

N° d'ordre : 10 / 2004 – M / S-N

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE HOUARI BOUMEDIENE
USTHB - ALGER

FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES

THESE

Présentée pour l'obtention du diplôme de

MAGISTER

EN SCIENCES DE LA NATURE

Spécialité : **Ecologie Forestière**

PAR : **Djaffar BOUDERBA**

THEME

**Contribution à l'étude du fonctionnement d'un taillis de chêne
vert (*Quercus ilex*) dans la station expérimentale de Hassasna
(Wilaya de Saïda)**

Soutenue le 07 JUILLET 2004, devant le jury suivant :

Mme – H. KADI – HANIFI, Professeur, USTHB, Alger.....Présidente
Mme – M. DAHMANI, Professeur, USTHB, Alger.....Directrice de thèse
Mme – D. NEDJRAOUI, Professeur, USTHB, Alger.....Examinatrice
Mr – M. MESSAOUDENE, Maître de Recherche, INRF, Tizi-Ouzou..... Examineur
Mr – E. OLDACHE, Maître de Conférence, INA- El-Harrach, Alger..... Examineur

A V A N T - P R O P O S

* * * * *

Je voudrais profiter de l'occasion qui m'est offerte pour exprimer ma vive gratitude à tous ceux qui, de près ou de loin ont contribué à la réalisation de cette étude.

Madame DAHMANI, sans qui ce travail n'aurait jamais vu le jour, qui m'a appris la rationalité scientifique et qui n'a ménagé aucun effort, tant par ses fructueux conseils que par sa précieuse collaboration,

Madame KADI-HANIFI qui m'a accueilli dans son labo et qui me fait l'honneur de présider ce jury,

Madame NEDJRAOUI pour ses conseils et son aide et qui a bien voulu faire partie du jury,

Monsieur METNA et, Monsieur MESSAOUDENE qui a bien voulu accepter de juger ce travail, que je tiens particulièrement à remercier pour leur aide spontanée.

Monsieur HOLDACHE qui me fait l'honneur d'être membre du jury.

Il m'est très pénible d'évoquer Monsieur MEDIOUNI et Monsieur DJEBAÏLI, eux qui étaient à l'origine de ce travail, qui avaient déjà jugé une première partie et dont l'absence, aujourd'hui, se fait sentir cruellement. Parler d'eux au.....passé me semble toujours insolite.

Mes collègues et amis, chercheurs, techniciens et agents de l'ex.URBT, de l'USTHB et de HASSASNA: Challam, Kadik, Sadki, Boughani, Hirèche,Addi,Salamani, Bouzenoune,Addar, Hourizi, Tewfik et Lynda, Larbi, Kouider et Si Ali.

Une amicale et chaleureuse poignée de main à mes compagnons de toujours : Bouikni, Arkoub et Boussouf.

Ma pensée va enfin à ma mère, ma femme et mes filles qui s'étaient résignées à me supporter avec patience et accepter maints sacrifices pour me permettre de terminer.

RESUME

Cette région, à vocation principalement pastorale se trouve confrontée à de rudes conditions écologiques (sécheresse, érosion des sols et surpâturage). Des mutations sociales profondes dues à l'intensification de l'agriculture et de l'industrialisation ont contraint les nomades à abandonner les transhumances au profit d'une sédentarisation qui a entraîné de fortes pressions des troupeaux sur ce milieu, provoquant la dégradation rapide de la végétation. C'est dans ce cadre qu'a été élaboré un projet d'étude de la chênaie verte du semi-aride en vue d'une meilleure connaissance du fonctionnement de cet écosystème, et ce, pour une gestion raisonnée des ressources forestières.

La préservation du taillis étant pratiquement toujours liée à l'équilibre agro-sylvo-pastoral, une l'étude portant sur la croissance de la circonférence des brins du chêne vert a été initiée et mettant en relief l'impact des facteurs climatiques sur les fluctuations du diamètre des brins.

Parallèlement, un suivi sur l'interception des eaux de pluies par le houppier du chêne vert a été réalisé.

Quelques expériences ont été réalisées en vue d'accroître la production pastorale en mobilisant le potentiel végétal par la combinaison de trois traitements : coupe des ligneux bas, fertilisation biologique, et en stimulant le développement de la végétation par fertilisation chimique. Deux techniques de relevés de la végétation ont été utilisées (analyse linéaire et comptage des espèces) pour la détermination du potentiel pastoral exprimé par la valeur, charge et production pastorales.

Mots-clés : *Taillis, accroissement, biomasse, valeur pastorale, production, charge, expériences, chêne vert.*

**ETUDE DU FONCTIONNEMENT D'UN TAILLIS DE CHÊNE
VERT (*QUERCUS ILEX L.*) DANS LA REGION DE HASSASNA
(W. DE SAÏDA)**

**Biomasse, production, accroissement de circonférence des brins
de chêne vert et ressources pastorales.**

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
GENERALITES SUR LE CHENE VERT	3
Chapitre 1 : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	5
1.1. Situation géographique	5
1.2. Caractères orotopographiques et géologiques	6
1.3. Caractères édaphiques	6
1.4. Bioclimat	7
1.4.1. Précipitations.....	7
1.4.2. Températures.....	7
1.4.3. Autres facteurs climatiques.....	7
1.5. Phytogéographie	7
1.6. Végétation	9
1.7. Socio-économie	10
1.8 Choix et caractérisation du site d'étude	12
Chapitre 2 : METHODOLOGIE	14
2.1 Méthodes cartographiques	14
2.1.1 Cartographie de la zone d'étude.....	14
2.1.2 Cartographie des stations.....	16
2.2 Méthodes d'évaluation de la biomasse, la production et l'accroissement de la circonférence des brins du taillis de chêne vert	19
2.2.1 L'évaluation de la biomasse du chêne vert.....	19
2.2.1.2 Méthode directe.....	19
2.2.1.2 Méthodes indirectes.....	19
2.2.2 Méthode d'évaluation de l'accroissement des brins.....	23
2.2.2.1 La croissance en circonférence.....	23
2.2.2.2 Variations de la circonférence des brins.....	26
2.2.3 Traitement des données sur les variations de la circonférence des brins.....	26
2.2.3.1 Variations intragroupe.....	26
2.2.3.2 Variations intergroupe.....	26
2.3 Méthodes d'évaluation des ressources pastorales	27
2.3.1 Choix des parcelles.....	27
2.3.2 L'analyse linéaire.....	27
2.3.3 L'analyse quantitative.....	27
2.3.4 Traitements des parcelles.....	30
2.3.4.1 Coupes.....	30

2.3.4.2 La fertilisation biologique.....	30
2.3.4.3 La fertilisation chimique.....	31

Chapitre 3: BIOMASSE, PRODUCTION ET CROISSANCE DE LA CIRCONFERENCE DES BRINS DU CHENE VERT.....32

3.1 Choix des échantillons.....	32
3.2 Biomasse.....	34
3.3 Circonférences moyennes interannuelles.....	37
3.3.1 Accroissement des brins.....	37
3.3.1.1 Variations interannuelles.....	40
3.3.1.2 Tendence de la variation de la croissance des brins de chaque cépée.....	41
3.3.1.3 Variations intra-annuelles.....	43
3.4 Relation entre les facteurs climatiques et l'accroissement de la circonférence des brins.....	46
3.4.1 Relation entre les précipitations et l'évolution de la circonférence des brins.....	46
3.4.2 Interception des eaux de pluies.....	48
3.4.3 Protocole de récolte de pluies incidentes et interceptées.....	49
3.4.4 Relation entre la circonférence moyenne de la totalité des brins des 9 cépées avec les températures (M et m).....	50
3.5 Conclusion.....	52

Chapitre 4 : RESSOURCES PASTORALES.....54

4.1 Introduction.....	54
4.1.1 Traitements des parcelles.....	56
4.2 Rappels.....	56
4.2.1 La valeur pastorale.....	56
4.2.2 L'indice de qualité spécifique.....	56
4.2.3 La fréquence spécifique.....	56
4.2.4 La contribution spécifique.....	56
4.2.5 La productivité pastorale.....	57
4.2.6 La charge pastorale.....	58
4.3 Résultats et discussion.....	59
4.3.1 La valeur pastorale.....	60
4.3.2 Evolution de la valeur pastorale.....	60
4.3.3 Relation entre les précipitations moyennes annuelles et le gain de la valeur pastorale.....	63
4.3.4 Relation entre les températures moyennes annuelles et le gain de la valeur pastorale.....	66
4.4 Comparaison avec les valeurs pastorales d'autres stations.....	68
4.5 La productivité.....	69
4.5.1 Evolution de la productivité pastorale.....	69
4.6 La charge pastorale.....	71
4.6.1 Evolution de la charge pastorale.....	71
4.7 Comparaison des méthodes d'analyse de la végétation.....	74

4.7.1 Discussion sur les deux méthodes d'analyse de la végétation.....	76
4.8 Conclusion.....	79
4.9 Réflexions sur les possibilités de gestion	
du taillis de chêne vert.....	79
4.9.1 Propositions d'interventions.....	79
4.9.2 La coupe rase.....	80
4.9.3 L'éclaircie.....	80
4.9.4 Le pâturage dans le taillis.....	82
 CONCLUSION GENERALE.....	 84

LISTE DES FIGURES

PRODUCTION LIGNEUSE DU CHENE VERT.

<i>Fig. 1 : Aire de répartition du chêne vert en Algérie. Carte internationale du tapis végétal et des conditions écologiques, au 1/1 000 000ème (BARRY et al.1976), modifiée par DAHMANI (1997).....</i>	<i>4</i>
<i>Fig. 2 : Situation géographique de la zone d'étude.....</i>	<i>5</i>
<i>Fig. 3 : Limites de la zone d'étude au 1/500.000^e (feuille de Mascara).....</i>	<i>6</i>
<i>Fig. 4 : Extrait de la carte pédologique du massif d'El-Hassasna. Zone pilote des 5000 ha. Extrait de la carte au 1/10.000^e (L. Guillou; K. Mediouni; L. Boussouf, 1981).....</i>	<i>8</i>
<i>Fig. 5 : Carte d'occupation forestière du massif d'El-Hasasna (zone pilote des 5000ha). Extrait de la carte au 1/10.000^e (C.R.B.T., 1980).....</i>	<i>11</i>
<i>Fig. 6 : Site d'étude de Hassasna.....</i>	<i>12</i>
<i>Fig. 7 : Plan du site d'étude de Hassasna.....</i>	<i>13</i>
<i>Fig. 8 : Diagramme synoptique de l'étude du potentiel sylvo-pastorale des stations expérimentales de Hassasna.....</i>	<i>15</i>
<i>Fig. 9 : Localisation et recouvrement des cépées dans la station A (3 ha).....</i>	<i>17</i>
<i>Fig. 10 : Extrait de la carte des espèces physiologiquement dominantes de la station B (9 ha).....</i>	<i>18</i>
<i>Fig. 11 : Etapes de l'étude sur la croissance de la circonférence des brins.....</i>	<i>20</i>
<i>Fig. 12 : Cépée de chêne vert de la station A de Hassasna.....</i>	<i>22</i>
<i>Fig. 13 : Formation du bois.....</i>	<i>23</i>
<i>Fig. 14 : Coupe transversale de chêne.....</i>	<i>25</i>
<i>Fig. 15 : Schéma du dispositif d'un vernier installé sur une portion de brin.....</i>	<i>25</i>
<i>Fig. 16 : Dispositif des carrés contigus.....</i>	<i>27</i>
<i>Fig. 17 : Principales étapes de l'étude sur les ressources pastorales.....</i>	<i>28</i>

<i>Fig. 18 : Localisation des parcelles.....</i>	<i>29</i>
<i>Fig. 19 : Histogramme de la répartition des cépées par classe de surface de houppier (Bouderba & Dahmani, 1999).....</i>	<i>32</i>
<i>Fig. 20 : Biomasse aérienne totale en fonction de la surface du houppier de la cépée.....</i>	<i>34</i>
<i>Fig. 21 : Biomasse et production du taillis de la station de Hassasna.....</i>	<i>36</i>
<i>Fig. 22 : Evolution des circonférences moyennes des brins de l'ensemble des cépées.....</i>	<i>37</i>
<i>Fig. 23 : Evolution de la circonférence moyenne des brins de chaque cépée.....</i>	<i>39</i>
<i>Fig. 24 : Tendence évolutive de la croissance des brins de chaque cépée.....</i>	<i>42</i>
<i>Fig. 25 : Variations intra-annuelles de la circonférence des brins.....</i>	<i>44</i>
<i>Fig. 26 : Variations intra-annuelles de la circonférence moyenne des brins de chaque cépée.....</i>	<i>45</i>
<i>Fig. 27 : Variations de la circonférence en fonction de la somme des précipitations des mois de juin, juillet, août et septembre des années précédentes.....</i>	<i>47</i>
<i>Fig. 28 : Droite de régression de la moyenne des circonférences des brins avec la moyenne de M des quatre mois les plus chauds (J, J, A, S).....</i>	<i>51</i>
<i>Fig. 29 : Evolution de la circonférence des brins en fonction de la moyenne des températures maximales des quatre mois les plus chauds.....</i>	<i>52</i>

EXPERIMENTATION PASTORALE.

<i>Fig. 30 : Relation entre valeur pastorale et productivité pastorale.....</i>	<i>57</i>
<i>Fig. 31 : Variations annuelles de la valeur pastorale des parcelles.....</i>	<i>62</i>
<i>Fig. 32 : Fluctuations du gain de la valeur pastorale.....</i>	<i>63</i>
<i>Fig. 33 : Relation entre le gain de la valeur pastorale et les précipitations moyennes annuelles.....</i>	<i>65</i>
<i>Fig. 34 : Relation entre le gain de la valeur pastorale et les températures moyennes annuelles.....</i>	<i>67</i>
<i>Fig. 35 : Evolution de la productivité pastorale des parcelles.....</i>	<i>70</i>
<i>Fig. 36 : Evolution de la charge pastorale des parcelles.....</i>	<i>72</i>

<i>Fig. 37 : Evolution de la charge pastorale en fonction de la valeur pastorale des parcelles.....</i>	<i>73</i>
<i>Fig. 38 : Relation entre la méthode linéaire et la méthode quantitative.....</i>	<i>77</i>
<i>Fig. 39 : Evolution du taillis après coupe rase.....</i>	<i>81</i>
<i>Fig. 40 : Eclaircie d'une cépée.....</i>	<i>81</i>
<i>Fig. 41 : Forme des courbes de disponibilité pastorale de chaque strate de végétation d'une chênaie. Distribution saisonnière. (Source : collectif SIME/ITOVIC, 1991).....</i>	<i>82</i>

LISTE DES TABLEAUX

PRODUCTION LIGNEUSE

<i>Tab. 1 : Caractéristiques des cépées témoins.....</i>	<i>33</i>
<i>Tab. 2 : Caractéristiques des cépées abattues.....</i>	<i>33</i>
<i>Tab. 3 : Caractéristiques dendrométriques et pondérales des cépées abattues (Bouderba, 1989).....</i>	<i>33</i>
<i>Tab. 4 : Corrélations entre les différents paramètres dendrométriques.....</i>	<i>34</i>
<i>Tab. 5 : Répartition des biomasses par classe de surface de houppier.....</i>	<i>35</i>
<i>Tab. 6 : Biomasses des cépées du taillis de chêne vert de la station de Hassasna.....</i>	<i>35</i>
<i>Tab. 7 : Moyenne de la circonférence des brins.....</i>	<i>37</i>
<i>Tab. 8 : Analyse descriptive inter-annuelle de la circonférence des brins.....</i>	<i>38</i>
<i>Tab. 9 : Comparaison des résultats entre cépées.....</i>	<i>40</i>
<i>Tab.10 : Analyse de la variance des cépées en fonction du temps (1988 à 1993).....</i>	<i>41</i>
<i>Tab. 11 : Analyse descriptive intra-annuelle de la circonférence des brins.....</i>	<i>43</i>
<i>Tab. 12 : Corrélations entre circonférences des brins et sommes des précipitations mensuelles.....</i>	<i>47</i>
<i>Tab. 13 : Interception des eaux de pluies par le houppier (ml).....</i>	<i>49</i>
<i>Tab. 14 : Relation entre la moyenne des température maximales des 4 mois les plus chauds et la moyenne des circonférences des brins des cépées.....</i>	<i>51</i>

RESSOURCES PASTORALES

<i>Tab. 15 : Effectif du cheptel en régions steppiques (milliers de têtes) (Sources Ministère de l'Agriculture, HCDS.).....</i>	<i>55</i>
<i>Tab. 16 : Valeurs pastorales de la station.....</i>	<i>59</i>
<i>Tab. 17 : Parcelles retenues.....</i>	<i>59</i>

<i>Tab. 18 : Exemple de calcul de la valeur pastorale de la parcelle L1 en 1986.....</i>	<i>60</i>
<i>Tab. 19 : valeurs pastorales des parcelles.....</i>	<i>61</i>
<i>Tab. 20 : gain de la valeur pastorale.....</i>	<i>61</i>
<i>Tab. 21 : Précipitations moyennes annuelles de 1983 à 1986.....</i>	<i>63</i>
<i>Tab. 22 : Relation entre le gain de la valeur pastorale et les précipitations moyennes annuelles.....</i>	<i>64</i>
<i>Tab. 23 : Températures moyennes annuelles entre avril 1983 et mars 1986.....</i>	<i>66</i>
<i>Tab. 24 : Relation entre gain de la valeur pastorale et les températures moyennes annuelles.....</i>	<i>66</i>
<i>Tab. 25 : Valeur pastorale des stations.....</i>	<i>68</i>
<i>Tab. 26 : Productivité pastorale des parcelles (UF/Ha/an).....</i>	<i>69</i>
<i>Tab. 27 : Charge pastorale (hectares/mouton).....</i>	<i>71</i>
<i>Tab. 28 : Analyse linéaire.....</i>	<i>74</i>
<i>Tab. 29 : Analyse quantitative.....</i>	<i>75</i>
<i>Tab. 30 : Valeurs pastorales par la méthode linéaire.....</i>	<i>76</i>
<i>Tab. 31 : Valeurs pastorales par la méthode quantitative.....</i>	<i>76</i>
<i>Tab. 32 : Productivité pastorale par la méthode linéaire (UF/Ha/an).....</i>	<i>78</i>
<i>Tab. 33 : Productivité pastorale par la méthode quantitative (UF/Ha/an).....</i>	<i>78</i>
<i>Tab. 34 : Charge pastorale par la méthode linéaire (Ha/mouton).....</i>	<i>78</i>
<i>Tab. 35 : Charge pastorale par la méthode quantitative (Ha/mouton).....</i>	<i>78</i>

INTRODUCTION

INTRODUCTION

La région de Hassasna à vocation principalement pastorale, se trouve confrontée à divers problèmes d'ordre socio-économique résultant du passage d'une agriculture de type traditionnel de subsistance vers une autre de type intensif. La rudesse des conditions climatiques conjuguée à la rareté de l'herbe a conduit les pasteurs et les grands propriétaires terriens à exploiter les parcours en fonction de la disponibilité, aussi minime soit elle, des plantes fourragères. L'urbanisation aidant, certaines tribus nomades ont pratiquement abandonné les transhumances au profit d'une sédentarisation inadéquate qui a entraîné de très fortes pressions des troupeaux sur ces parcours provoquant leur appauvrissement. Bien entendu, le surpâturage n'est pas le seul facteur d'appauvrissement de ces terres, les coupes et les incendies ont contribué aussi grandement à cette dégradation.

Le Code pastoral de 1975 ayant contribué à la création et l'installation de coopératives pastorales dans le but de juguler l'exploitation incohérente des potentialités fourragères va initier des tentatives d'aménagement technique pour améliorer l'utilisation des parcours steppiques. Dans le cadre du programme spécial de développement de la Wilaya de Saïda, le Centre de Recherches sur les Ressources Biologiques Terrestres (C.R.B.T., 1978) a réalisé une étude phyto-écologique et pastorale des hautes plaines steppiques de cette région. Le but de ce travail étant de déterminer les potentialités pastorales sur une base phyto-écologique. Un inventaire et une représentation cartographique des unités de végétation identifiées par des valeurs pastorales ont ainsi été réalisés.

Par la suite, une initiative émanant de la Direction des forêts de la Wilaya de Saïda sollicite le C.R.B.T. et le C.E.R.A.G. (Centre d'Etudes et de Recherches Agronomiques) pour la

réalisation d'une étude qui déboucherait sur une éventuelle exploitation commerciale du bois de chêne vert pour la fabrication de manches d'outils. Un inventaire du taillis allait démontrer que, tenant compte de la répartition des brins en catégories de grosseurs et de hauteurs, le nombre de brins arrivé à des dimensions acceptables pour la fabrication de manches d'outils, était trop réduit pour permettre une production soutenue (C.E.R.A.G., 1985; Boudierba, 1989 ; Letreuch-Belarouci, 1995).

Partant de ces constatations et, du fait de la dégradation assez poussée de ce milieu, il était impératif de trouver et de proposer des modèles d'aménagement non plus dans une optique d'exploitation économique mais plutôt dans un but de préservation et d'amélioration aussi bien du taillis que des parcours forestiers. La réalisation d'un protocole d'étude des potentialités sylvo-pastorales de ce taillis devait obligatoirement passer par la détermination de certains facteurs écologiques (géologie, pédologie, géomorphologie, bioclimat, socio économie, etc.) nécessaires à l'élaboration d'un support cartographique synthétique qui servirait de socle au travail envisagé. C'est sur cette base qu'un type d'aménagement a été proposé par le C.R.B.T.(1982) et sur lequel nous nous sommes basé pour approfondir l'étude sur la production ligneuse du chêne vert et la production pastorale à un niveau stationnel.

L'objectif de ce travail est de déterminer les potentialités sylvo-pastorales de ce taillis par une étude sur l'accroissement de la circonférence des brins du chêne vert, d'expérimenter quelques techniques de transformation de la végétation ligneuse basse et de tester l'effet de l'apport d'engrais en vue d'accroître la production pastorale dans les zones où le chêne vert présente de très faibles potentialités de remontée biologique naturelle.

Dans le présent mémoire, nous essayons de donner une ébauche d'explication hypothétique à la faiblesse de production de ce milieu.

Après une description brève des généralités sur le chêne vert, quatre principales parties vont s'articuler dans le présent travail:

- Le premier chapitre sera consacré à la présentation de la zone d'étude.
- Le deuxième chapitre portera sur la méthodologie adoptée, notamment celle relative à l'élaboration de supports cartographiques indispensables à la réalisation des différentes étapes de l'étude. Les méthodes d'évaluation de la biomasse, de la production, de l'accroissement de la circonférence des brins du chêne vert de ce taillis ainsi que celles concernant les ressources pastorales seront développées dans ce chapitre.
- Le troisième chapitre sera réservé à la biomasse, la production et l'accroissement de la circonférence des brins du taillis de chêne vert.
- Dans la quatrième partie sera traitée l'étude des ressources pastorales. Une réflexion sur les possibilités de gestion du taillis de chêne vert sera également proposée.

GENERALITES SUR LE CHÊNE VERT

GENERALITES SUR LE CHÊNE VERT

Espèce appartenant à la famille des fagacées et adaptée aux contraintes hydriques du climat méditerranéen, le chêne vert (*Quercus ilex L.*) montre une résilience élevée à toutes les perturbations subies (incendies, coupes, pâturage,...) qui se traduit par une faculté remarquable d'adaptabilité aux changements du milieu mais au détriment d'une croissance très faible (Miglioretti, 1983 ; Bacilieri et al., 1992 ; Cartan-Son et al., 1992 ; Enjalbal, 1994). En Algérie, le chêne vert se présente en généralement sous forme de cépées issues de rejets ou de drageons et dont la taille varie entre 80 à 200 cm (Maire, 1952-1980) et forme des taillis dégradés. Sa germination semble très aléatoire et parfois même nulle comme nous l'avons constaté dans le site de Hassasna où des semis de glands ont été expérimentés. Sa fructification a été observée entre Novembre et décembre.

