
PSF	133	426,81	91,83	1 405,29	272,55

placette 2	Nbre de brin	Moyenne	Minimum	Maximum	Ec-Type
D	98	4,63	0,80	8,30	1,91
VOL	98	0,00	0,00	0,01	0,00
PSB	98	4 271,62	45,52	13 715,26	3 500,60
PSF	98	533,21	96,83	1 314,81	315,84

placette 3	Nbre de brin	Moyenne	Minimum	Maximum	Ec-Type
D	111	4,65	0,70	10,50	2,24
VOL	111	0,00	0,00	0,02	0,00
PSB	111	4 681,93	32,86	24 341,95	4 575,05
PSF	111	559,88	94,15	2 052,92	396,22

placette 4	Nbre de brin	Moyenne	Minimum	Maximum	Ec-Type
D	119	4,29	0,60	8,10	1,93
VOL	119	0,00	0,00	0,01	0,00
PSB	119	3 704,56	22,56	12 922,81	3 321,00
PSF	119	480,08	91,83	1 256,28	305,51

placette 5	Nbre de brin	Moyenne	Minimum	Maximum	Ec-Type
D	89	4,32	0,50	9,20	2,13
VOL	89	0,00	0,00	0,01	0,00
PSB	89	3 973,16	14,46	17 631,76	4 068,66
PSF	89	498,40	89,87	1 595,88	360,34

placette 6	Nbre de brin	Moyenne	Minimum	Maximum	Ec-Type
D	124	5,03	0,90	9,20	1,96
VOL	124	0,00	0,00	0,01	0,00
PSB	124	5 101,44	60,67	17 631,76	4 062,83
PSF	124	605,30	99,87	1 595,88	354,41

placette 7	Nbre de brin	Moyenne	Minimum	Maximum	Ec-Type
D	116	4,16	0,90	8,40	1,80
VOL	116	0,00	0,00	0,01	0,00
PSB	116	3 369,90	60,67	14 121,96	3 115,28
PSF	116	450,96	99,87	1 344,62	286,64

placette 8	Nbre de brin	Moyenne	Minimum	Maximum	Ec-Type
D	96	4,41	1,00	9,10	1,83
VOL	96	0,00	0,00	0,01	0,00
PSB	96	3 822,94	78,46	17 167,79	3 533,62
PSF	96	491,76	103,26	1 563,23	315,43

placette 9	Nbre de brin	Moyenne	Minimum	Maximum	Ec-Type
D	79	4,40	1,40	8,20	1,71
VOL	79	0,00	0,00	0,01	0,00
PSB	79	3 682,15	178,32	13 315,55	3 087,71
PSF	79	482,67	120,39	1 285,37	281,50

placette 10	Nbre de brin	Moyenne	Minimum	Maximum	Ec-Type
D	96	3,92	0,60	7,60	1,83
VOL	96	0,00	0,00	0,01	0,00
PSB	96	3 036,26	22,56	11 062,13	2 904,36
PSF	96	418,80	91,83	1 116,19	273,98

Résumé

Les potentialités de production d'un taillis de chêne vert à la lisière du massif Ouled Yagoub (Aurès) ont été déterminées à partir de mesures dendrométriques issues de 20 placettes temporaires; ces placettes couvrent toutes les variations du milieu (exposition, pente, altitude) avec un échantillonnage de 60 brins abattus ou coupés à raison de 3 brins par placette.

Pour la détermination de la biomasse, nous avons établi des tarifs spécifiques compartimentée (feuilles, tronc), à partir d'un échantillonnage aléatoire. Ces tarifs permettent d'évaluer la biomasse totale du brin en fonction de la circonférence à 1,30 m ainsi la biomasse réelle à l'hectare.

A partir de ces données nous avons tracé des courbes d'évolution en biomasse et en hauteur, en fonction de l'âge, en leur appliquant un modèle de croissance. On obtient respectivement : Biomasse (t/ha) = $0,112454 \times \text{Age}^{0,216583}$ et $Hd = 143,8 * (1 - \exp(-0,002714 * \text{age}))^{1,477247}$

Les résultats obtenus montrent que la biomasse totale sèche du chêne vert de la zone d'étude est de 9,29 tonnes à l'hectare répartie comme suit : 8,23 tonnes à l'hectare pour les brins et 1,05 tonne à l'hectare pour les feuilles.

Il ressort de cette étude que la circonférence à 1,30 m du sol est un bon facteur d'estimation des biomasses sèches et que les modèles allométriques sont ceux qui s'ajustent le mieux aux données de biomasse.

Mots clés : Taillis - Chêne vert – Production – Biomasse - Ouled Yagoub.

ملخص

تركز هذه الدراسة على معرفة إنتاج و نمو منسغة من البلوط الأخضر في كتلة صخرية في غابة أولاد يعقوب والهدف من ذلك هو تقدير مجموع الكتلة الحيوية باستعمال بعض العوامل المتصلة بالغابة

تم تعيين 20 قطعة حراجية مؤقتة في الميدان بحيث ان هذه القطع تشمل كل متغيرات الوسط (الواجهة، الميل والارتفاع) مع اخذ 60 جذع مقطوع كعينة .

هذه الدراسة بينت أن محيط الجذع على ارتفاع 1,30 متر على سطح الأرض يشكل عامل جيد لتقدير الكتلة الحيوية الجافة ونماذج المغايرة النسبية هي التي تناسب على أفضل البيانات من الكتلة الحيوية، تقدر الكتلة الحيوية الجافة للبلوط الأخضر بـ 9,29 طن للهكتار الواحد موزعة بالشكل التالي : 8,24 طن للهكتار الواحد للجذوع و1,05 طن للهكتار الواحد للأوراق،

الكلمات الدالة : منسغة – البلوط الأخضر – الإنتاج – الكتلة الحيوية – أولاد يعقوب