Le taillis de chêne vert est largement représenté sur le pourtour du bassin méditerranéen occidental ou il forme des peuplements climax forestiers caractéristiques (Huetz De Lempis, 1970; Lossaint et Rapp, 1978; Barbero et Loisel, 1980).

Cette théorie est actuellement remise en cause du fait de la remontée biologique du chêne pubescent du côté septentrional méditerranéen de la France (Binggeli et al, 1982), et celle du chêne zeen en Afrique du nord (Dahmani, 1984). Le chêne vert couvre près de 700000 hectares en Algérie (Boudy, 1950; Le Houerou, 1980). Il s'étend du littoral à l'Atlas saharien et de la frontière algero-marocaine à la frontière algéro-tunisienne (fig. 1).

Les forêts de chêne vert se présentent généralement en Algérie sous forme de taillis ou matorrals plus ou moins dégradés et leur utilisation est pratiquement toujours liée à l'équilibre sylvo-pastoral.

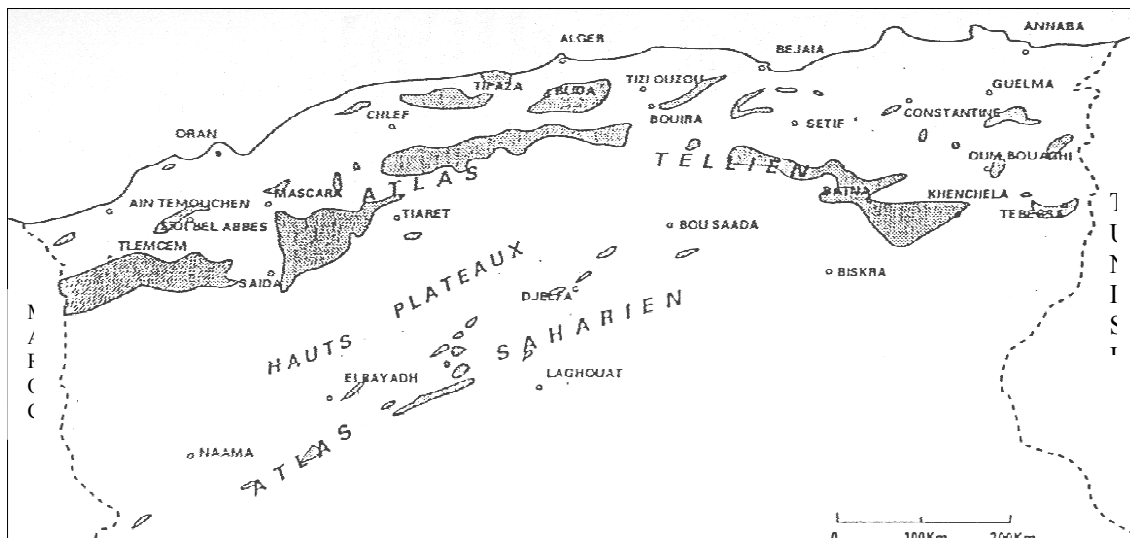


Fig. 1 : Aire de répartition du chêne vert en Algérie
Carte internationale du tapis végétal et des conditions écologiques,
au 1/1 000 000^{ème} (Barry et al.1976), modifiée par Dahmani (1997)

La forêt adulte couvre des surfaces relativement restreintes en raison de la forte dégradation qu'a subie la couverture végétale : de 679000 ha en 1955 d'après Boudy (1955), elles passent à 354000 ha en 1997 (Ghazi et Lahouati, 1997). Les incendies, le surpâturage, le défrichage et l'érosion des sols seraient à l'origine de cette dégradation. Cependant, en raison de ses modestes exigences écologiques, il pourrait coloniser près de 3000000 hectares dans notre pays (Dahmani, 1988).

Sa large amplitude altitudinale en Afrique du Nord (Quezel, 1976) variant de 200- 310 m (Negre, 1964 ; Ihaddaden, 2002) jusqu'à 2500 m (Barbero et al., 1989-1992) le situe comme une essence généralement montagnaise. En Algérie, on le trouve jusqu'à 2200 m dans l'Atlas Saharien (Dahmani, 1997).

Du point de vue climatique, le chêne vert résiste à des températures extrêmes de -7°C (Maroc) jusqu'à 42°C (Sauvage, 1961). Ses exigences pluviométriques moyennes varient entre 250 mm et 1462 mm (Barry et al., 1976). Cette faculté d'accommodation aux rudes conditions climatiques lui permet d'occuper le semi-aride, le sub-humide et l'humide (Dahmani, 2002).

De par sa large plasticité édaphique (Lappie, 1909 ; Maire, 1926 ; Boudy, 1952 ; Barry et al.,1974 ; Barbero et Loisel, 1980), le taillis de chêne vert se retrouve sur tous les types de substrats calcaires et siliceux (Quezel, 1976) et sur sols superficiels et profonds (Bichard, 1982). Les principaux types de sols qui caractérisent les formations à chêne vert sont :

- les sols fersiallitiques en climat sub-humide et humide sous chênaie forestière (Tlemcen, Tessala, Saïda, Mascara) et sous chênaie préforestière sub-humide inférieure et semi-aride dans les Aurès et le Senalba (Dahmani, 1997).
- les sols calcimagnésiques sous chênaies dégradées des monts de Tlemcen (Gaouar, 1980), sous chênaies préforestières (Tlemcen, Guenzet, Tebessa).
- les sols peu évolués sur les versants de fortes pentes (Dahmani, 1997).

Chapitre 1 :
**PRESENTATION DE LA ZONE
D'ETUDE**

Chapitre 1 : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

1.1 Situation géographique

Cette zone est située dans le Nord Ouest de l'Algérie, sur le versant sud de l'Atlas tellien oranais, dans la Wilaya de Saïda, à environ 400 Km à l'ouest d'Alger (fig. 2).

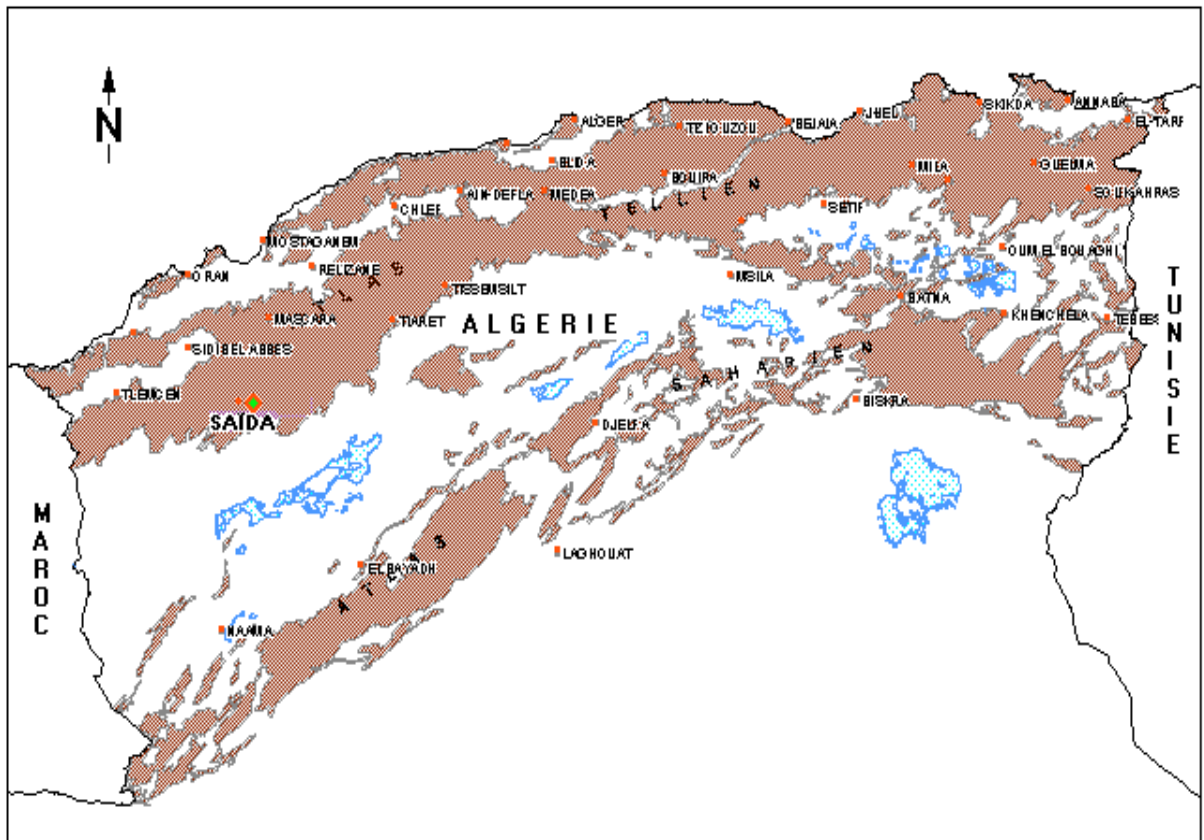
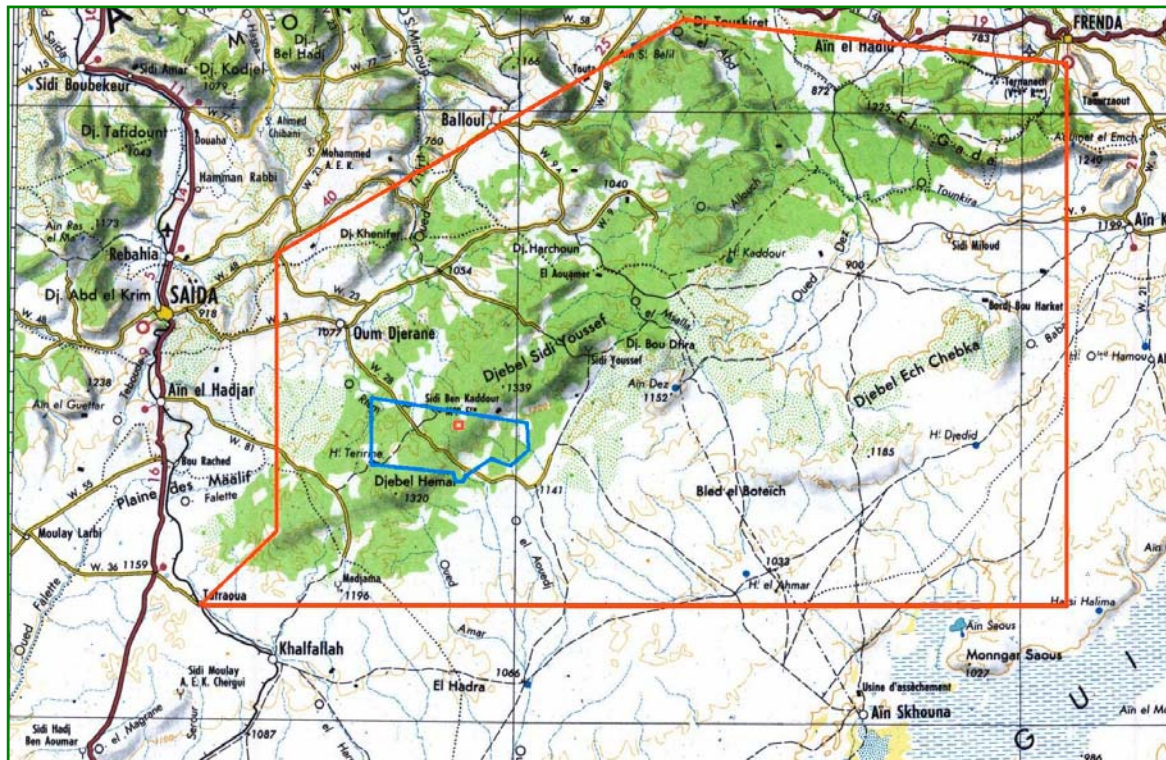


Fig. 2 : Situation géographique de la zone d'étude
(Salamani, inédit)

S'étalant sur une superficie de 5000ha, cette zone est limitée approximativement par les villages de Hassasna (ex.Oum Djerane), Khelfallah, Maamora et Djebel Sidi Youssef (fig.3)



- Limites des 100.000 ha
- Limites des 5000 ha
- Site d'étude

Fig. 3 : Limites de la zone d'étude au 1/500.000^e (feuille de Mascara)

1.2 Caractères orotopographiques et géologiques

Les roches sédimentaires et granitiques caractérisant la région de Hassasna sont en partie érodées et alternativement dures, gréseuses, calcaires ou calcaires gréseuses du Jurassique moyen et supérieur, ou très tendres marneuses du Jurassique et du Pliocène. avec un affleurement triasique réduit. Les grés et les calcaires gréseux sont à l'origine des nombreuses buttes témoins à forte pente, à faible dénivellation altitudinale et à expositions variables. (C.R.B.T., 1980-1981). L'altitude varie entre 950 et 1300 m. Le relief généralement peu chahuté est formé par des glaçis érodés entrecoupés par des dépressions ou des talwegs du Quaternaire peu encaissés.

1.3 Caractères édaphiques

Les travaux du C.R.B.T. (1982) font ressortir trois classes de sols d'après la notice de la carte pédologique de la zone pilote des 5000 ha (fig. 4). C'est la classification française qui a été adoptée pour la caractérisation des sols.

-Classe des sols calcimagnésiques

- Sous-classe des sols carbonatés.
- Groupe des sols bruns calcaires.

-Classe des sols iso humiques

- Sous-classe des sols isohumiques à pédoclimat frais pendant la saison pluvieuse.
- Groupe des sols marrons.

-Classe des sols à sesquioxydes de fer

- Sous-classe des sols fersialitiques.
- Groupe des sols fersialitiques à réserves calciques et le plus souvent peu lessivés.

1.4 Bioclimat

Le massif de Hassasna présente dans son ensemble un seul étage bioclimatique (semi-aride) et une variante thermique à hivers frais. Mais on rencontre quelques îlots de sub-humide sur les points les plus hauts (Djebbar, 1983).

1.4.1 Précipitations

Pour Bagnouls et Gausson (1958), les précipitations se situent entre 200-300 et 600-700mm. Chaumont et Paquin (1971) placent cette région entre 300-400 mm et 500-600 mm. Pour Djebbar (1983), les précipitations varient entre 300 et 500 mm par an dans la région de Hassasna et les extrêmes peuvent atteindre 530 mm au Djebel Sidi-Youssef) et 251 mm à Khelfallah.

1.4.2 Températures

La moyenne des températures minimales du mois le plus froid (m) ne varie pas beaucoup à Hassasna en raison de l'homogénéité du relief: « m » serait compris entre 1°C et 3° C. Cependant à plus de 1300m d'altitude (Djebel Sidi Youssef et Djebel Bou-Terd), « m » est inférieur à 1°C.

La moyenne des températures maximales du mois le plus chaud « M » est comprise entre 33,2°C au centre et 36°C au Nord-est à Hassasna. Les valeurs les plus élevées de « M » se retrouvent en Juillet et Août

1.4.3 Autres facteurs climatiques

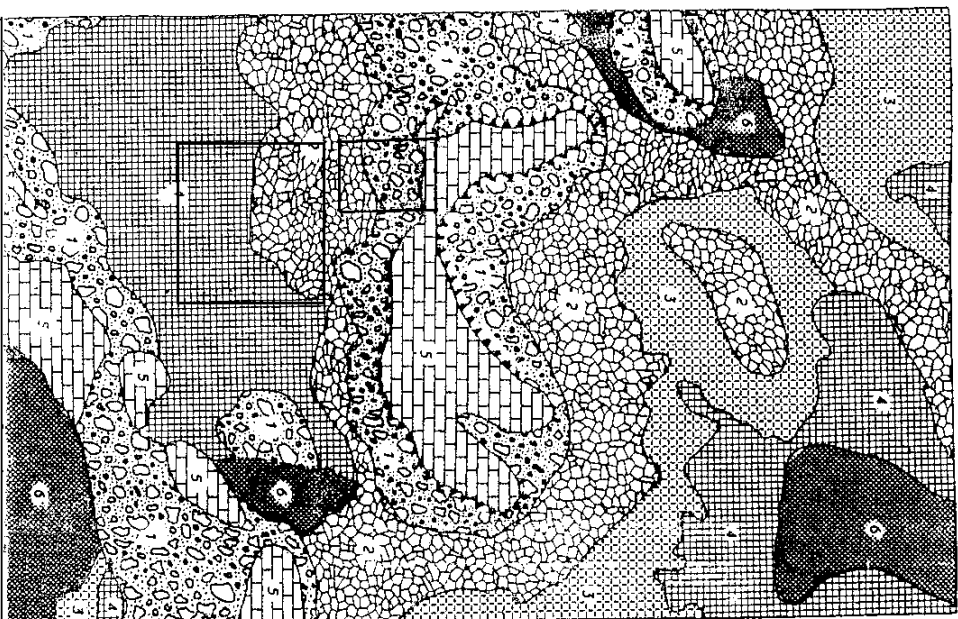
L'enneigement dure environ dix jours par an. Les vents sont faibles à dominance Sud pour trois saisons (printemps-automne-hiver) et Nord en été.

1.5 Phytogéographie

Une végétation potentielle forestière caractérise la région de Hassasna qui appartient dans sa partie Nord au domaine maghrébin méditerranéen, secteur oranais, et au sous-secteur de l'Atlas tellien composé d'une végétation forestière à base d'essences thermophiles et xérophiles (chêne vert, pin d'Alep, thuya et oleolentisque).

La partie Sud du massif se localise à la limite du domaine maghrébin steppique, secteur des Hauts Plateaux orano-algérois, (Barry et al, 1974), caractérisée par une végétation steppique dominante à alfa et à armoise sur les glacis et qui devient forestière claire sur les reliefs.

Légende :



Soil carbonaté, brun calcaire, sur grès calcaire ou colluvions de versants ;
pente faible à moyenne ; profondeur de 20 à 40 cm.

Soil carbonaté, brun calcaire, sur marnes de versants et colluvions rouges ;
pente moyenne, profondeur de 30 à 80 cm.

Soil fersialitique brunifié, sur grès calcaire et calcaire des hauts de versants ;
pente moyenne, profondeur de 0 à 30 cm.

Soil fersialitique brunifié, sur grès calcaire de versants convexo-concaves ;
pente moyenne, profondeur 40 à 80 cm.

Soil carbonaté, brun calcaire peu évolué et/ou fersialitique brunifié sur grès calcaire,
de sommet et hauts de versants ; pente faible, profondeur de 10 à 30 cm.

Faciès des sols isohumiques, des complexes et des intergrades bruns calcaires
ou fersialitiques sur colluvions et grès calcaire, des bas de versants à caractère
hydromorphe dans les dépressions ; pente faible, profondeur 60 à 80 cm.

▲▲▲▲
Ligne de crête

□
Station de production ligneuse (haut)
Station de production pastorale (bas)

┌───┐
100 m

Fig. 4: Extrait de la carte pédologique d'EI Hassasna (1/10.000e)
Zone pilote des 5000ha
(L. Guillon; K. Medioni; L. Boussouf, 1981).

1.6 Végétation

Sur le plan floristique, malgré la présence de quelques transgressives des *Quercetea ilicis* Braun Blanquet, 1947, telles *Quercus ilex*, *Phillyrea angustifolia*, *Pistacia lentiscus* et *Jasminum fruticans*, nous retrouvons surtout le cortège de la chênaie dégradée pouvant être rattachée aux *Rosmarinetea officinalis*, Braun Blanquet, 1947 et peut-être même aux *Genisto atlanticae-Cistion villosi* Dahmani, 1984.

Les caractéristiques les plus fréquentes sont: *Genista atlantica*, *Cistus villosus*, *Rosmarinus tournefortii*, *Stipa tenacissima*, *Fumana thymifolia*, *Thymus ciliatus*, *Helianthemum cinereum rubellum*, *Catananche coerulea*, *Artimesia herba alba*...

Le taillis de chêne vert dégradé représente la formation végétale dominante. La carte d'occupation forestière du massif de Hassasna (fig. 5) montre que ce site d'étude regroupe six stades phytodynamiques à l'intérieur de la série du chêne vert.

- Le matorral bas dense à *Genista erioclada* et *Quercus ilex*.

Le recouvrement global de la végétation est de 55% dont 15% ont une hauteur de 1 à 2m et 65% inférieurs à 1m. La densité du chêne vert avoisine 500 cépées par hectare. Ces cépées sont très basses et présentent des caractères phénotypiques particuliers : les feuilles sont moins épineuses et avec une couleur plus claire due probablement à la présence des émanations de fumées de la cimenterie de Hassasna.

- Le matorral bas clair à *Quercus ilex* et *stipa tenacissima*.

Le recouvrement de la végétation est compris entre 30% et 50% dont 10 à 15% de ligneux de 1 et 2m et 20% à 40% inférieurs à 1m. La densité du chêne vert est de 250 cépées par hectare. C'est un faciès très répandu qui occupe les mi-versants et les glacis à faible pourcentage d'affleurements rocheux où le chêne vert est généralement bien venant. Ce faciès est souvent brûlé et toujours pâturé.

- Le matorral moyen clair à *Quercus ilex* et *Stipa tenacissima*.

Le recouvrement global de végétation est de 30% dont 20% de ligneux de 1 à 2m et 35% inférieurs à 1m. La densité du chêne vert est de 200 cépées par hectare. Ce faciès se rencontre dans les hauts de versant à exposition sud, généralement sur affleurements marno-calcaires à très fort pourcentage de cailloux et graviers et forte pente.

-Le taillis moyen clair à *Quercus ilex* et *Phillyrea angustifolia*.

Le recouvrement global de la végétation avoisine 40% dont 40% à 60% de ligneux moyens de 1 à 2m, et de 10% à 30% de ligneux bas inférieurs à 1m. La densité du chêne vert est de 400 à 600 cépées par hectare. On y trouve des traces d'incendies et de pacages.

- Le taillis élevé clair à *Quercus ilex* et *Phillyrea angustifolia*.

Le recouvrement global de la végétation est de 40%, la densité de cépées est de 400 à 600 par hectare, à hauteur variable. 20 à 40% des cépées sont supérieures à 2m et 20 à 30% sont moyennes et basses. Ce faciès peut comporter du pin d'Alep et occupe la surface la plus

importante de taillis de la zone étudiée(ce qui lui confère une grande sensibilité aux incendies)

dans des situations géomorphologiques variées, de versants, glacis et buttes à pente de 5 à 20%.

- Le taillis moyen très dense à *Quercus ilex* et *Phillyrea angustifolia*.

Le recouvrement global de la végétation dépasse 50% et forme un taillis dont les cépées ont une hauteur de 1 à 2m dans une proportion de 30% à 50% de taillis bas, très dense avec plus de 1000 cépées à l'hectare. Ce faciès, très sensible aux incendies, occupe les hauts de versants ou les sommets de buttes.

1.7 Socio-économie

Les enquêtes socio-économiques, difficiles à réaliser avec précision en raison du caractère souvent semi-nomade d'une partie de la population, donnent seulement des estimations (Rapport I.N.A., 1984) selon lesquelles la population se composerait de 420 habitants, 40 ménages sédentaires et 12 ménages semi-nomades.

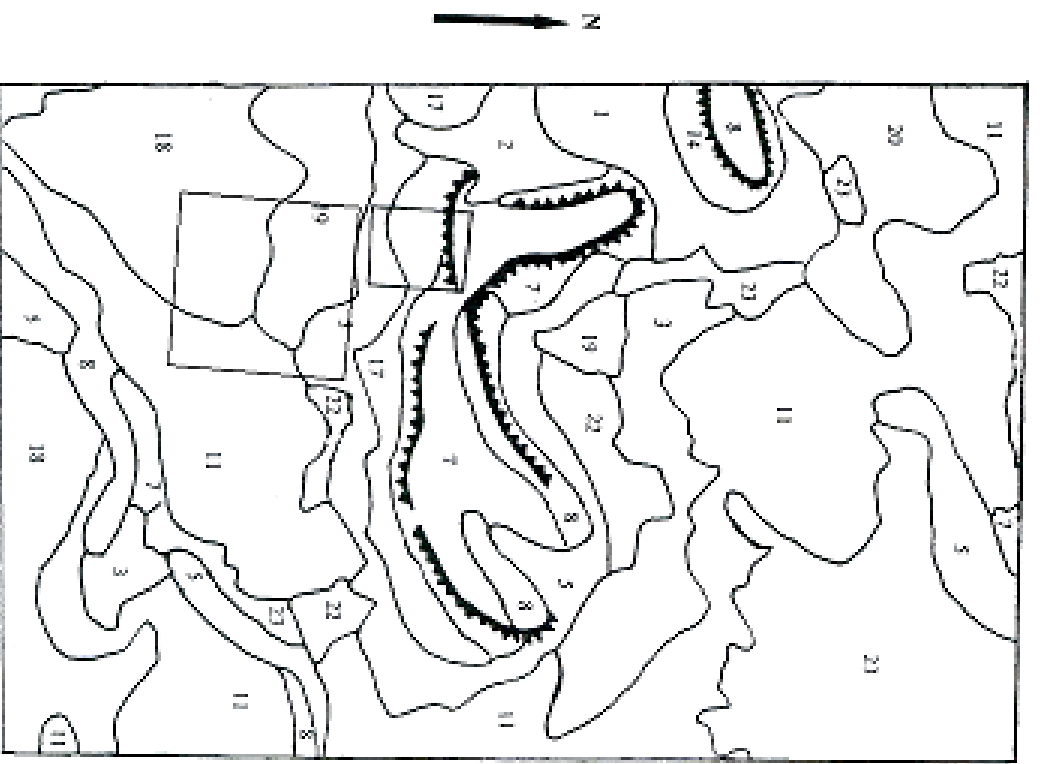
La principale activité de la zone des 5000ha demeure l'élevage des ovins. Le cheptel se composerait de 1140 ovins, 276 caprins, 79 bovins et 56 équidés.

Les chaumes, la jachère et la forêt constituent la principale alimentation des troupeaux (les chaumes en automne, la forêt en hiver et les jachères au printemps).

Cependant, la forêt est pratiquement pacagée toute l'année en raison de la présence permanente d'une végétation palatable et particulièrement en cas de disette.

Sur le plan agricole, c'est la céréaliculture en blé et en orge qui domine. Les terrains agricoles sont utilisés partiellement, une partie des surfaces est laissée en jachère pour servir de parcours aux troupeaux.

La surface agricole est estimée à 802 ha dont 502 ha sont privés et 300ha appartiennent au domaine « Bachir Belgacem ».



Legende :

- 1 = Forêt claire à *Juniperus orientalis* et *Quercus ilex*
 - 2 = Taillis éboulé arbore peu dense à *Quercus ilex* et *Juniperus oxycedrus*
 - 3 = Taillis éboulé dense à *Quercus ilex* et *Juniperus oxycedrus*
 - 5 = Taillis éboulé clair à *Quercus ilex* et *Psidium caryocarpum*
 - 7 = Taillis moyen très dense à *Quercus ilex* et *Psidium caryocarpum*
 - 8 = Taillis moyen très dense à *Quercus ilex* et *Cornus masochis*
 - 11 = Taillis moyen clair à *Quercus ilex* et *Psidium caryocarpum*
 - 14 = Taillis très clair à *Quercus ilex* et *Psidium caryocarpum*
 - 17 = Matorral moyen clair à *Quercus ilex* et *Sageo tenuissimus*
 - 18 = Matorral très dense à *Cornus masochis* et *Quercus ilex*
 - 19 = Matorral très clair à *Quercus ilex* et *Sageo tenuissimus*
 - 20 = Matorral très clair à *Cornus masochis* et *Sageo tenuissimus*
 - 22 = Forêt épaisse de *Quercus ilex*, *Pinus halepensis* et *Juniperus oxycedrus*
 - 23 = Prêches et cultures
-  Ligne de crête
 station de production ligneuse haute
 station de production pastorale (baie)
-  100m

Figure 5 : Carte d'occupation forestière du massif d'El Hassasna (zone phéde des 5000 ha). Extrait de la carte au 1/10 000^e (C. R. B. T., 1980).

1.8 Choix et caractérisation du site d'étude

Le site d'étude (fig. 6) a été choisi à l'intérieur de la zone pilote des 5000ha du massif forestier de Hassasna . Situé à une longitude de 0°26'30''Est et une latitude de 34°44'07''Nord, à 29 km à l'Est de la ville de Saïda, sur le versant sud du Djebel Bou Terd, ce site d'une superficie de 34 ha se trouvant a été retenu pour sa représentativité de la zone des 5000 ha. (fig. 3). L'altitude y varie de 1265 à 1310 m. Le bioclimat est semi-aride à hivers frais (Djebbar, 1983) et le sol est de type brun calcaire peu évolué (Touam, 1983).Un taillis de chêne vert âgé de 35 ans et constitué de cépées issues de rejets de souche à la suite de coupes et d'incendies répétés constitue la principale formation végétale. La hauteur des cépées, dont la densité avoisine 109/ha, ne dépasse pas 2,65 m.

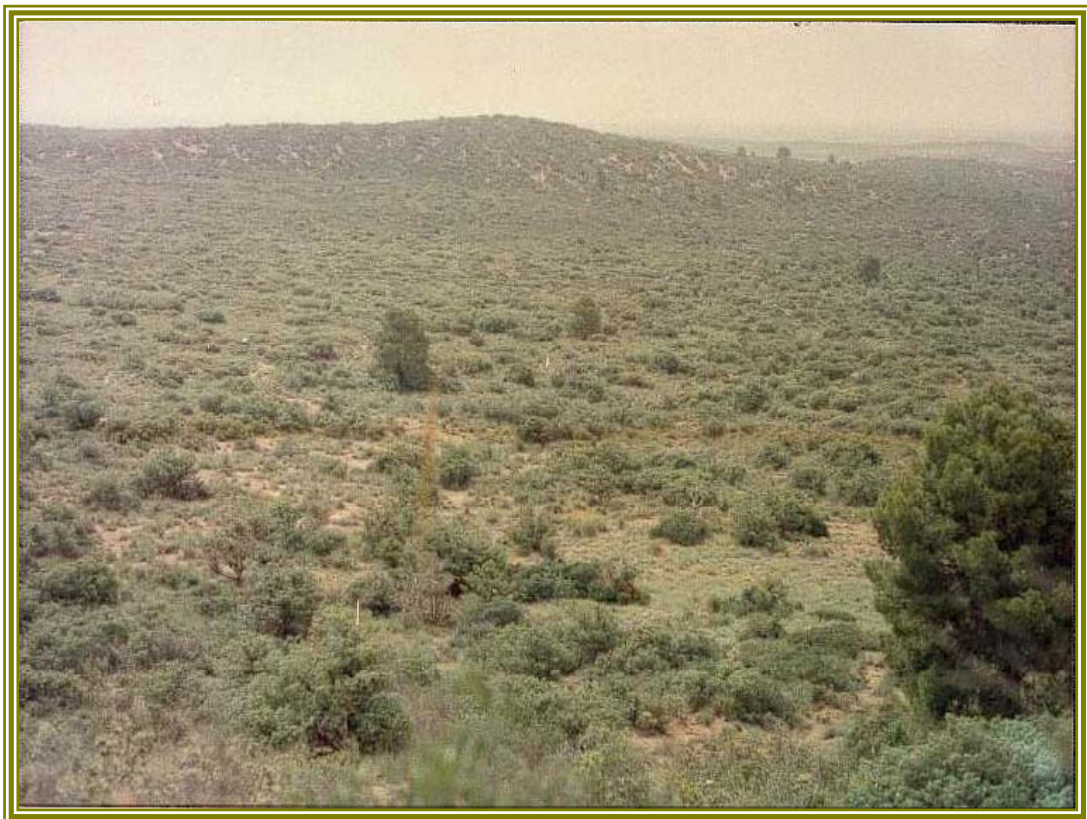


Fig. 6 : Site d'étude de Hassasna

Ce site, dans lequel nous avons matérialisé trois stations dénommées A, B, et C (fig.7), destinées chacune à un axe de recherche particulier, a été doté des principales commodités indispensables au déroulement des études envisagées (clôture des stations, tracé de piste, construction d'un abris, d'un poste de vigie et d'un bassin de réception des eaux de ruissellement, mise en place d'un poste météo etc...)

La station A: d'une surface de 3 ha, c'est dans cette station qui a déjà fait l'objet d'une étude sur la biomasse et la production du taillis de chêne vert (Bouderba, 1989) que s'est déroulée l'étude sur l'accroissement de la circonférence des brins de chêne vert.

La station B : occupant 9 ha, cette station a servi de support aux expérimentations pastorales.

La station C : des essais d'introduction de nouvelles espèces forestières et pastorales y ont été réalisés (inédit).

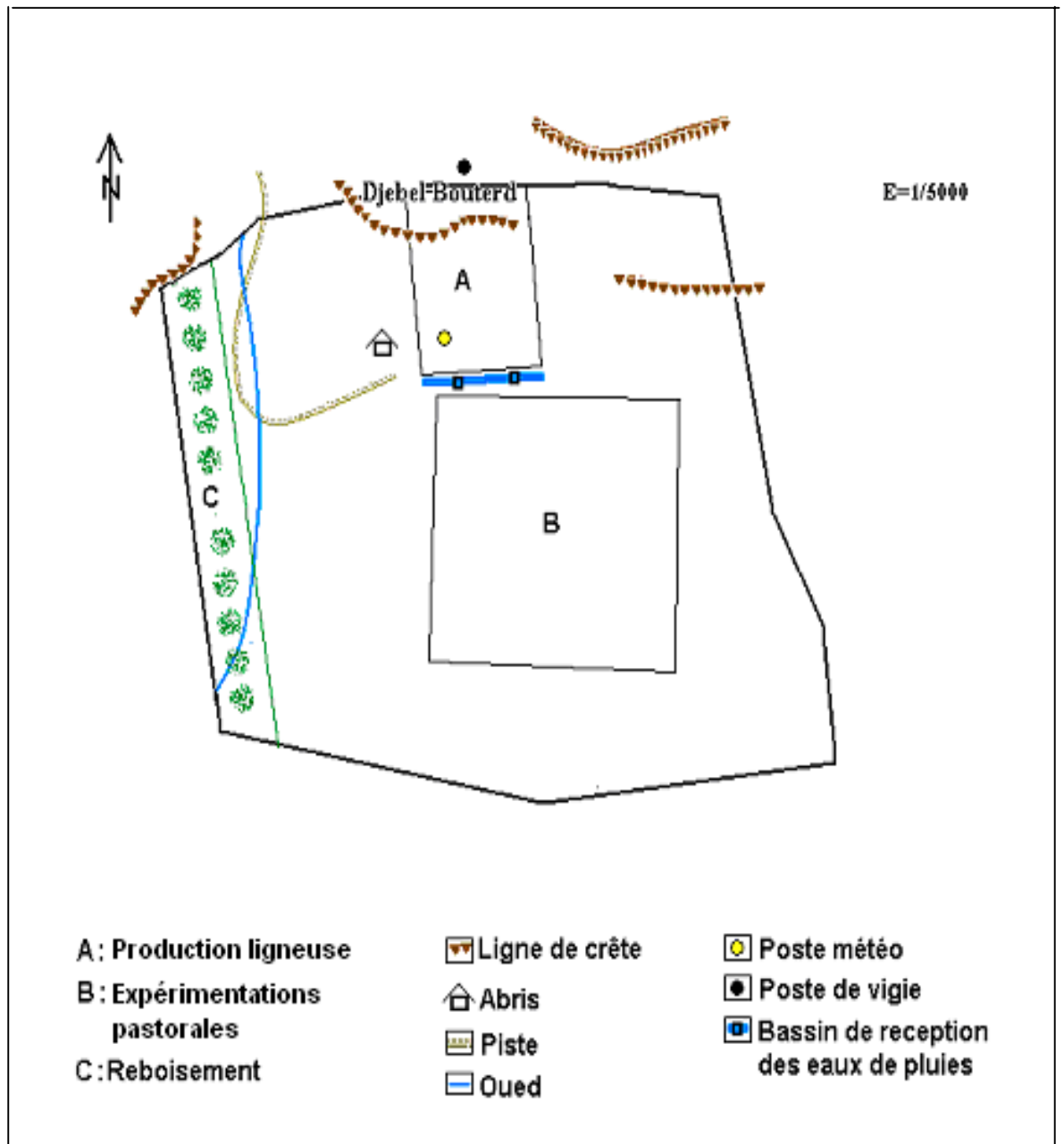


Fig. 7 : Plan du site d'étude de Hassasna

Chapitre 2 :
METHODOLOGIE

Chapitre 2 : METHODOLOGIE

L'approche méthodologique dans laquelle s'inscrit cette étude comporte plusieurs étapes complémentaires desquelles vont découler les résultats déterminant le potentiel sylvo-pastoral (fig. 8).

- La première étape consiste à dresser des supports cartographiques indispensables à la réalisation de l'objectif de ce travail.
- La deuxième étape porte sur les méthodes utilisées pour l'évaluation de la biomasse, la production et la croissance de la circonférence des brins du chêne vert.
- La troisième étape décrit la méthode adoptée pour l'évaluation des ressources pastorales

2.1 Méthodes cartographiques

Les cartes relatives à la zone d'étude ont été élaborées par le C.R.B.T (1980 – 1982) dans le cadre de l'aménagement de la zone pilote des 5000 ha.

Celles relatives aux stations ont été réalisées par Boudierba et Bouikni (1983)

2.1.1 Cartographie de la zone d'étude (C.R.B.T., 1980).

L'élaboration de la carte d'occupation forestière du massif de Hassasna a nécessité plusieurs phases :

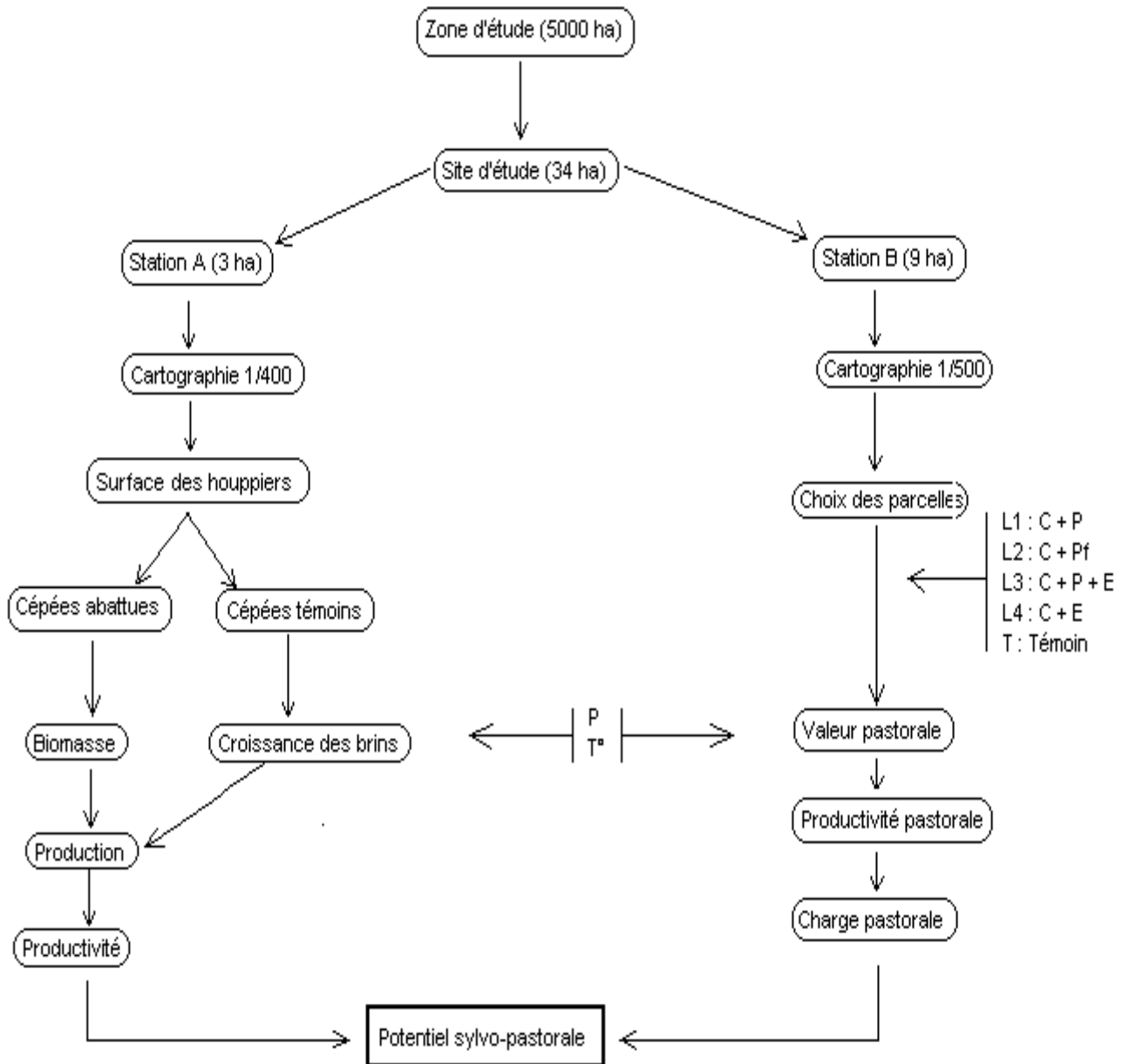
- Photo-interprétation des photographies aériennes aux échelles du 1/20.000^e et 1/10.000^e.
- Clés de photo-interprétation.
- Préminutes avec vérification sur le terrain.
- Carte définitive.

L'échelle choisie (1/10.000^e) est assez grande pour traduire la structure et la densité de la végétation sous forme de classes aussi détaillées que possible.

Son but est d'exprimer la distribution de la végétation forestière. Les terrains cultivés ne sont pas pris en compte ou considérés comme enclaves forestières.

L'unité de base représentée est le faciès de végétation qui est déterminé par les deux espèces physionomiquement dominantes.

En fait, cette carte exprime les formations végétales qui sont des groupements végétaux auxquels les formes et la disposition des plantes qui les composent, leur confèrent un caractère physionomique global bien déterminé qui n'est que l'expression des différents types de milieu.



L1, L2, L3, L4, T : Parcelles
 C : coupe, P : paillage, E : engrais

Fig. 8 : Diagramme synoptique de l'étude du potentiel silvo-pastoral des stations expérimentales de Hassasna

2.1.2 Cartographie des stations (Bouderba et Bouikni, 1983).

Les supports cartographiques de la région que nous avons à notre disposition (photo aériennes au 1/20.000 et 1/10.000 et cartes à grandes échelles au 1/10.000) ne constituaient pas des documents appropriés à une étude aussi fine que celle que nous nous proposons de réaliser.

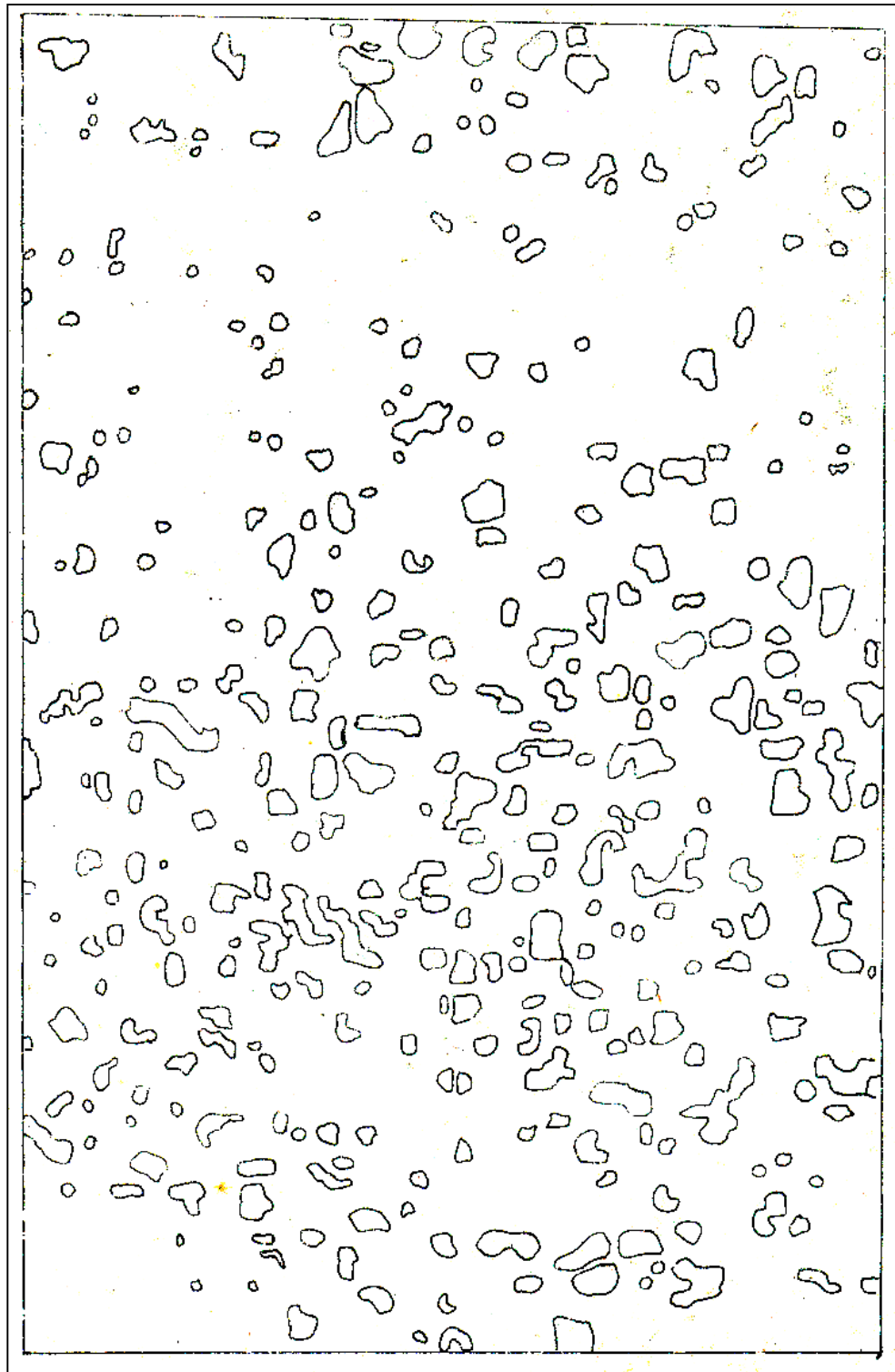
En effet, projetant de travailler pratiquement au niveau de « l'élément », il fallait déterminer l'échelle appropriée qui aurait permis la lecture et l'exploitation des données sur les documents graphiques que nous envisagions d'élaborer.

Pour cartographier et faire ressortir les différentes espèces majeures (chêne vert, filaire, pistachier, alfa, genêt, armoise etc.) des stations, nous avons opté pour le niveau de perception cartographique le plus représentatif, en l'occurrence le 1/500° pour la station d'expérimentation pastorale et le 1/400° pour la station destinée à l'étude de la biomasse et la production ligneuse. Cette échelle permet de situer le niveau de perception écologique à l'élément de station écologique (Long, 1974). Les stations ont été cloisonnées en un réseau de mailles (à l'aide de cordes de 100m disposées perpendiculairement à même le sol) en carrés de 4x4 mètres à l'intérieur desquels s'effectuent le recensement et l'évaluation du recouvrement des espèces ainsi que les mesures et la reproduction graphique de la forme de la surface horizontale du houppier des ligneux hauts (chêne vert, pistachier, filaire, genévrier, pin d'Alep).

La première carte représentant la station A de 3ha (fig.9) sur laquelle nous n'avons fait ressortir que le chêne vert nous a permis d'évaluer la surface du houppier de chaque cépée. Nous avons utilisé pour cela la méthode de la double pesée qui consiste à découper le plus fidèlement possible à partir d'une carte les formes représentant les surfaces de houppier et à les peser avec une balance de précision. Connaissant le poids d'une surface précise du même papier, on peut calculer la surface réelle des houppiers considérés.

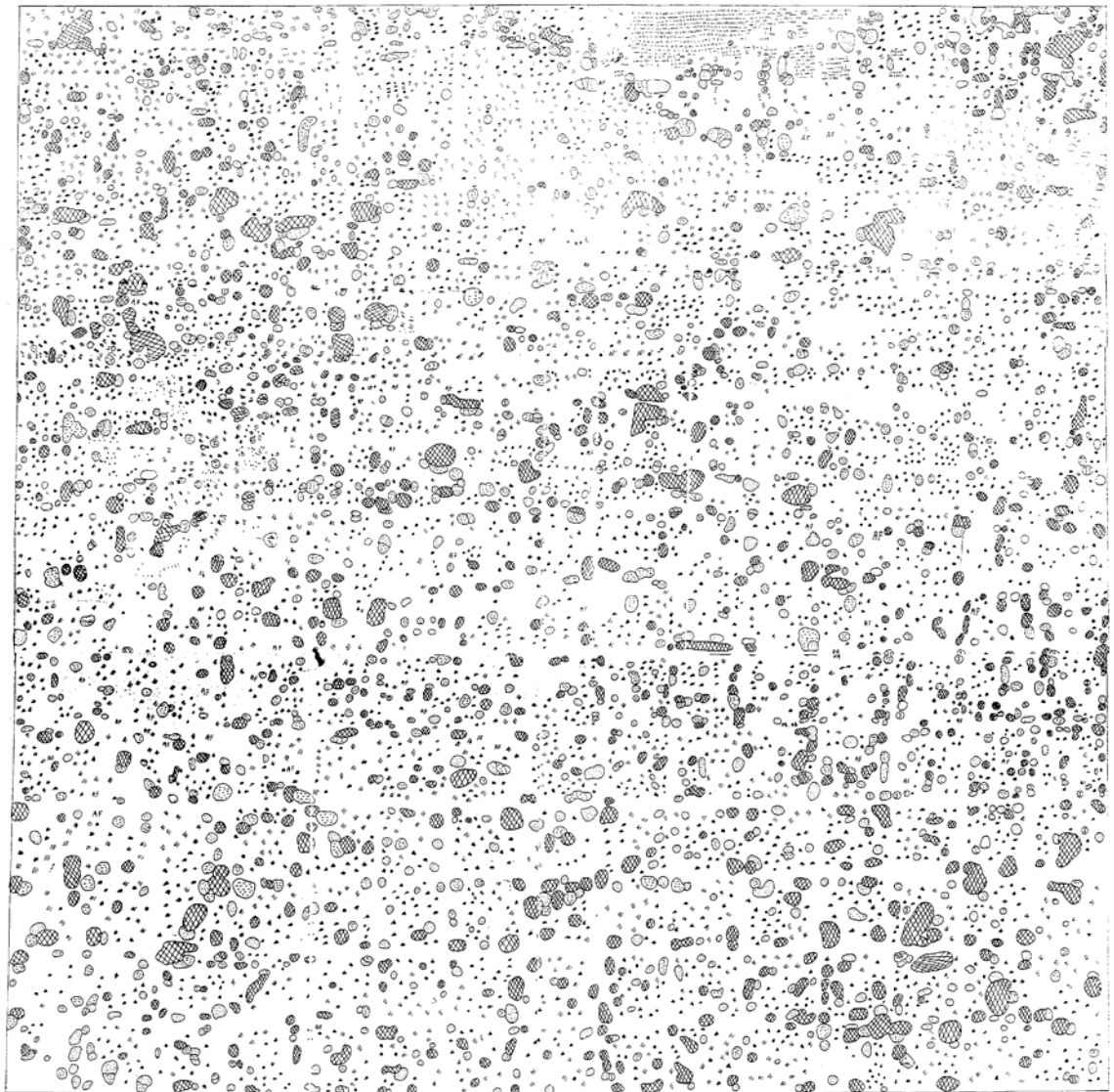
Ces données constituent les éléments de base à l'élaboration du document cartographique final qui reflète fidèlement la composition et la répartition floristiques majeures des stations. Les grandes dimensions apparentes des cépées de chêne vert s'expliquent par la juxtaposition des nombreux rejets de souche qui, faute de traitements sylvicoles appropriés (dépressage, élagage, éclaircie) se sont développés par drageonnages successifs en colonisant progressivement le sol, la croissance de la cépée se faisant ainsi beaucoup plus en surface (par la multiplication des brins) plutôt qu'en hauteur ou en diamètre des troncs.

Sur la deuxième carte B (fig. 10) représentant la station pastorale (9 ha) ont été représentés les espèces physionomiquement dominantes (*Quercus ilex*, *Pistacia lentiscus*, *Genista erioclada*, *Phillyrea angustifolia*, *Stipa tenacissima* etc.).



25m

Fig. 9 : Localisation et recouvrement des cépées de chêne vert dans la station A (3ha). (Bouderba,1983).



20m



Quercus ilex



Stipa tenacissima



Pistacia lentiscus



Genista erioclada



Phillyrea angustifolia



Affleurements rocheux

Fig. 10 : Extrait de la carte des espèces physionomiquement dominantes de la station B (9 ha) (Bouderba et Bouikni, 1983)

2.2 Méthode d'évaluation de la biomasse, la production et l'accroissement de la circonférence des brins du taillis de chêne vert

Devant mettre en évidence les potentialités sylvo-pastorales de ce taillis et tenant compte des préoccupations socio-économiques de la région dont les principales ressources proviennent essentiellement de la forêt et des parcours, nous avons fixé les étapes indispensables à la quantification de la production ligneuse du chêne vert.

Les méthodes utilisées pour l'évaluation d'une biomasse végétale sont généralement propres au type de végétation à étudier. Une méthode doit avant tout être efficace par la cohérence de ses résultats, son adaptabilité au milieu considéré et la praticité de son utilisation. Dans cette partie, nous allons décrire les méthodes employées pour la détermination de la biomasse, la production et la croissance des brins du chêne vert de la station étudiée (fig.11).

2.2.1 L'évaluation de la biomasse du chêne vert

Une biomasse est une quantité de matière vivante (mesurée en unité de masse de substance fraîche, c'est-à-dire non desséchée, ou poids frais). Toutefois, pratiquement, la biomasse est caractérisée par d'autres quantités considérées comme soit proportionnelles à ce poids frais, soit plus significatives. C'est ainsi que la quantité de matière vivante est exprimée en termes de poids sec, nombre d'individus (de même ordre de grandeur de tailles individuelles) ou encore de biovolume (considéré comme proportionnel au poids frais), (Frontier ; Pichod-Viale, 1993).

Mais d'une manière générale, la biomasse est la quantité de matière végétale que contiennent les communautés végétales par unité de surface exprimée en poids de matière sèche ou en kilocalories. L'estimation du poids de la matière sèche peut être réalisée directement, ce qui nécessite la destruction d'une fraction de la végétation, ou indirectement de façon non destructive (Gounot, 1969).

2.2.1.1 Méthode directe

Cette méthode (appelée destructive) consiste à couper la végétation puis à la sécher pour la détermination du poids sec (et éventuellement l'équivalent calorifique) des différentes catégories de matériel végétal distinguées.

2.2.1.2 Méthodes indirectes

Ce sont des méthodes qui se basent sur des techniques non destructives (Gounot, 1969) et qui sont également qualifiées de méthodes de corrélation, méthodes allométriques ou encore de méthodes d'analyse de dimensions (Heim, 1977).

Ce sont des méthodes qui consistent à établir des relations aussi précises que possible entre une mesure non destructive (diamètre du tronc, surface du houppier, points quadrats, ...) et la biomasse après des tests préliminaires effectués par la méthode directe sur des

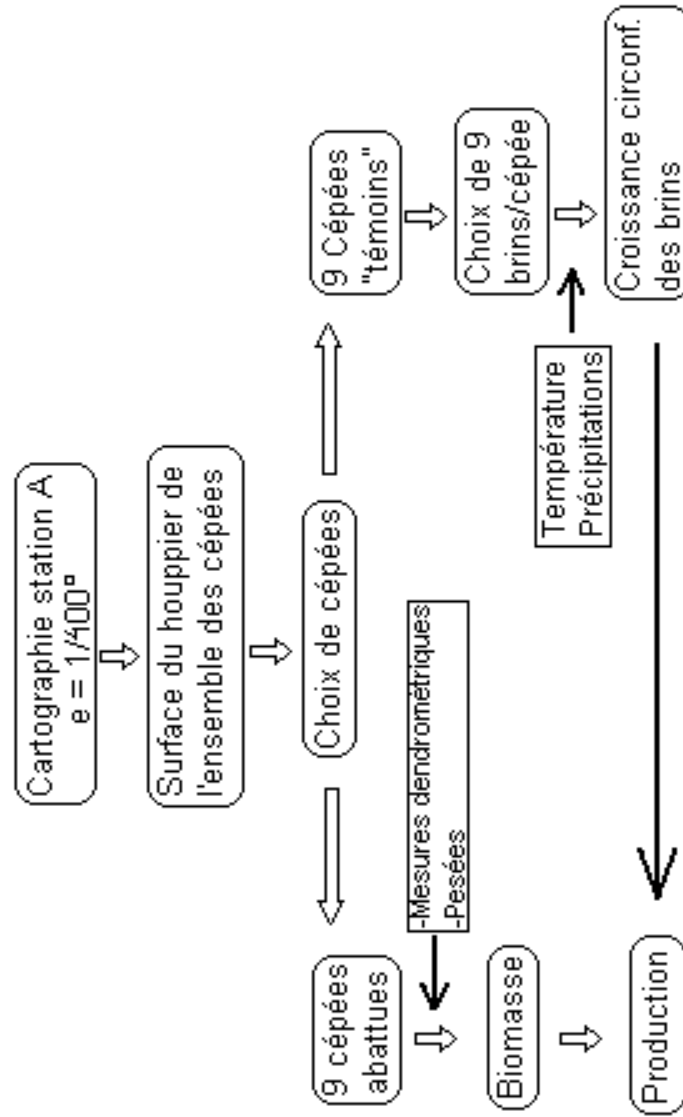


Fig. 11: Etapes de l'évaluation de la biomasse, la production et la croissance de la circonférence des brins

échantillons comparables. Des relations allométriques assez précises ont été mises en évidence par des essais sur des arbres.

En 1944, Kittredge a utilisé la relation $W_L = A \cdot D^h$ (où W_L est la quantité de feuilles sur l'arbre, D^h est le diamètre du tronc à hauteur de poitrine et A, h sont des constantes).

Shinozaki et coll. (1964, *a* et *b*) ont montré qu'il existe une relation linéaire entre $\log W_L$ et D_B^2 (D_B étant le diamètre du tronc au niveau de la plus basse branche).

Ils ont aussi mis en évidence une relation linéaire entre la quantité de feuilles au-dessus d'un certain niveau et la quantité de branches à ce même niveau. Ils ont ainsi créé un modèle de forme des arbres permettant d'estimer la distribution verticale du feuillage.

En ce qui concerne les taillis, Miglioretti (1983) qui a travaillé sur des peuplements de chêne vert plus élevés trouve une bonne relation entre la biomasse et le diamètre du tronc quel que soit le niveau de mesure considéré. Cet auteur, ainsi que Ed-Derfoufi (1986) ont retenu dans leur inventaire le niveau de mesure à 1,30m du sol.

Dans le cas du taillis de la station de Hassasna, les deux méthodes (directe et indirecte) ont été utilisées. La détermination de la biomasse aérienne a été faite (Bouderba, 1989) par des études dendrométriques des individus sur pied et des mesures plus fines sur des individus abattus.

La forme, la taille et l'architecture particulière des cépées de chêne vert (fig. 12) constituant le taillis ne permettaient pas la réalisation rapide et pratique des mesures dendrométriques classiques pour l'évaluation de la biomasse des arbres. Les brins extrêmement nombreux et imbriqués ainsi que leur faible longueur ne peuvent permettre l'utilisation du D.B.H. (diameter breast height ou diamètre à hauteur de poitrine) comme paramètre dendrométrique entrant dans la détermination de la biomasse.

Aussi avons nous opéré à plusieurs tests statistiques dans le but de trouver la variable dendrométrique la mieux corrélée à la biomasse. La surface du houppier s'est avérée comme paramètre dendrométrique satisfaisant se substituant aisément au D.B.H. pour la détermination de la biomasse (Bouderba, 1989).

En plus des mesures dendrométriques effectuées sur les 9 cépées abattues (surface et hauteur des cépées, longueur et circonférence de tous les brins), nous avons procédé aux pesées des brins entiers et des brins fractionnés en bois et feuilles. Des mesures de la hauteur, de la surface du houppier et de la circonférence de 9 brins préalablement choisis et matérialisés par des jetons en aluminium numérotés à l'encre indélébile ont été effectuées sur 9 cépées témoins. Les mesures de la hauteur, de la longueur et de la largeur des cépées ont été réalisées à l'aide de double décimètre alors que celles relatives à la circonférence des brins ont été effectuées à l'aide d'un ruban de papier millimétré.

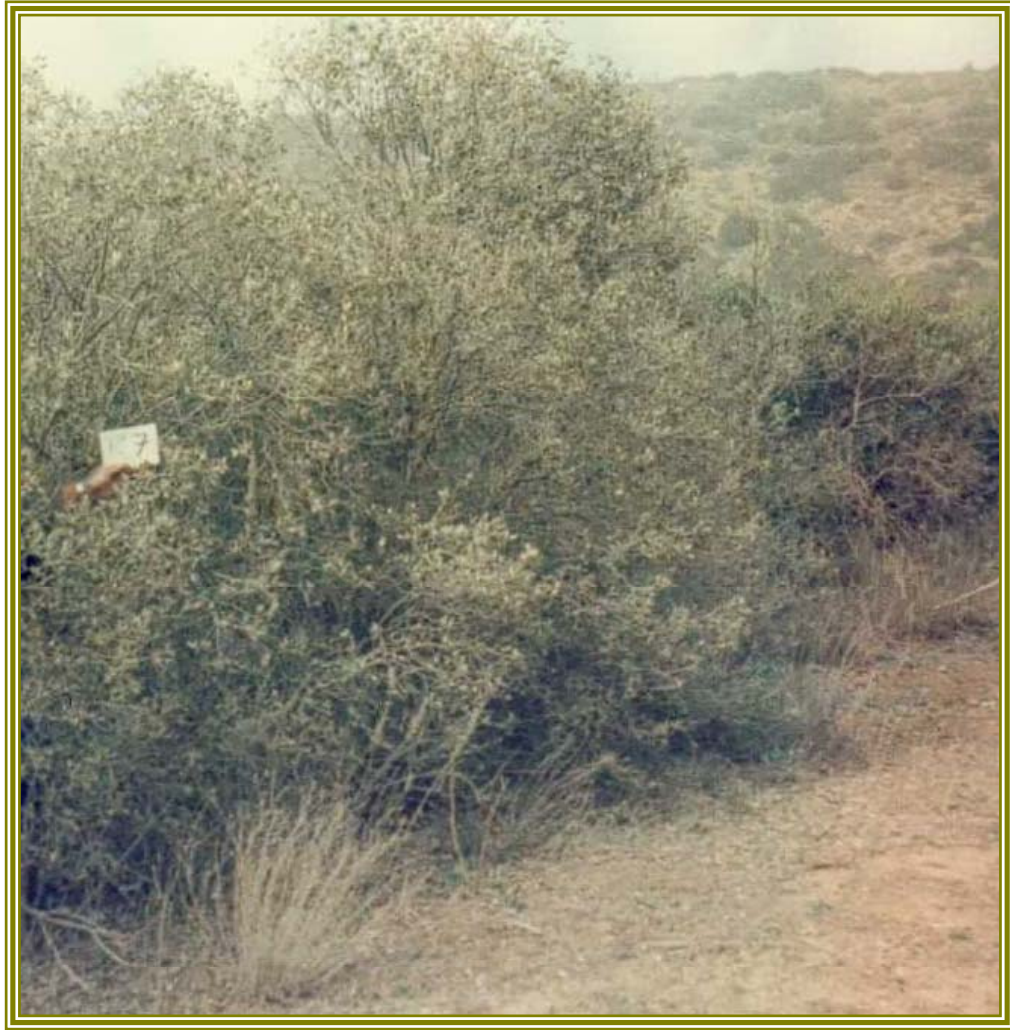


Fig. 12 : Cépée de chêne vert de la station A de Hassasna

Il est cependant utile de souligner que les mesures des circonférences présentent quelques difficultés. L'imbrication très accentuée des brins dans la plupart des cépées de grande envergure ne permettait pas un choix judicieux et pratique des échantillons qui auraient servi de brins témoins sur lesquels se réaliseraient les mesures au cours de cette étude. En effet, notre intention de mesurer la circonférence de la totalité des brins des cépées considérées pour choisir des représentants de chaque classe s'est retrouvée compromise face à l'impossibilité de prendre des mesures à l'intérieur des cépées. Aussi avons-nous opéré *de visu* au choix de ces brins sur une étendue de valeurs des circonférences qui nous a paru la plus représentative des brins considérés au regard de l'hétérogénéité statistique du nombre de brins par cépée, variant de 9 à plus de 160. Nous avons retenu 9 brins par cépée, jugeant ce nombre suffisamment représentatif de l'étendue des circonférences.

2.2.2 Methode d'évaluation de l'accroissement des brins

L'utilisation du paramètre "surface du houppier" des cépées qui était approprié pour la détermination de la biomasse s'est avéré inadéquat pour l'étude de la croissance de ce taillis. L'indécelable accroissement de la surface du houppier impossible à mesurer avec un double-décamètre nous a contraint à opter pour l'étude de la croissance de la circonférence des brins, mesurable avec plus de précision au moyen d'un appareillage plus performant (vernier).

2.2.2.1 La croissance en circonférence

Le bois résulte du fonctionnement d'une couche de cellules capables de se diviser activement appelée cambium. Chaque division de ce cambium vers l'intérieur produit une nouvelle cellule qui évolue et constitue un élément du bois ou xylème. Les cellules formées vers l'extérieur se différenciant en un autre tissu, le liber ou phloème, qui transporte la sève élaborée. Les cellules produites par le cambium se disposent en cercles concentriques autour du tronc. Lorsque le cambium fabrique de nouveaux canaux, il les ajoute par-dessus ceux produits au cours des années précédentes. Le vieux phloème ou liber, est repoussé vers l'extérieur et forme la partie interne de l'écorce (fig. 13).

Le bois est un tissu dit secondaire, dans le sens où il se forme dans les parties les plus âgées de la plante, dont il permet la croissance en épaisseur. Il reste peu développé chez les plantes herbacées, mais occupe la majeure partie du tronc des arbres et arbustes.

Quatre types de cellules le constituent et l'organisation relative des quatre tissus correspondants est une caractéristique propre à chaque espèce. Les cellules de parenchyme sont vivantes, avec une paroi assez mince et souple ; elles emmagasinent des substances de réserve.

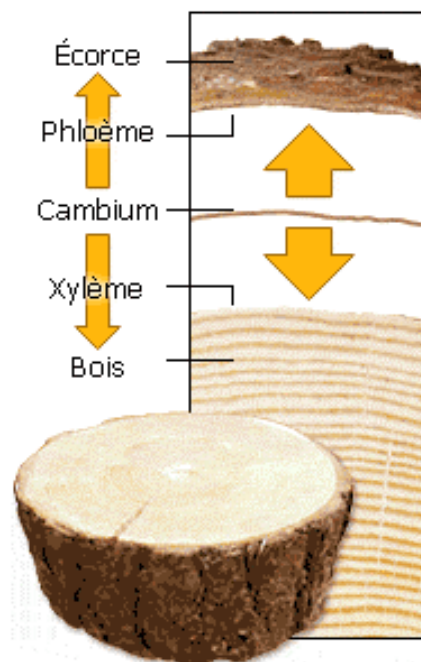


Fig. 13 : Formation du bois

Les autres types de cellules sont mortes et caractérisées par une paroi rigide contenant de la lignine (d'où le nom de végétaux ligneux). Le système conducteur de sève est constitué par des cellules placées bout à bout, communiquant entre elles par des ponctuations ou des perforations.

Chez les résineux, les éléments conducteurs sont uniquement des trachéides tandis que le bois de feuillus est constitué essentiellement d'autres cellules conductrices, les vaisseaux ligneux (plus quelques trachéides). Le bois de feuillus contient également des fibres, cellules à la paroi lignifiée très épaisse, ayant, elles, un rôle de soutien.

Au fur et à mesure que les cellules vieillissent, c'est-à-dire qu'elles sont repoussées vers le centre du tronc par les cellules nouvellement formées par le cambium, elles se chargent en tanins et en résines (phénomène de duraminisation), formant ainsi le bois de cœur, généralement plus sombre, très dur et imputrescible, qui a surtout un rôle de soutien. Le bois périphérique, plus tendre, est appelé aubier (fig. 14). Certains arbres (les arbres à bois blancs, comme les peupliers, les bouleaux, les érables et les tilleuls) ne forment pas de bois de cœur et ont tendance à pourrir en leur centre.

Les couches successives de vaisseaux qui se forment sous le cambium constituent l'aubier qui correspond au bois physiologiquement actif. Ces vaisseaux cessent peu à peu d'alimenter l'arbre après quelques années. Ils se bouchent et s'imprègnent de différentes substances tanins, résines...

Cette transformation progressive en bois parfait, ou duramen, est appelée duraminisation.

Chez certaines essences (chêne, châtaignier, pins, douglas, mélèze...) à bois parfait distinct, l'aubier est en général plus clair que le duramen (improprement appelé "bois de cœur"), on dit alors qu'il est différencié. Il est plus ou moins imprégnable et ne résiste jamais aux champignons lignivores et aux larves xylophages. Le duramen (ou bois parfait), au contraire, possède une durabilité naturelle qui varie selon les essences ; il est, en général, peu ou pas imprégnable.

Pour d'autres essences (sapin, épicéa, peuplier, érable...), il n'y a pas de différence de coloration entre le centre et l'extérieur de la grume, et l'aubier ne se distingue pas visuellement du duramen. Sur ces essences à aubier non différencié, les différences de porosité, qui cependant se manifestent entre aubier et bois parfait, génèrent des facultés d'absorption distinctes.

L'aubier, plus poreux, offre une capacité d'absorption plus élevée que celle du duramen.

Le fonctionnement du cambium est lié au climat. Les observations anatomiques montrent que le tissu cambial commence à se diviser vers la fin du mois d'avril (Maugini, 1949 ; Chakroun, 1983) Il est à peu près continu dans les zones équatoriales, peut cesser durant la saison sèche dans les régions tropicales, et s'arrête en hiver dans les zones tempérées. Dans ces dernières, le bois formé au printemps (bois initial) est organisé pour assurer la montée d'un flux important de sève brute (nombreux éléments conducteurs de gros diamètre), tandis que le bois d'été (bois final) a surtout une fonction de soutien (nombreuses fibres, peu d'éléments conducteurs, qui sont de faible diamètre).

L'alternance de ces deux types de bois qui n'ont pas le même aspect détermine, sur une coupe transversale du tronc, une succession de couronnes, appelées cernes annuels, dont le nombre peut donner une idée de l'âge de l'arbre.

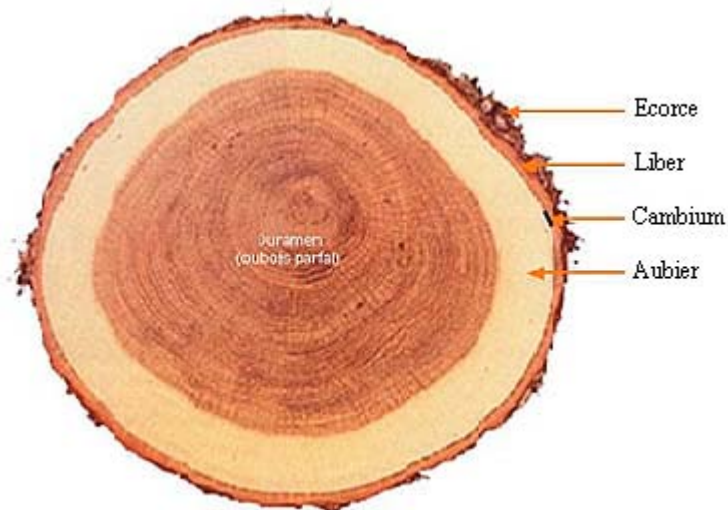


Fig. 14 : Coupe transversale de chêne

Pour l'enregistrement des variations du diamètre du tronc on utilise généralement des dendromètres (Hall, 1944; Liming, 1957; Fritts, 1976), des dendrographes (Phipps et Yater, 1974), ou des capteurs du déplacement linéaire (Garnier et Berger, 1986). Dans notre cas, n'ayant pu avoir à notre disposition un tel matériel, nous avons pu mesurer les circonférences à l'aide de verniers que nous avons fabriqués avec des rubans en aluminium gradués à partir d'une matrice "étalon" d'une précision d' $1/10^e$ de mm. Ces verniers ont été fixés sur les 9 brins préalablement choisis et matérialisés avec des jetons numérotés dans chacune des cépées. Les extrémités des verniers sont maintenues par un ressort souple pour permettre son élongation sans la moindre résistance lors d'un éventuel accroissement diamétral des brins (fig. 15).

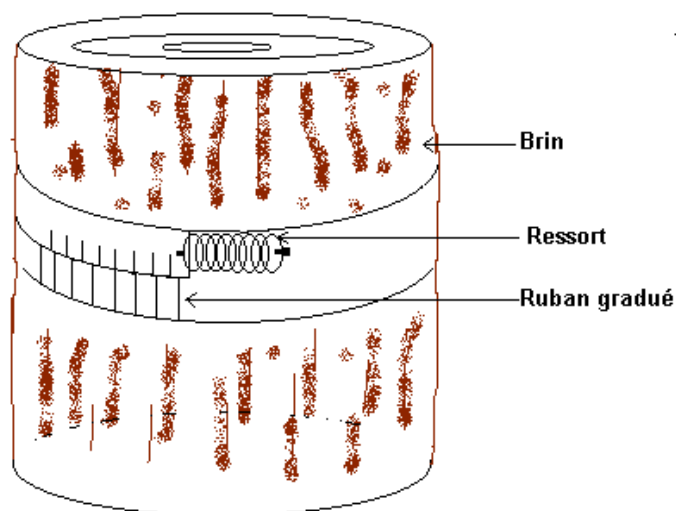


Fig. 15 : schéma du dispositif d'un vernier installé sur une portion de brin.

2.2.2.2 Variation de la circonférence des brins

La lente croissance du chêne vert se caractérise par des fluctuations d'accroissement par vagues (diminution temporaire de la croissance suivie d'un nouveau départ de celle-ci) sans phase de latence de l'activité végétative, la chlorophylle demeurant constante pendant toute l'année (Gratani et al., 1992).

La circonférence des brins augmente pendant la saison de croissance à la suite de la division cellulaire et de l'augmentation des cellules des tissus du brin. Cette variation en diamètre est constituée par une variation journalière et une variation plus ou moins saisonnière (Fritts, 1976).

L'accroissement de la circonférence du tronc se subdivise en une phase irréversible provenant de la croissance des tissus et une phase réversible émanant de l'état hydrique des tissus extensibles (Kozlowski, 1972; Jarvis, 1975; Fritts, 1976), ce qui explique la périodicité de la variation journalière. La transpiration provoque une diminution de la teneur en eau dans les cellules pendant la journée, ce qui entraîne une contraction des tissus. La transpiration étant réduite la nuit, le potentiel hydrique augmente dans le xylème et le phloème et il y a hydratation des tissus méristématiques.

D'une manière générale, la dilatation pendant la nuit est supérieure à la contraction pendant la journée et la croissance n'est en fait que la différence entre ces deux états. Mais dans des conditions de stress hydrique, la récupération de la teneur en eau pendant la nuit est très insuffisante. La croissance est alors nulle et parfois même "négative", autrement dit, il y a diminution de la circonférence du tronc (Zhang, 1987). En fait, l'accroissement saisonnier, qui a son propre rythme, n'est que la somme des accroissements résultant de ces processus journaliers.

2.2.3 Traitement des données sur les variations de la circonférence des brins.

2.2.3.1 Variation intragroupe

Pour pouvoir apprécier la variation intragroupe de la circonférence des brins des cépées, nous avons calculé l'écart type et le coefficient de variation. La comparaison de la dispersion et de la variabilité relative de plusieurs séries statistiques dont les ordres de grandeur sont différents est possible par la détermination de ces paramètres. Le coefficient de variation est obtenu en exprimant l'écart type en valeur relative de la moyenne quand cette dernière est positive (Dagnelie, 1973).

2.2.3.2 Variation intergroupe

L'analyse de la variance à un critère de classification et le test de Newman et Keuls ont été utilisés pour la comparaison des moyennes de la circonférence des brins entre les neuf cépées. Ce sont des méthodes de comparaison de moyennes de plusieurs populations considérées de distribution normale et de même variance, résultant d'échantillons aléatoires simples et indépendants les uns des autres (Dagnelie, 1973). Le traitement des données par le logiciel Stat ITCF a été réalisé avec l'aimable collaboration de l'équipe de l'Université de Tizi-Ouzou (Messaoudène et Metna).

L'analyse de la variance a pour but de séparer la variation totale en deux variances : une variance factorielle et une variance résiduelle. Les résultats permettent la comparaison de la fonction observée avec la fonction théorique obtenue en fonction du degré de liberté et résiduel. La fonction théorique figure sur la table des distributions de la fonction au seuil de

5% et 1% (Dagnélie, 1975). Le test de Newman et Keuls permet de mettre en évidence les groupes homogènes à l'intérieur des populations considérées.

2.3 Méthodes d'évaluation des ressources pastorales

L'évaluation des ressources pastorales de cette station nécessitait la détermination de la valeur pastorale de chaque parcelle. La figure 17 synthétise les principales étapes qui ont permis de réaliser cette étude dont les résultats ont été obtenus par l'utilisation de la méthode linéaire pour l'analyse de la végétation. A partir de 1986, une autre méthode dite « quantitative » a été testée dans le but de comparer les deux méthodes.

2.3.1 Choix des parcelles

La parcelle devant être représentative de la station, nous nous sommes basés sur le paramètre « valeur pastorale » pour fixer notre choix sur les parcelles qui devaient servir de socles à cette étude. C'est ainsi que quatre parcelles (L1, L2, L3, L4 et T) ont été retenues (fig. 18), chacune représentant une classe de valeurs pastorales.

2.3.2 L'analyse linéaire

Le principe consiste à suivre les variations de la végétation en revenant exactement aux mêmes points à intervalles plus ou moins longs (Parker, 1951-1954 ; Long, 1958 ; Daget et Poissonnet, 1972). Le but de cette analyse est de suivre l'évolution de la végétation par l'étude des contributions spécifiques et le recouvrement le long d'une ligne, et de déterminer la composition, et la structure de la végétation. Le long de la ligne permanente, les lectures sont faites tous les 10cm (soit 200 lectures par ligne) à l'aide des points contacts à la pointe de l'aiguille. Elles concernent aussi bien la végétation que les éléments de la surface du sol (cailloux, graviers, sol nu, litière etc...)

2.3.3 L'analyse quantitative

C'est la technique originale de Greig-Smith (1952) qui utilisait n lignes de p carrés ou rectangles contigus. Dans chaque carré on peut utiliser la densité (Greig-Smith, 1952), le recouvrement ou la fréquence (Kershaw, 1958 ; Dagnélie, 1962,c ; Greig-Smith et Chadwick, 1965 ; Anderson, 1965). Dans notre cas, une surface de 40m^2 ($20\text{m} \times 2\text{m}$) est délimitée le long de la ligne permanente. A l'aide d'une structure métallique d'un mètre de côté, on procède au comptage des différentes espèces rencontrées dans chaque carré en suivant un tracé précis et commun à tous les relevés (fig. 16)

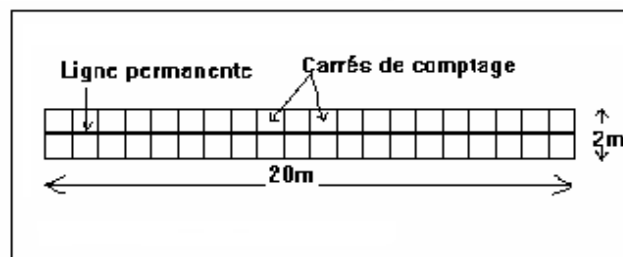


Fig. 16 : Dispositif des carrés contigus

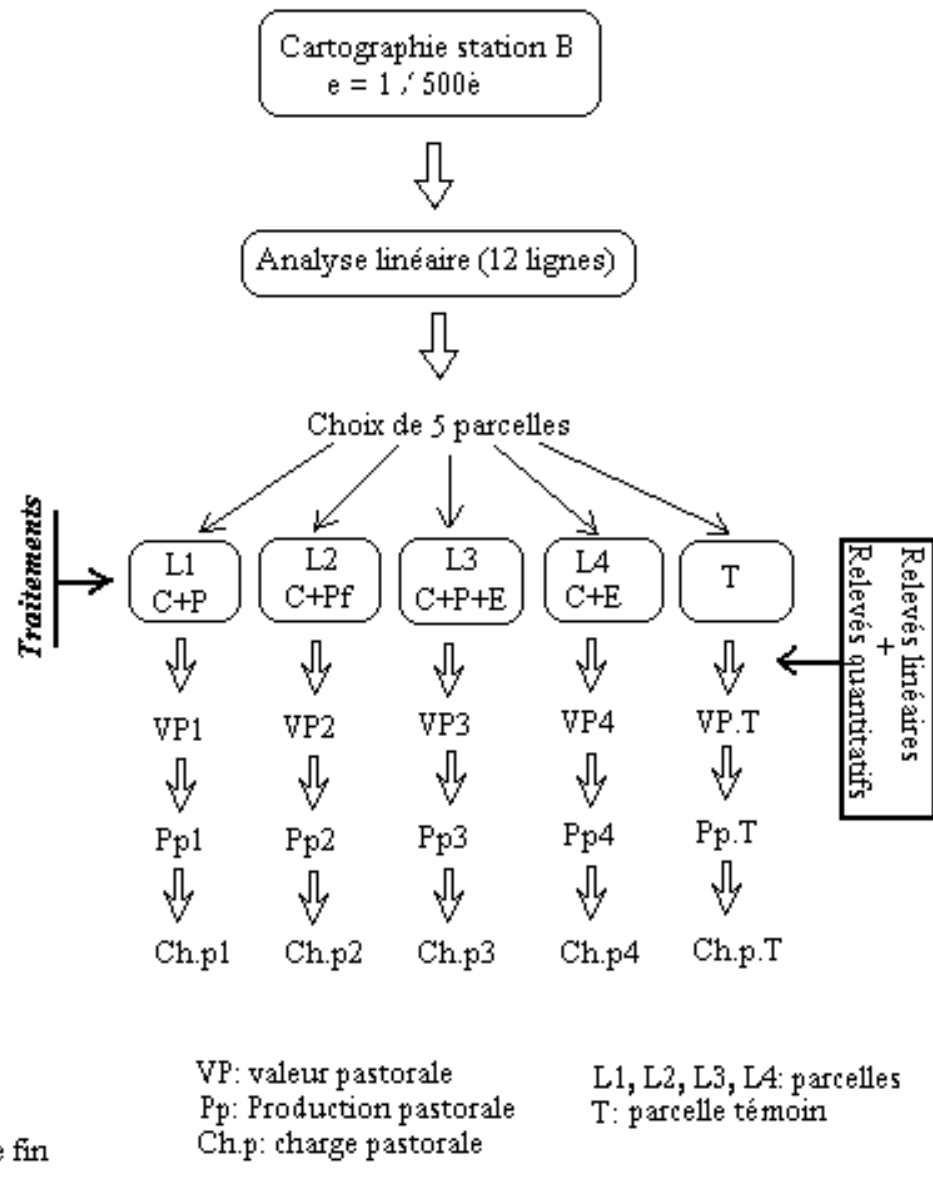


Fig. 17 : Principales étapes de l'étude sur les ressources pastorales

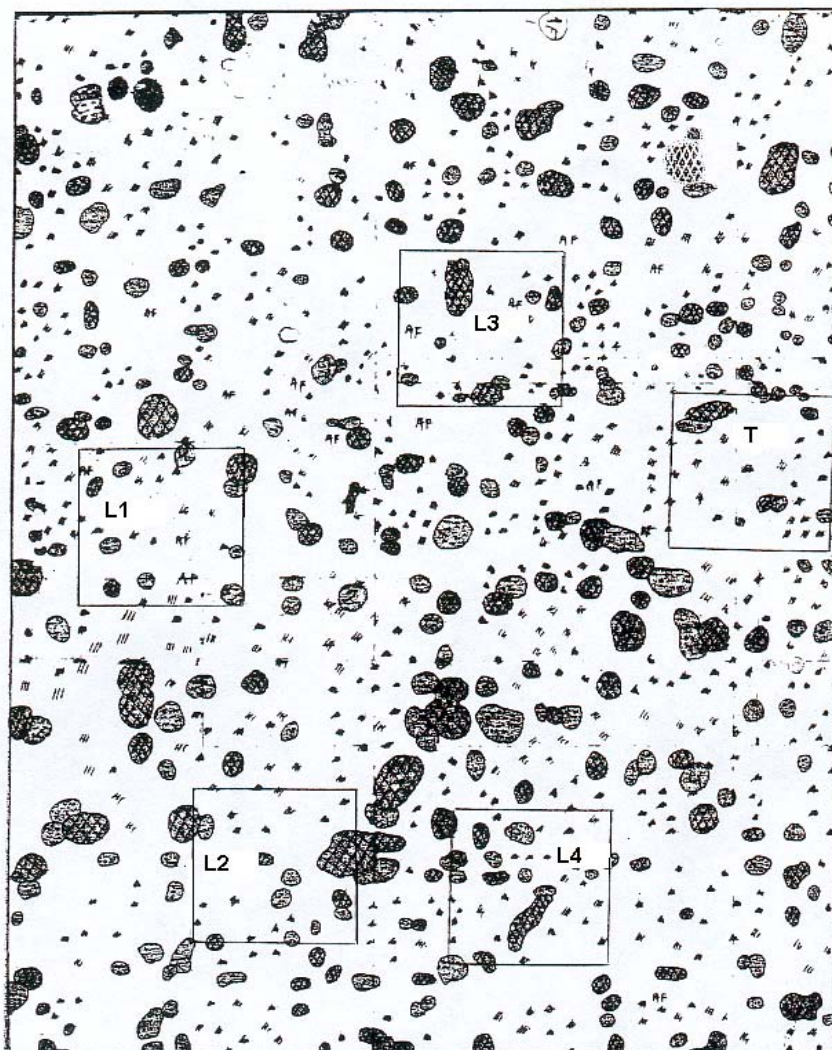


Fig. 18 : Localisation des parcelles

(L1, L2, L3,L4 : Parcelles expérimentales, T : Parcelle témoin)

2.3.4 Traitements des parcelles

Ayant constaté la dégradation assez importante de la végétation de la zone d'étude, nous avons réalisé ces quelques essais par un apport artificiel de litière (par des coupes) et d'engrais .

L'expérimentation comporte essentiellement trois traitements :

- Coupe des ligneux bas.
- Fertilisation biologique.
- Fertilisation chimique.

Ces différents traitements ont été réalisés de 1983 à 1986. Entre 1986 et 1993, les parcelles n'ont fait l'objet d'aucune intervention particulière si ce n'est une mise en défens qui était cependant appliquée à l'ensemble des parcelles depuis leur mise en place.

2.3.4.1 Coupes

Au début de l'expérimentation nous avons prévu un défrichage des parcelles concernées par gyrobroyage à l'aide d'un appareil à lames horizontales. L'effet favorable de ce traitement sur la flore qui s'améliore en quantité et qualité a été souligné par M.Thiault (1979) sur une garrigue à Chêne kermès à Montpellier. Mais n'ayant pu obtenir l'appareillage nécessaire, nous avons dû substituer l'opération de gyrobroyage par des coupes (entières ou fines) des ligneux bas particulièrement.

Ces coupes de la végétation ont été réalisées à quelques centimètres du sol manuellement à l'aide de ciseaux et sécateurs sur des parcelles de 25x25m .

2.3.4.2 La fertilisation biologique.

Le paillage assimilé à une fertilisation biologique a pour rôle d'enrichir le sol sans détruire les semenciers d'espèces palatables, sans découvrir et sans bouleverser les horizons supérieurs du sol (mince couche humifère, siège de l'activité biologique et de la fertilité). La technique consiste à couper à leur base tous les ligneux bas. Cette végétation coupée (Cistes, globulaire, genêts etc...) est laissée sur place puis décomposée par les micro-organismes du sol. Les résidus humifiés enrichissent le sol en améliorant ses propriétés physiques, chimiques et biologiques. Ils améliorent également sa structure et son pouvoir de rétention de l'eau. Ils contribuent à la formation d'un complexe absorbant en évitant la percolation des minéraux dans les horizons inférieurs, et, à l'accélération du recyclage de la matière organique et des minéraux.

Les Anglo-Saxons utilisent le terme de "mulching" qui consiste à recouvrir le sol en couche mince au moyen d'éléments végétaux et si possible d'animaux qui y entament leur décomposition. On parle plus souvent en France de compostage en surface. La différence de désignation entre les deux termes est très faible (Morand, 1978): le mulch est une masse végétale qui peut être temporairement apportée entre deux opérations culturales ou entre les rangs pour assurer la protection du sol et la continuité de la nourriture des micro-organismes de surface. On peut soit l'ôter et l'ajouter au compost, soit la laisser sur le sol où elle termine sa décomposition froide.

Ce mode de fertilisation consiste à incorporer après broyage à la couche supérieure du sol, des déchets organiques apportés et destinés à s'y décomposer en aérobie sans dégagement de chaleur. Cette technique de fertilisation biologique est très utilisée car elle assure aussi la

couverture du sol. En ce qui concerne cette étude, nous avons opté pour l'utilisation du terme "paillage."

La fertilisation biologique (paillage) et la fertilisation chimique (engrais) sont réalisés dans des parcelles précises au moment de la coupe d'automne.

Les résultats sont destinés à évaluer le potentiel pastoral (Daget et Poissonnet, 1972), ils sont exprimés en charge pastorale (nombre d'hectares par mouton). La détermination de la charge s'obtient par le calcul de certains paramètres qui sont: la valeur pastorale, la fréquence et contribution spécifiques et la productivité.

2.3.4.3 La fertilisation chimique.

Le rôle principal de la fertilisation est de stimuler l'activité des micro-organismes décomposeurs dans le sol. Le but de ce traitement étant d'obtenir une amélioration des ressources pastorales par un apport d'engrais. L'apport d'azote étant particulièrement recommandé pour rééquilibrer le rapport C/N (généralement trop élevé dans les débris ligneux), nous avons utilisé dans cette expérience des engrais composés ternaires (N, P, K) granulés très utilisés par les agriculteurs. Ils sont obtenus par mélange intime d'engrais simples azotés, phosphatés et potassiques sans qu'il y ait entre eux de réaction chimique

Depuis le début de l'expérimentation, nous avons amendé des parcelles définies (L3 et L4) avec des engrais locaux à raison de 100 unités à l'hectare pendant l'automne.

Chapitre 3 :
**BIOMASSE, PRODUCTION ET
CROISSANCE DE LA
CIRCONFERENCE DES BRINS
DU CHENE VERT**

Chapitre 3 : BIOMASSE, PRODUCTION ET CROISSANCE DE LA CIRCONFERENCE DES BRINS DU CHENE VERT

3.1 Choix des échantillons

La densité et la répartition des cépées ont été estimées à partir de la carte des espèces physiologiquement dominantes établie au 1/400^{ème} par Boudier et Bouikni (1983). 328 cépées ont été recensées et réparties en 6 classes de surface de houppier (fig. 19). Ce même document a permis la détermination des classes de surface des cépées et le choix des échantillons à mesurer (9 cépées). Ces derniers ont été choisis parmi les représentants moyens de chacune des six classes.

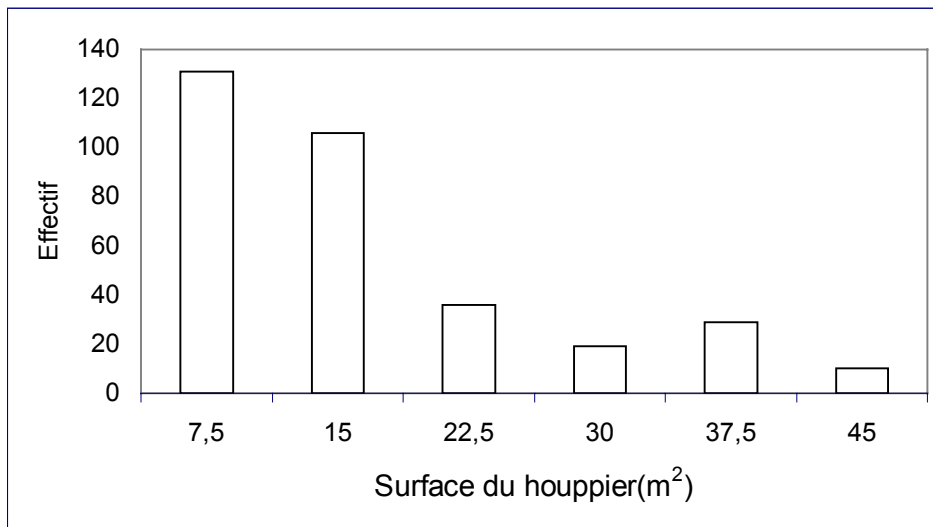


Fig. 19 : Histogramme de la répartition des cépées par classe de surface de houppier (Boudier & Dahmani, 1999)

Les 9 cépées « témoins » représentant chaque classe de surface de houppier ont été retenues et matérialisées à l'intérieur de la station alors que les 9 cépées (répondant aux mêmes critères dendrométriques que les cépées témoins) à abattre ont été choisies à l'extérieur de la station (tab. 1 et 2).

Tab.1 : Caractéristiques des cépées abattues

Classe de Surface (m ²)	Nombre de cépées	Surface du houppier (m ²)	N° des cépées
0 – 7.5	3	1.60 – 5.14 – 7.36	10 – 14 - 11
7.5 - 15	2	11.10 – 13.50	12 - 13
15 – 22.5	1	18.06	17
22.5 - 30	1	25.75	18
30 – 37.5	1	36.00	16
+ 37.5	1	45.90	15

Tab. 2 : Caractéristiques des cépées témoins

Classe de surface (m ²)	Nombre de cépées	Surface du houppier (m ²)	N° des cépées
0 - 7.5	3	1,35 - 4,52 - 7,46	1 - 5 - 2
7.5 - 15	2	11,55 - 11,60	3 - 4
15 -22.5	1	17,80	8
22.5 - 30	1	22,66	9
30 - 37.5	1	32,5	7
+ 37.5	1	42,23	6

Tab. 3 : Caractéristiques dendrométriques et pondérales des cépées abattues

Cépées	Surface du houppier (m ²)	Hauteur max. (m)	Nombre de brins	Biomasse totale (kg)
10	1.60	1.00	17	4.3
14	5.14	1.35	28	9.13
11	7.36	2.5	12	48.5
12	11.10	1.95	21	35.3
13	13.50	2.60	34	79.34
17	18.06	2.20	58	74.08
18	25.75	2.10	55	104.4
16	36.00	2.65	50	79.16
15	45.90	2.00	103	113.7

Un premier regard sur le tableau 3 permet de remarquer que la biomasse totale des cépées augmente avec l'accroissement de leur surface du houppier. Pour étayer cette constatation nous avons également testé une relation entre les différents paramètres dendrométriques pour mettre en évidence les paramètres les mieux corrélés (tab. 4).

Tab. 4 : Corrélations entre les différents paramètres dendrométriques

Paramètres dendrométriques	Equations de régression	Coefficient de corrélation	Effectif
Circonférence des brins de la cépée – Biomasse	$Y = 0.46X - 3.19$	0.97	12 brins
Biomasse totale – Surface du houppier	$Y = 3.51X + 8.53$	0.84	9 cépées
Circonférence des brins – Biomasse des brins des 9 cépées	$Y = 0.37X - 1.78$	0.80	346 brins
Biomasse du bois – Surface du houppier	$Y = 2.9X + 14.05$	0.66	9 cépées
Surface du houppier – Hauteur de la cépée	$Y = 0.028X + 1.59$	0.57	9 cépées
Biomasse totale – Hauteur de la cépée	$Y = 0.004X + 1.7$	0.51	9 cépées
Surface du houppier – Nombre de brins	$Y = 1.29X + 21.72$	0.50	9 cépées
Surface du houppier – Biomasse des feuilles	$Y = 0.1X + 4.28$	0.3	9 cépées

Il est évident que les paramètres les mieux corrélés sont la circonférence des brins des cépées avec leur biomasse ($r = 0.97$), mais nous avons préféré retenir la surface du houppier qui a une corrélation moindre avec la biomasse ($r = 0.84$) mais qui est plus pratique à mesurer dans le cas de ce taillis du semi-aride.

3.2 Biomasse

L'évaluation de la biomasse par la régression reliant la biomasse des cépées à la surface du houppier a été obtenue par l'application de l'équation $Y = 3.51X + 8.53$ (fig. 20).

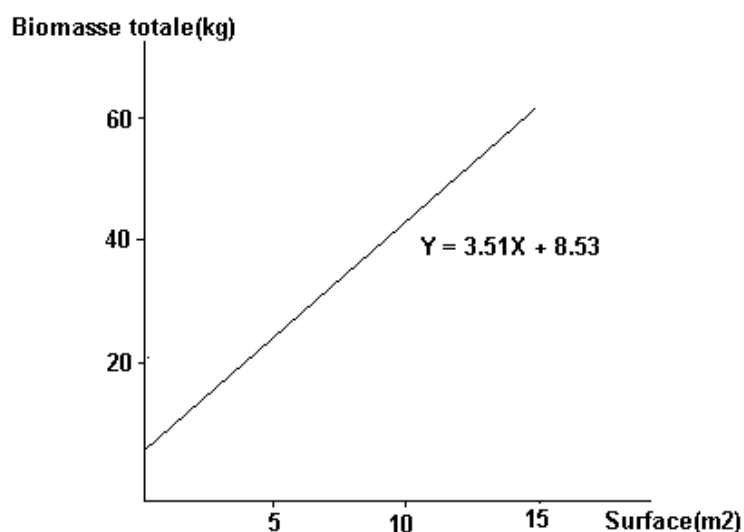


Fig. 20 : Biomasse aérienne totale en fonction de la surface du houppier de la cépée.

La carte de localisation et de recouvrement des cépées de chêne vert (figure 9) nous a permis de déterminer les surfaces occupées par les cépées et par conséquent de déterminer la biomasse totale du chêne vert de la station (tab. 5)

Tab. 5: Répartition des biomasses par classe de surface de houppier

Classes de surfaces de houppier	Effectif des cépées	Surfaces (m2) occupées par les cépées	Biomasse (kg) en poids sec.
0 - 7.5	131	491.25	1695.1
7.5 - 15	106	1192.50	3034.2
15 - 22.5	36	675.00	1595.2
22.5 - 30	19	498.75	1159.8
30 - 37.5	26	877.50	1967.7
37.5 - 45	10	412.50	913.6
Total	328	4147.5	10365.75

Ces résultats, rapportés à l'hectare, nous ont permis de déterminer la biomasse totale et fractionnée des cépées du taillis de la station expérimentale de Hassasna (tab. 6 et fig. 21).

Tab. 6 : Biomasses des cépées du taillis de chêne vert de la station de Hassasna

Biomasse épigée totale:	3.45t. Ms. Ha
Biomasse du bois:	2.87t. Ms. Ha
Biomasse des feuilles:	0.57t. Ms. Ha

L'âge du taillis ayant été évalué à 32 ans au moment où nous avons réalisé les relevés, nous avons estimé la production ligneuse moyenne annuelle à 0,089t.ha.an. Cette faible production du taillis de chêne vert a déjà été soulignée par de nombreux auteurs (Quezel, 1976; Achhal, 1979; Lossaint et Rapp, 1978).

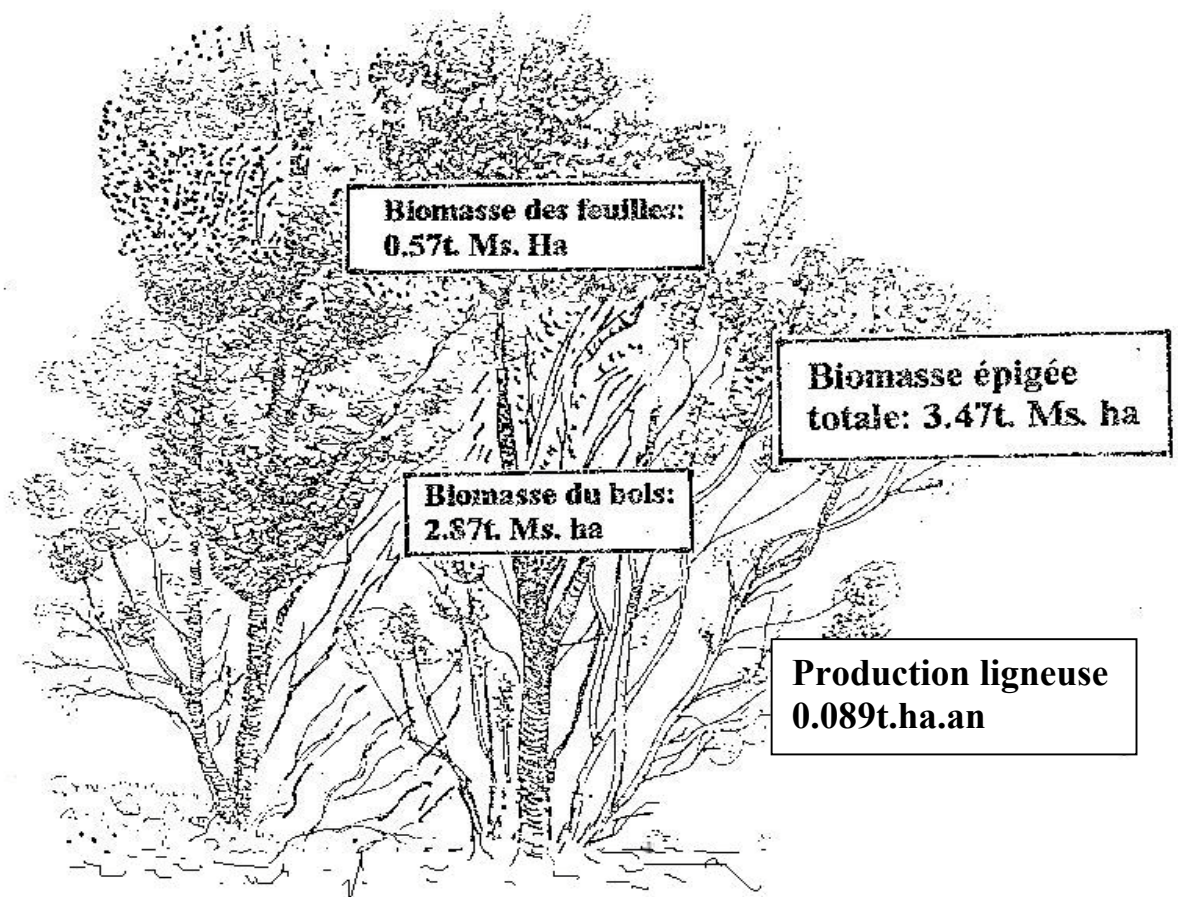


Fig. 21 : Biomasse et production du taillis de chêne vert de la station de Hassasna

3.3 Circonférences moyennes inter-annuelles

La moyenne des circonférences des brins mesurés des 9 cépées (soit 81 au total) est établie pour chaque année de 1988 à 1993 (tab. 7)

Tab. 7 : Moyenne de la circonférence des brins

Année	Nombre de brins	Moyenne des circonférences (cm)	Ecart type	C.V.(%)
1988	81	10.37	± 2.33	22.5
1989	81	10.50	± 2.38	22.7
1990	81	10.23	± 2.38	23.3
1991	81	10.28	± 2.37	23.1
1992	81	10.45	± 2.42	23.2
1993	81	10.44	± 2.42	23.2

C.V. : coefficient de variation

La faible croissance du chêne vert (Quezel, 1976 ; Achhal, 1979 ; Lossaint et Rapp, 1978) est ici confirmée par les résultats du tableau 7. En effet, nous constatons qu'entre 1988 et 1993, la croissance moyenne n'est que de 0.64 mm avec des fluctuations interannuelles variables; on observe même une « décroissance » en 1990 et 1993. Aussi, nous avons essayé de savoir si les facteurs bioclimatiques (P, M et m) intervenaient sur ces variations de la croissance.

3.3.1 Accroissement des brins

Si on considère l'évolution des circonférences moyennes annuelles générales des brins de toutes les cépées, nous constatons une très faible croissance, de l'ordre de 0.7mm, entre 1988 et 1993 avec des variations peu importantes d'une année à l'autre (fig. 22), la courbe de croissance s'ajustant à un modèle polynomial.

Nous constatons deux pics où l'accroissement est maximal : en 1989 et en 1992. La valeur de la circonférence la plus faible se situe en 1990.

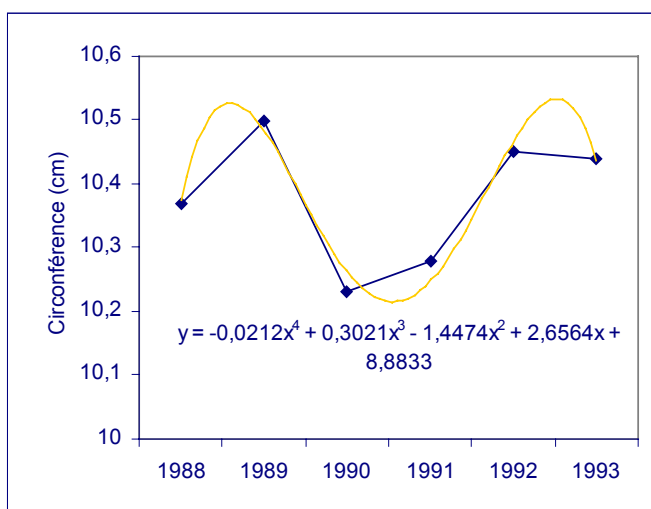


Fig. 22 : Evolution des circonférences moyennes des brins de l'ensemble des cépées

Le tableau 8 synthétise les résultats de l'analyse descriptive de la circonférence des brins des neufs cépées.

Tab. 8 : Analyse descriptive inter-annuelle de la circonférence des brins.

Année	Paramètres	Cépées									Moyennes générales (cm)
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1988	Moyenne	6.06	11.41	10.94	10.74	6.23	10.44	12.33	11.7	13.49	10.37
	Ecart-type	±1.84	±1.79	±2.87	±3.74	±2.12	±1.73	±1.80	±1.71	±2.54	
	C.V.(%)	30.36	15.68	26.23	34.82	34.02	16.57	14.59	14.61	18.82	
1989	Moyenne	6.2	11.64	11.04	10.86	6.28	10.36	12.66	11.9	13.54	10.50
	Ecart-type	±1.74	±1.79	±2.94	±3.90	±2.19	±1.62	±1.89	±1.88	±2.55	
	C.V.(%)	28.06	15.37	26.63	35.91	34.87	15.63	14.92	15.79	18.83	
1990	Moyenne	5.84	11.24	10.88	10.52	6.01	10.32	12.21	11.65	13.43	10.23
	Ecart-type	±1.79	±1.79	±2.97	±3.80	±2.13	±1.77	±1.87	±1.82	±2.64	
	C.V.(%)	30.65	15.92	27.29	36.12	35.44	17.15	15.31	15.62	19.65	
1991	Moyenne	5.94	11.38	10.96	10.58	6.02	10.31	12.28	11.64	13.41	10.28
	Ecart-type	±1.75	±1.72	±3.07	±3.71	±2.16	±1.75	±1.81	±1.88	±2.62	
	C.V.(%)	29.46	15.11	28.01	35.06	35.88	16.97	14.73	16.15	19.53	
1992	Moyenne	6.04	11.49	11.1	10.62	6.21	10.64	12.4	11.79	13.73	10.45
	Ecart-type	±1.95	±1.70	±2.99	±3.88	±2.11	±1.91	±1.72	±1.92	±2.73	
	C.V.(%)	32.28	14.79	26.93	36.53	33.97	17.95	13.87	16.28	19.88	
1993	Moyenne	5.99	11.34	11.07	10.71	6.2	10.67	12.37	11.76	13.87	10.44
	Ecart-type	±1.91	±1.74	±3.12	±3.85	±2.08	±1.83	±1.75	±1.92	±2.65	
	C.V.(%)	31.88	15.34	28.18	35.94	33.54	17.15	14.14	16.32	19.10	

Nous pouvons remarquer que les moyennes des circonférences des brins obtenues se situent dans une gamme de valeurs comprises entre 5.84 cm (valeur minimale calculée pour la cépée 10 en 1990) et 13.87 cm (valeur maximale enregistrée de la cépée 18).

Malgré l'homogénéité apparente des moyennes générales (variant entre 10.23 cm et 10.50 cm entre 1988 et 1993) reflétant en fait le faible accroissement de la circonférence des brins (de l'ordre de 2.7mm en cinq ans), nous pouvons remarquer quelques disparités des valeurs d'une cépée à l'autre. Les moyennes les plus faibles (autour de 6 cm) sont observées dans les cépées 10 et 14.

Les valeurs des cépées 12, 13 et 15 oscillent entre 10 cm et 11cm alors que les cépées 11 et 17 ont des valeurs comprises entre 11 cm et 12 cm. Les valeurs les plus élevées se retrouvent dans les cépées 16 et 18 avec des moyennes se situant entre 12 cm et 14 cm.

Si on observe les cépées individuellement, nous pouvons remarquer quelques différences d'évolution de la circonférence des brins d'une cépée à l'autre: La figure 23 montre des variations annuelles presque identiques de la circonférence des brins des cépées 10, 11, 12, 14, 16 et 17: on observe une croissance entre 1988 et 1989 et entre 1990 et 1992. Par contre, entre 1989 et 1990, l'accroissement accuse une diminution relative importante qui se répète entre 1992 et 1993 mais qui est de moindre amplitude.

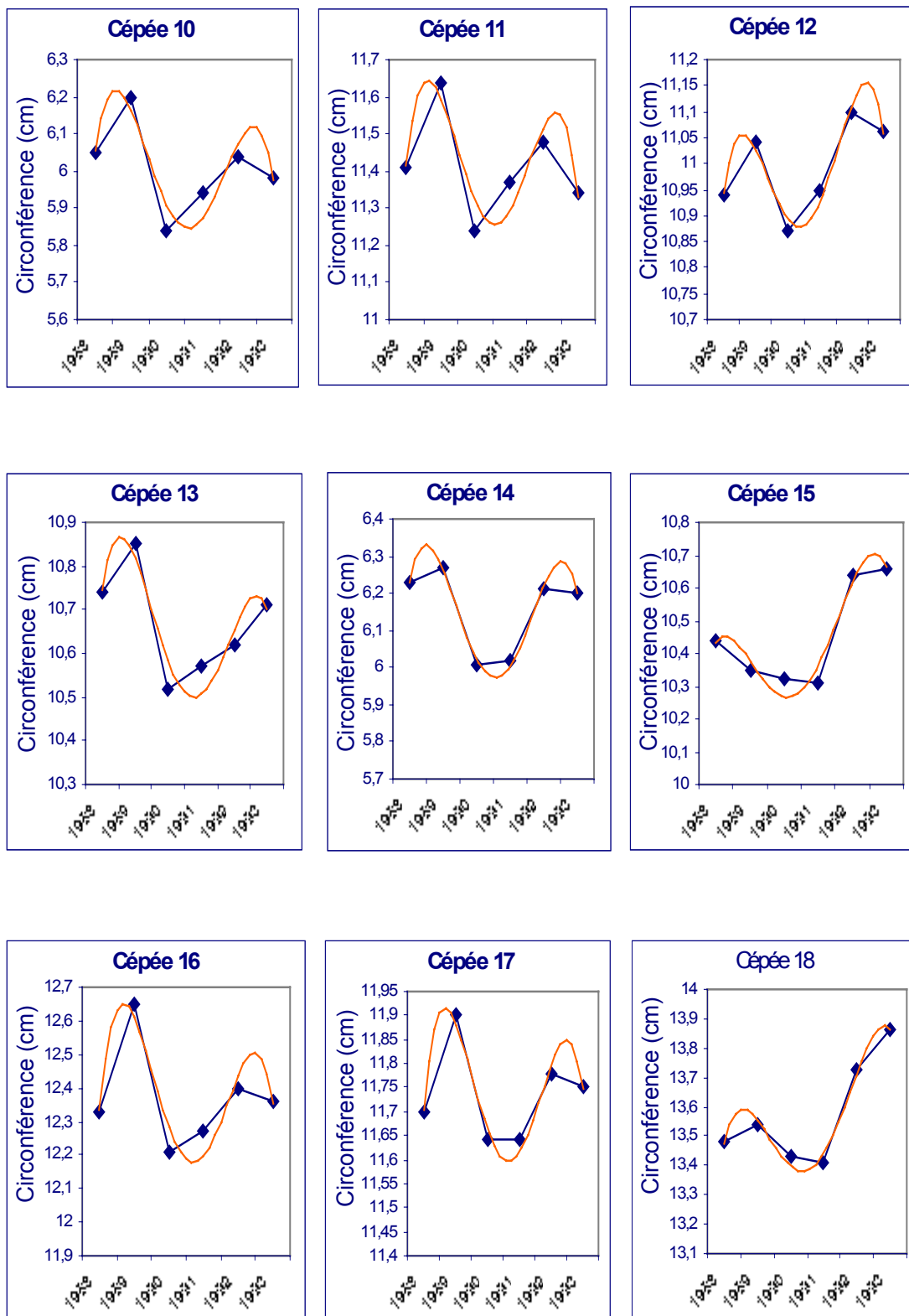


Fig. 23: Evolution de la circonférence moyenne de chaque cépée

La cépée 15 se distingue des précédentes par une décroissance entre 1988 et 1991 et une reprise de la croissance entre 1992 et 1993.

Une décroissance entre 1990 et 1991 puis une croissance entre 1992 et 1993 caractérisent la cépée 18.

La cépée 13 se différencie par une croissance continue entre 1990 et 1993.

3.3.1.1 Variations inter-annuelles

Tab. 9 : Comparaison des résultats entre cépées

Variable	Source de variation	S.C.E.	D.D.L.	C.M.	F.obs.	Prob.	Test de Newman et Keuls
1988	V. totale	865.60	80	10.82	10.88	0.00	Groupe A : 18, 16, 17, 11, 12, 13, 15. Groupe B : 14, 10.
	V.factorielle	473.73	8	59.22			
	V.résiduelle	391.87	72	5.44			
1989	V. totale	894.56	80	11.18	10.68	0.00	Groupe A : 18, 16, 17, 11, 12, 13, 15. Groupe B : 14, 10.
	V.factorielle	485.51	8	60.69			
	V.résiduelle	409.05	72	5.68			
1990	V. totale	901.80	80	11.27	10.85	0.00	Groupe A : 18, 16, 17, 11, 12, 13, 15. Groupe B : 14, 10.
	V.factorielle	492.94	8	61.62			
	V.résiduelle	408.86	72	5.68			
1991	V. totale	893.97	80	11.17	10.87	0.00	Groupe A : 18, 16, 17, 11, 12, 13, 15. Groupe B : 14, 10.
	V.factorielle	489.00	8	61.13			
	V.résiduelle	404.97	72	5.62			
1992	V. totale	920.90	80	11.51	10.59	0.00	Groupe A : 18, 16, 17, 11, 12, 13, 15. Groupe B : 14, 10.
	V.factorielle	497.90	8	62.24			
	V.résiduelle	423.01	72	5.88			
1993	V. totale	927.88	80	11.60	10.83	0.00	Groupe A : 18, 16, 17, 11, 12, 13, 15. Groupe B : 14, 10.
	V.factorielle	506.79	8	63.35			
	V.résiduelle	421.08	72	5.85			

S.C.E. : Somme des carrés des écarts

D.D.L. : Degré de liberté

C.M. : Carré moyen

Prob. : Probabilité

F. obs. : Fonction observée

Nous remarquons d'après le test de Newman et Keuls que deux principaux groupes se dégagent de cette analyse quelque soit l'année considérée : le groupe A constitué des cépées 18, 16, 17, 11,12, 13, et 15 et le groupe B qui regroupe deux cépées : la 10 et la 14.

Chacun de ces deux groupes constitue en fait une catégorie de circonférence : le groupe A dont les circonférences des brins dépassent 10 cm de circonférence et le groupe B dont les brins oscillent autour de 6 cm (tab. 9).

La cépée 11 appartenant à la même classe de surface de houppier que les cépées 10 et 14 qui sont dans le groupe B, est cependant absente de ce dernier. La raison probable se situerait au niveau du nombre de brins faible (12): la cépée réagit comme si elle a été éclaircie en se développant en hauteur (2.5m) et en diamètre de ses brins.

Notons aussi que le groupe B à l'intérieur duquel se retrouvent les plus faibles circonférences des brins (autour de 6 cm) appartient à la première classe de surface du houppier dont les valeurs sont comprises entre 0 et 7.5 m². Cette classe renferme le plus grand nombre de cépées de la station, soit près de 40% de l'effectif total.

Dans l'analyse de la variance des cépées en fonction du temps, on n'observe aucune différence significative (tab. 10).

Tab.10 : Analyse de la variance des cépées en fonction du temps (1988 à 1993).

Source de variation	S.C.E.	D.D.L.	C.M.	F. obs.	Prob.
V. totale	327.70	53	6.18		
V.factorielle	0.48	5	0.10	0.01	0.99
V.résiduelle	327.23	48	6.82		

3.3.1.2 Tendance de la variation de la croissance des brins de chaque cépée

Les courbes de tendance linéaire (fig. 24) montrent qu'il y a une croissance effective globale des brins des cépées 12, 15 et 18 entre 1988 et 1993. Les autres cépées accusent une diminution de la circonférence de leurs brins pendant cette même période.

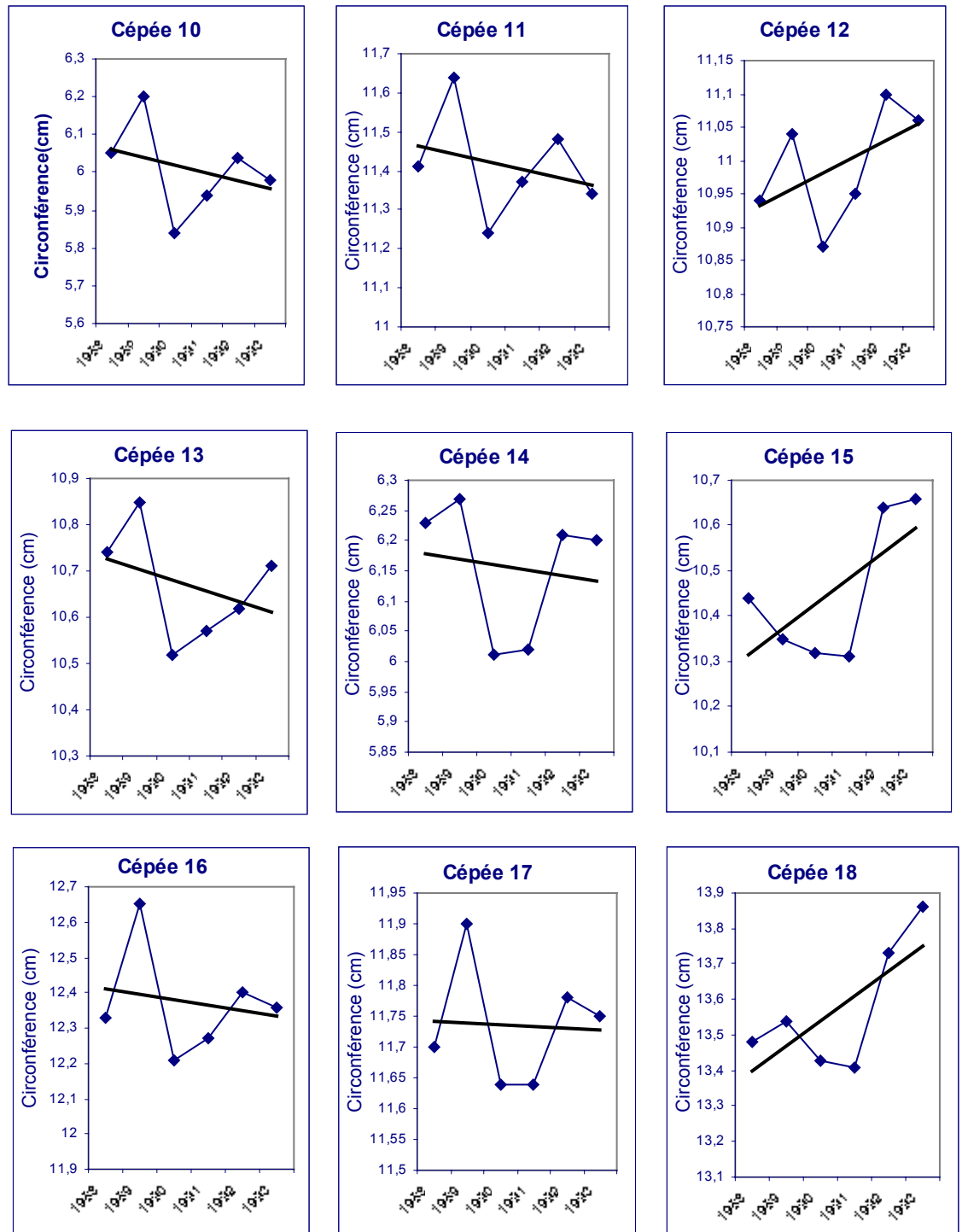


Fig. 24 : Tendence évolutive de la croissance des brins de chaque cépee

3.3.1.3 Variations intra - annuelles.

En 1988 nous avons effectué trois mesures de la circonférence des brins correspondant aux mois de juin, octobre et décembre.

Les résultats de ces mesures sont résumées dans le tableau 11 sur lequel nous pouvons observer des variations de la circonférence pendant la même année sur les trois relevés réalisés : nous constatons un accroissement remarquable de 0.21cm en quatre mois (entre le mois de juin et le mois d'octobre) puis une décroissance assez importante (0.32 cm) en seulement deux mois (entre le mois d'octobre et le mois de décembre).

Tab. 11 : Analyse descriptive intra-annuelle de la circonférence des brins.

Mois	Paramètres	Cépées									Moyennes générales
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Juin 1988	Moyenne	6.06	11.41	10.94	10.74	6.23	10.44	12.33	11.7	13.49	10.37
	Ecart-type	±1.84	±1.79	±2.87	±3.74	±2.12	±1.73	±1.80	±1.71	±2.54	
	C.V.(%)	30.36	15.68	26.23	34.82	34.02	16.57	14.59	14.61	18.82	
Octobr. 1988	Moyenne	6.34	11.72	11.38	11.00	6.30	10.36	12.69	12.03	13.67	10.61
	Ecart-type	±1.81	±1.88	±3.02	±3.99	±2.24	±1.57	±1.97	±1.84	±2.75	
	C.V.(%)	28.54	16.04	26.53	36.27	35.55	15.15	15.52	15.29	20.11	
Decem. 1988	Moyenne	5.92	11.49	11.02	10.44	5.94	10.37	12.28	11.60	13.29	10.26
	Ecart-type	±1.80	±1.90	±2.97	±3.75	±2.09	±1.86	±1.91	±1.79	±2.73	
	C.V.(%)	30.40	16.53	26.95	35.91	35.18	17.93	15.55	15.43	20.54	

Ne disposant que de trois mesures intra-annuelles et pour uniquement une seule année (1988), nous ne pouvons tirer de conclusions très précises sur la causalité des fluctuations intra-annuelles de la circonférence des brins. Nous ne pouvons que constater que le "pic" de la croissance est observé au mois d'octobre 1988, exceptée la cépée 15 (fig. 25 et 26).

De même nous pouvons constater (fig.25) l'individualisation des deux groupes de cépées déjà mis en évidence par le test de Newman et Keuls : le groupe A constitué par les cépées 11, 12, 13, 15, 16, 17 et 18 et le groupe B formé des cépées 10 et 14.

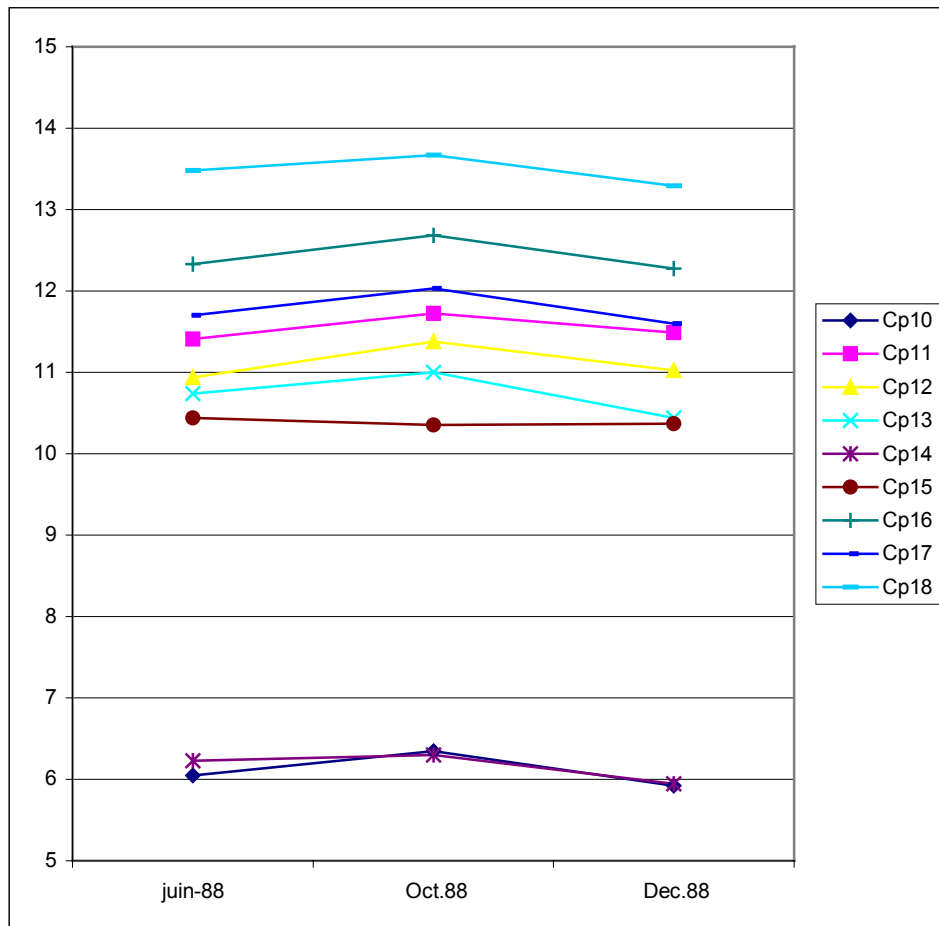


Fig. 25 : Variations intra-annuelles de la circonférence des brins

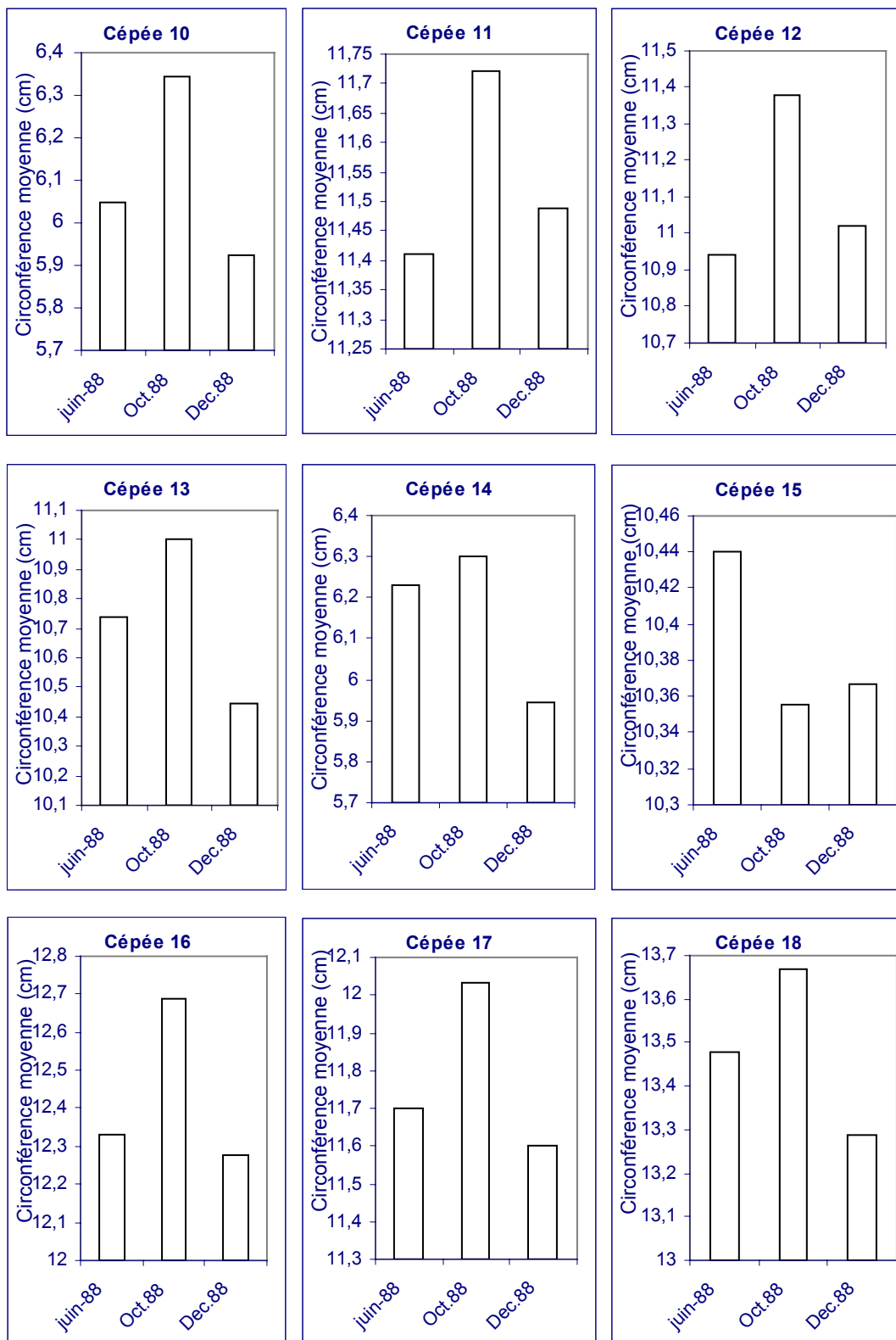


Fig. 26 : Variations intra-annuelles de la circonférence moyenne des brins de chaque cépée

3.4 Relation entre les facteurs climatiques et l'accroissement de la circonférence des brins.

Les facteurs écologiques, et particulièrement ceux en rapport avec le climat n'agissent jamais de façon isolée, mais simultanément. La composante climatique principale est constituée incontestablement par le couple température-hygrométrie (Ramade, 1984). L'étude de chacun de ces facteurs représente une approche indispensable pour la compréhension des phénomènes écologiques.

C'est dans cette optique que nous avons jugé utile d'étudier la relation entre les principaux facteurs climatiques (températures et précipitations) et la croissance de la circonférence des brins.

3.4.1 Relation entre les précipitations et l'évolution de la circonférence des brins

La principale caractéristique du climat méditerranéen est sa sécheresse estivale. L'eau devient alors le facteur limitant de la végétation forestière (Aussenac et Valette, 1982) et d'autres espèces végétales, d'où l'effet direct des *précipitations estivales sur la croissance* du cerne souligné par Zhang (1987).

Cependant, bien que le chêne vert soit une espèce possédant la faculté de poursuivre les processus de transpiration et de photosynthèse dans un état de grande sécheresse (Eckardt, 1977; Aussenac et Granier, 1978; Aussenac et Valette, 1982), il n'en demeure pas moins que la photosynthèse peut s'arrêter suite à la fermeture des stomates (Fritts, 1976; Aussenac et Valette, 1982) quand l'eau est épuisée dans le sol.

La croissance peut être influencée aussi par une augmentation de la respiration et une diminution de la photosynthèse en conditions de grande sécheresse (Schneider et Childers, 1941; Kramer, 1962).

Les variations de la circonférence des brins observées dans la station de Hassasna nous ont amenés à rechercher les principales causes qui seraient à l'origine de ces variations. Les premières investigations ont été orientées vers le facteur le plus probable, en l'occurrence les précipitations.

De nombreux tests de corrélations statistiques ont été effectués entre deux paramètres (somme des précipitations en fonction du nombre de mois considéré et circonférences moyennes générales des brins entre 1988 et 1993).

Le paramètre "somme des précipitations" estivales a été testé sur une période s'étalant entre le mois de Mai et le mois d'Octobre, avec des combinaisons d'intervalles mensuels différents (3 mois, 4 mois, 5 mois et correspondant à l'année pendant laquelle ont été effectuées les mesures des circonférences et à celle précédant ces mesures).

Les résultats sont résumés dans le tableau 12.

Tab. 12 : Corrélations entre circonférences des brins et sommes des précipitations mensuelles

Graphe	Relation circonférence – Nombre de mois	Coefficient de corrélation
1	C - P (12 mois, années courantes)	$r = 0.07$
2	C - P (12 mois, années précédentes)	$r = 0.17$
3	C - P (04 mois: J, A, S, O)	$r = 0.39$
4	C - P (05 mois: M, J, J, A, S)	$r = 0.39$
5	C - P (05 mois: J, J, A, S, O)	$r = 0.59$
6	C - P (04 mois: J, J, A, S)	$r = 0.62$
7	C - P (03 mois: J, A, S)	$r = 0.62$
8	C - P (04 mois:JJAS, années précédentes)	$r = 0.75$

Nous remarquons que la corrélation la plus significative est celle qui lie la circonférence à la somme des précipitations mensuelles de juin, juillet, août et septembre de l'année précédant les mesures avec $r = 0.75$.

L'application de cette dernière corrélation a permis d'illustrer sur la figure 27 l'étroite relation qui lie les variations de la circonférence des brins aux précipitations estivales des années antécédentes : ces deux facteurs évoluent presque identiquement de 1988 à 1993 (sauf pour 1991 où on observe une divergence d'évolution)

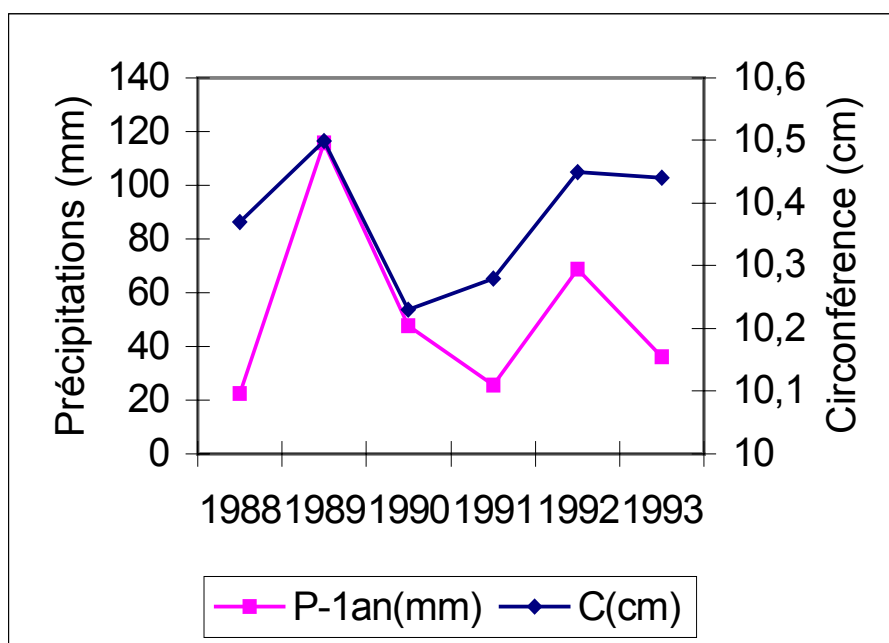


Fig. 27 : Variations de la circonférence en fonction de la somme des précipitations des mois de juin, juillet, août et septembre des années précédentes

Ce sont essentiellement les pluies estivales qui semblent conditionner l'accroissement de la circonférence des brins de l'année suivante. Cette observation rejoint les résultats de Zhang (1987) qui suppose que le changement « rapide » du diamètre du tronc est causé par le changement de teneur en eau dans les tissus des plantes, alors que le changement « permanent et lent » du diamètre du tronc a pour cause la croissance biologique.

Après des pluies, la plante absorbe l'eau dans le sol, ce qui augmente la teneur en eau dans les tissus et la pression de la sève ainsi que le potentiel hydrique. Les cellules augmentent de volume par turgescence même s'il n'y a pas de division cellulaire.

Par la suite c'est la croissance biologique par la division et la croissance cellulaire qui dominant. Mais pendant ce temps, l'absorption de l'eau diminue à cause de la réduction de l'eau disponible dans le sol.

3.4.2 Interception des eaux de pluies

En réalité, ce n'est pas la totalité des pluies incidentes qui arrive à atteindre le sol. En effet, une partie de cette eau est interceptée par la couverture des cèpées puis réévaporée. Les phénomènes d'interception sont plus ou moins importants selon les essences et les types de peuplement : les pourcentages annuels sont de 30% dans le peuplement de *Pinus silvestris*, de 34% pour *Picea abies*, 42% chez *Abies grandis* et de 26% à 41% pour le chêne vert (Ettehad et al, 1973).

Cependant en raison des difficultés d'évaluation de la pluviométrie incidente (coefficient de captation des pluviomètres), il semble probable que l'interception soit généralement sous estimée (Aussenac, 1968). La quantité des eaux de pluies qui arrive au sol à travers la couverture des arbres se décompose en deux fractions: l'*eau d'égouttement* qui traverse directement le feuillage et l'*eau d'écoulement* qui s'écoule le long des branches et des troncs. L'interception nette, est appelée quelquefois *perte par interception*.

La fraction des précipitations interceptée (exprimée en hauteur d'eau (mm) ou en pourcentage des précipitations incidentes) constitue un paramètre important du bilan hydrologique. Elle représente la première influence de la forêt sur les précipitations. De nombreuses études ont été réalisées pour démontrer l'importance de ce phénomène et parmi lesquelles on peut citer les travaux de Mathieu (1876), Fautrat (1878), Cuif (1913), Horton (1919), Kittredge (1948). Les travaux de Lévy (1968) ont montré que l'on pouvait lier l'eau arrivant au sol à l'éclairement relatif et à la pluie incidente.

Au regard des résultats obtenus, se posait le problème de la signification écologique de l'interception. Les effets de cette fraction interceptée des précipitations demeurent très controversés chez certains auteurs : les uns les considérant comme une perte immédiate (Godron, 1984 ; Rutter, 1968), les autres leur attribuant des propriétés bénéfiques (Kittredge, 1962 ; Voigt, 1960).

Concernant le taillis de Hassasna, la surface du houppier des cèpées atteignant des proportions parfois considérables, il nous a semblé utile de connaître le taux de précipitations intercepté par le feuillage. L'architecture très particulière des cèpées ainsi que l'enchevêtrement assez prononcé des brins ne permet de considérer dans ce cas que les eaux d'égouttement, les eaux d'écoulement étant pratiquement impossibles à récolter.

Aussenac (1968) considère que l'écoulement varie selon que l'essence a des branches dressées ou inclinées vers le bas et une écorce lisse ou rugueuse. Il constate que chez les essences à écorce épaisse et rugueuse comme le chêne, l'écoulement mesuré est faible, une certaine quantité d'eau ayant été retenue au niveau de l'écorce et dont le rôle ne doit pas être négligeable pour la biologie de l'arbre.

3.4.3 Protocole de récolte des précipitations incidentes et interceptées.

Des bouteilles en polystyrène dont la partie supérieure a été sectionnée, retournée puis emboîtée sur l'autre moitié ont servi comme « pluviomètres » à la récolte des eaux de pluie. Chaque bouteille a été reliée par l'intermédiaire d'un tuyau à un fût de grande capacité pour l'emmagasinement des pluies récoltées et mesurées après chaque averse pendant une période donnée. Sous chacune des 9 cépées ont été placées 2 bouteilles pour la récolte des pluies sous couvert et une autre (témoin) à l'extérieur des cépées, à découvert. Les résultats sont résumés dans le tableau 13.

Tab. 13 : Interception des eaux de pluies par le houpier (ml)

Cépée Période	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Moy.	Pluies à découvert	Taux (%) intercepté
1.1.88	300	310	310	300	65	280	180	280	260	253.88	435	41,6
3.4.88	180	110	82	185	48	76	70	140	105	110.66	172.5	35,8
23.4.88	52	47	24	79	19	21	14	42	32	36.66	59.9	38,9
1.10.90	304	300	305	107	208	300	305	500	305	292,6	505,5	42,2
5.10.90	500	400	302	403	305	402	207	303	100	324,6	500,5	35,2
23.2.91	102	70	103	100	42	101	100	85	///	87,8	202	56,6
15.3.91	406	401	500	403	507	401	704	309	205	426,2	601,5	29,2

L'étude réalisée dans cette station a permis d'évaluer le taux d'interception des eaux de pluies variant entre 35.84% et 41.63% pendant les années 1988 et 1990 et de 29,2% à 56,6% en 1991. Signalons que le taux observé par Ettehad et al (1973) pour la même essence varie de 26.2% à 41.4%. Dans un peuplement de *Pinus pinea* L., le taux d'interception des précipitations s'élève annuellement à 27,6% des pluies incidentes. Il semblerait donc que les essences feuillues sempervirentes présentent une interception plus importante, donc une perte d'eau plus grande pour le sol que les résineux (Rapp et al, 1978).

Cependant, l'importance de l'interception dépend d'un certain nombre de facteurs dont les plus importants sont la durée et l'intensité des averses, la température, le vent et la capacité de saturation des couronnes. La quantité d'eau susceptible d'être retenue dépend de la surface des feuilles, des branches et des rameaux. Elle est fonction aussi de la morphologie des feuilles et du type de ramification. Au début d'une averse, la presque totalité de l'eau est interceptée par le houpier.

Cette eau s'accumule jusqu'à atteindre la capacité de stockage maximum, autrement dit jusqu'à ce que la force de la pesanteur dépasse les forces de tension de surface. Les phénomènes d'évaporation agissent généralement au début et leur importance est liée

à la température: plus cette dernière est élevée et plus l'évaporation est grande. Mais si l'averse dure, l'évaporation diminue et quand la capacité de saturation est atteinte, les houppiers ne retiennent plus que les quantités compensatrices de l'eau évaporée et l'interception cesse pratiquement (Aussenac, 1968).

Si on considère la surface occupée par l'ensemble des houppiers des cépées de chêne vert de la station, soit 13.8% (tabl. 5), on peut en déduire que cette fraction intercepte en moyenne 38.75% des pluies incidentes. Mais doit-on considérer cette interception comme perte ou comme gain pour ce taillis ? en l'absence de données fiables sur le bilan hydrique de la station, on ne peut se prononcer catégoriquement sur cet aspect. Par contre, par fortes chaleurs, les pluies estivales sont interceptées et leur réévaporation peut être considérée comme perte si la réserve en eau du sol est faible en raison d'une faible pluviosité annuelle.

3.4.4 Relation entre la circonférence moyenne de la totalité des brins des 9 cépées et les températures (M et m)

L'action des températures sur la croissance des végétaux a déjà été soulignée par de nombreux auteurs. La corrélation entre la moyenne des circonférences des brins des 9 cépées étudiées et les températures moyennes annuelles donne un coefficient relativement plus élevé en ce qui concerne m ($r = 0.77$) que pour M ($r = 0.44$) entre 1987 et 1992 mais elle est plus faible entre 1988 et 1993 pour les mêmes variables. Cette corrélation peu significative indiquerait une faible influence de la température, exprimée par la moyenne annuelle, sur la croissance des brins.

Cependant le rôle négatif de la température estivale est certain (Zhang, 1987), l'évapotranspiration entraînant plus rapidement l'épuisement des réserves en eau.

La température maximale joue un rôle important puisqu'elle se situe très souvent au milieu de la journée, moment qui correspond à la plus grande sensibilité des arbres à la sécheresse (Zhang, 1987). Aussenac et Valette (1982) signale une corrélation significativement négative entre la pression de sève (potentiel hydrique) et la température chez le chêne vert pendant l'été.

De même, Fritts (1976) a montré que l'augmentation de la respiration est plus rapide que celle de la photosynthèse au fur et à mesure que la température augmente si on prend en considération la production et la consommation des substances alimentaires. Par conséquent, la température élevée joue un rôle négatif sur la croissance.

Aussi, nous avons corrélé la moyenne des températures maximales des quatre mois les plus chauds (juin, juillet, août et septembre) des années précédentes (entre 1987 et 1992) et des années en cours (entre 1988 et 1993) avec les moyennes des circonférences des brins.

La corrélation établie entre la moyenne des températures maximales des quatre mois les plus chauds correspondant à la période 1987 - 1992 avec la circonférence des brins est très faible ($r = 0.121$) alors que celle calculée pour la période 1988 - 1993 avec le même paramètre est plus significative avec $r = 0.846$ (tab. 14).

Tab. 14 : Relation entre la moyenne des température maximales des 4 mois les plus chauds et la moyenne des circonférences des brins des 9 cépées.

Années	Moy.de M (J, J, A, S)	Moy. des Circ.brins (cm)	Coef. de corrél.
1988	32,9	10,37	r = 0.84
1989	32,6	10.50	
1990	33,7	10,23	
1991	33,8	10,28	
1992	31,7	10,45	
1993	32,6	10,44	

La droite de régression est de type $Y = - 0,11 + 14$. (fig. 27) :

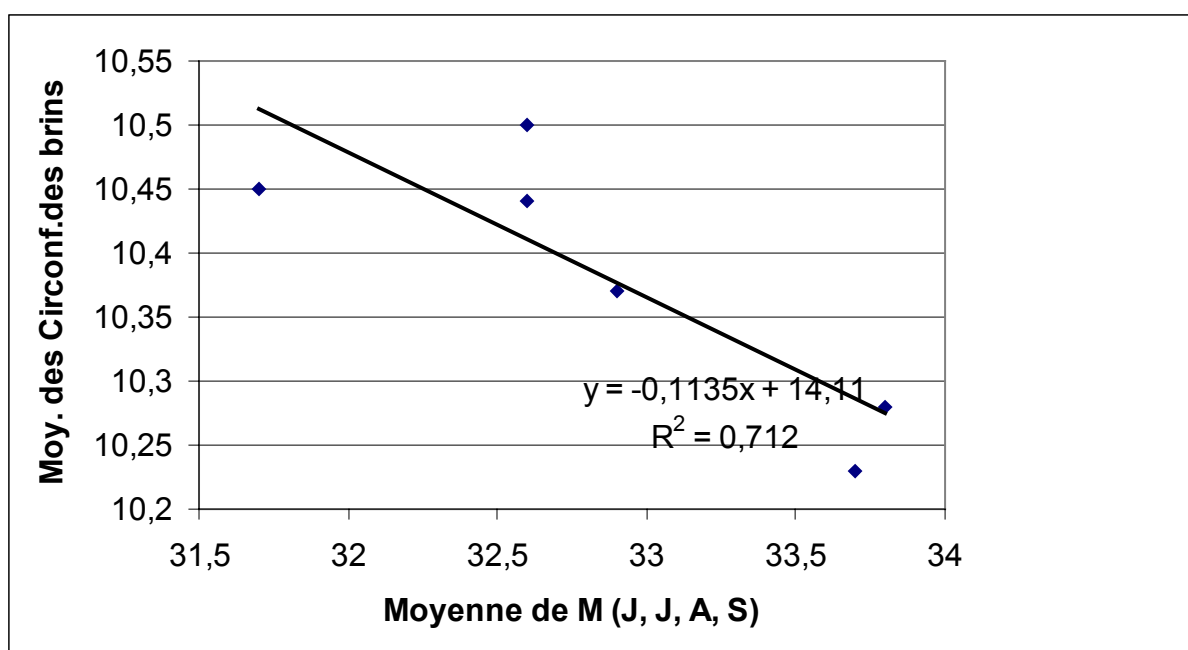


Fig. 28 : Droite de régression de la moyenne des circonférences des brins avec la moyenne de M des quatre mois les plus chauds (J, J, A, S)

Ainsi, contrairement aux précipitations, ce sont ici les températures estivales de l'année en cours qui semblent avoir une influence sur les variations de l'accroissement des brins (tab. 14).

Nous remarquons que la croissance de la circonférence des brins est inversement proportionnelle à la moyenne des températures maximales des quatre mois les plus chauds de l'année en cours : elle augmente avec la diminution de la température estivale et décroît avec l'élévation de cette dernière (fig. 29)

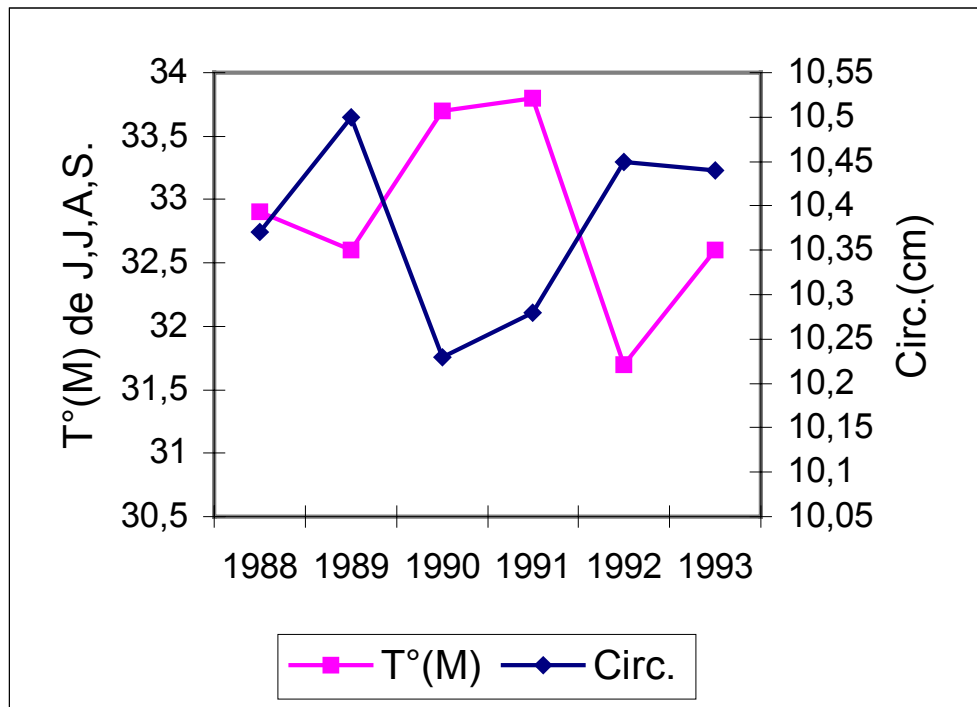


Fig. 29 : Evolution de la circonférence des brins en fonction de la moyenne des températures maximales des quatre mois les plus chauds

Ce phénomène de la variation de la circonférence des brins au cours des années pourrait trouver son élucidation par une étude plus fine au niveau de la physiologie cellulaire des tissus des brins et pourrait être lié à celui de l'évapotranspiration de la cèpée. Zhang (1987) lie ce phénomène à celui de la variation de la turgescence des cellules en fonction des conditions climatiques.

3.5 Conclusion :

La première constatation que nous pouvons relever est la très faible croissance radiale annuelle qui n'apporte en fait qu'une confirmation supplémentaire à l'état extrêmement dégradé de ce taillis.

L'objectif principal de cette étude visait la connaissance des facteurs à l'origine de l'état de ce taillis et c'est à la lumière des résultats obtenus que nous pouvons déjà affirmer que certains paramètres bioclimatiques semblent avoir une action directe sur la croissance diamétrale des brins.

C'est ainsi que nous avons pu montrer que les précipitations estivales ont une influence positive sur la croissance des brins, une année après. Par contre, ce sont les températures maximales des quatre mois les plus chauds (juin, juillet, août et septembre) de l'année en cours qui agissent (négativement) sur l'accroissement. C'est en réalité la résultante de ces deux facteurs climatiques qui détermine l'accroissement réel de la circonférence des brins. Zhang (1987) aboutit aux mêmes résultats et suggère la possibilité de leur utilisation dans la pratique: il propose l'usage du bilan des variations diamétrales du tronc comme indicateurs de l'état hydrique dans la plante et dans le sol.

Chapitre 4 :
LES RESSOURCES PASTORALES

Chapitre 4 : LES RESSOURCES PASTORALES

4.1 Introduction

La crise de l'économie pastorale en Algérie découlant des conséquences de la deuxième guerre mondiale avait contraint les autorités coloniales à adopter certaines mesures parmi lesquelles figurent la mise en défens des parcours, la sédentarisation des populations et la lutte contre les épizooties.

Depuis l'indépendance (1962), ce sont particulièrement les parcours steppiques et l'élevage ovin qui figurent parmi les priorités de la politique d'amélioration pastorale. Les différentes tentatives d'amélioration des parcours n'ont cependant pas donné les résultats escomptés.

Dans le même cadre, de nombreux autres projets ont aussi été lancés et parmi lesquels on peut citer le projet Hodna (1968), les projets Algérie 16, 22, et 30 (1969-1970) avec la participation du PNUD dont le but était l'amélioration des ressources pastorales (culture fourragère et élevage ovin) et dont les applications n'ont pas abouti.

C'est le HCDS (1980) qui a pris en charge les principales études et réalisations : son programme concerne la mise en valeur des parcours avec la réalisation de forage, puits pastoraux, ouvertures de pistes et créations d'unités pastorales.

Dans le cadre de la politique des Grands Travaux, les réalisations ont trouvé l'adhésion des populations. C'est ainsi que la mise en défens a permis à la production fourragère de passer de 40 UF/ha à 250 UF/ha. De même, 15000 ha de plantation d'espèces fourragères (*Atriplex vesicaria*, *Medicago arborea*, *Opuntia ficus indica* etc....) ont été réalisés.

Adopté en 2000, le PNDA a pour objectif l'amélioration du niveau de la sécurité alimentaire. Il propose particulièrement des actions soutenues pour le développement des cultures fourragères, le soutien à l'alimentation du cheptel ovin dans les conditions de sécheresse ou de perte d'UF liée à la perte de pâturage par les mises en défens.

C'est dans les régions steppiques que prédominent les terres de parcours, l'effectif du cheptel y est composé principalement de la race ovine(80% du cheptel) et dont l'effectif est en augmentation depuis 1968 (tab.15).

Tab. 15 : Effectif du cheptel en régions steppiques (milliers de têtes) (Sources Ministère de l'Agriculture, HCDS.)

Années	1968	1978	1988	1998
Ovins	5.600	8.500	12.000	16.320
Caprins	300	560	1.000	1.400
Bovins	120	120	200	280
Camelins	100	175	100	135
Equidés	250	450	530	750
Total	6.370	9.805	13.830	18.885

Dans les régions telliennes, les disponibilités fourragères sont faibles et sans possibilité d'extension de la production (Arbouche, 1995). Une très faible fraction de la SAU (surface agricole utile) est consacrée à la production fourragère, ce qui, inévitablement, entraîne un surpâturage dans les maquis et les sous-bois des forêts provoquant ainsi la dégradation de la couverture végétale et les risques d'érosion

La région de Saïda étant à vocation principalement pastorale, toutes perspectives d'essor socio-économique s'avèreraient insuffisantes si l'éleveur n'est pas impliqué en tant qu'acteur incontournable pour le développement agro-sylvo-pastoral de la région.

En effet, dépourvue pratiquement de toute infrastructure nécessaire et indispensable au développement économique dont dépend absolument tout épanouissement socioculturel, cette région s'est retrouvée marginalisée en raison d'une stratégie politique qui a toujours occulté les véritables préoccupations des zones déshéritées comme c'est le cas de cette Wilaya.

Par conséquent, les ressources de la forêt demeurant le dernier rempart contre un appauvrissement grandissant de la population, les autochtones se sont retrouvés dans l'obligation de les exploiter, le plus souvent d'une manière abusive, provoquant un déséquilibre relationnel entre le troupeau et la forêt qui constitue la principale source d'alimentation du cheptel.

Aussi semble-t-il urgent de se pencher sur ce problème par l'élaboration de mesures efficaces en collaboration avec les éleveurs et les forestiers de la région sans lesquels toute initiative serait interprétée comme une ingérence infructueuse supplémentaire et démagogique dans leur mode de « survie ».

Dans cette partie, ne pouvant dissocier l'aspect pastoral de l'aspect ligneux précédemment décrit de ce taillis, nous nous proposons de compléter ce travail par l'étude des ressources pastorales disponibles de la station.

Certaines expériences (coupes, fertilisation et paillage) ont aussi été réalisées dans le but de connaître leurs effets sur ressources pastorales.

4.1.1 Traitements des parcelles

Le but de ces traitements est d'obtenir une éventuelle amélioration de la fertilité minérale du sol, capacité que possède ce dernier de fournir à la plante l'ensemble des éléments nutritifs (ou « nutriments ») qui lui sont nécessaires et qui sont absorbés sous forme minérale, (Duchaufour, 1984). Ces nutriments dépendent de la composition de la matière organique fraîche (litière naturelle ou matière organique incorporée artificiellement dans le sol) qui joue un rôle déterminant dans sa vitesse de décomposition, processus préalable à celui de l'humification.

La matière organique fraîche constitue la matière première de l'humus : elle est formée de débris végétaux et animaux qui se superposent au sol minéral (*litières forestières*), ou lui sont incorporés.

En forêt, on distingue les litières « améliorantes », riches en azote, et les litières « acidifiantes » qui se décomposent difficilement. Certains composants de ces litières activent la vie microbienne en exerçant une action positive sur la décomposition, d'autres au contraire ont des répercussions négatives. La richesse en azote qui se traduit par un rapport C/N bas figure parmi les facteurs positifs et inversement, une teneur en azote faible avec C/N élevé est un facteur négatif.

Signalons cependant que le chêne donne des types d'humus variables suivant les autres conditions du milieu (Duchaufour, 1984)

4.2 Rappels

4.2.1 La valeur pastorale

C'est un coefficient de qualité attribué à une unité de végétation. Elle tient compte de l'intérêt bromatologique des espèces, exprimé par l'indice de qualité spécifique et des données quantitatives de la végétation relevées sous forme de contributions spécifiques au tapis végétal (Daget et Poissonet, 1971, 1972, 1973).

La valeur pastorale (VP) est calculée en multipliant pour chaque espèce sa contribution spécifique par son indice de qualité et en additionnant les résultats obtenus pour l'ensemble des espèces du relevé.

$$V.P. = 0,1 \sum C_{si} \times I_{si}$$

4.2.2 L'indice de qualité spécifique:

Il est fonction de la vitesse de croissance d'une espèce végétale, de son appétibilité et de son acceptabilité. Un classement de ces caractères et leur synthèse a permis de déterminer l'indice spécifique pour chaque espèce (Le Houerou, 1973). Parfois, cet indice est déterminé d'une manière empirique après enquête auprès des utilisateurs. On lui attribue un chiffre compris entre 1 et 9.

4.2.3 La fréquence spécifique (FSi) est égale au rapport $F_{si} = n_i / N \cdot 100$ où n_i est le nombre de points où une espèce donnée est recensée le long de la ligne permanente est le nombre total de points de lecture.

4.2.4 La contribution spécifique au tapis végétal (CSi) est définie comme " le rapport de la fréquence spécifique d'une espèce à la somme des fréquences spécifiques de l'ensemble des espèces recensées " (Daget et Poissonet, 1971).

$$CSI = \frac{FSi}{\sum FSi} \times 100$$

C. S. i = contribution spécifique de l'espèce i

F. S. i = fréquence spécifique de l'espèce i.

4.2.5 La productivité pastorale:

C'est l'équivalent énergétique des espèces exprimé en unités fourragères par unité de surface et de temps (UF/Ha /an).

La comparaison graphique des deux paramètres étudiés (valeur pastorale et productivité pastorale) par Nedjraoui (1990) fait ressortir les points obtenus au voisinage d'une droite de type $y = ax$ (fig. 30).

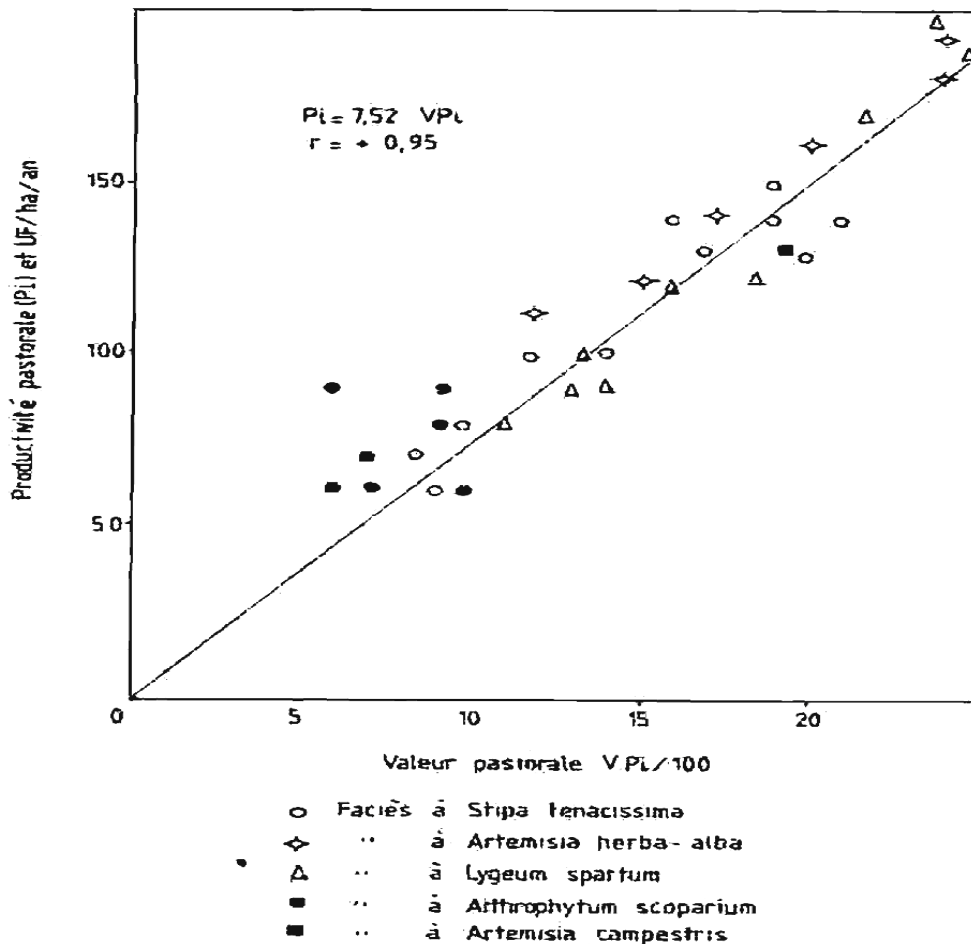


Fig. 30 : Relation entre valeur pastorale et productivité pastorale (Nedjraoui, 1990)

La relation très significative entre ces deux paramètres ($r = 0.95$) est représentée par l'équation de la droite $P_{pi} = 7,52 V_{pi}$ (in Nedjraoui, 1990) où P_{pi} est la productivité pastorale et V_{pi} la valeur pastorale de l'unité pastorale i .

L'intérêt de cette relation réside dans le fait où, connaissant la valeur pastorale de chaque unité calculée aisément à partir d'indices spécifiques des espèces et d'une analyse linéaire de la végétation, nous pouvons déterminer la productivité pastorale qui nécessite habituellement des analyses chimiques très longues pour évaluer la valeur énergétique des espèces.

4.2.6 La charge pastorale :

La relation existant entre la valeur pastorale et la productivité pastorale, exprimée en UF/ha/an permet également de calculer la capacité de chargement potentielle d'un parcours. De nombreuses méthodes ont été décrites pour déterminer les besoins des animaux et calculer l'alimentation qui leur est nécessaire. La plus connue est celle des équivalents fourragers qui rapporte à une unité (l'unité fourragère = valeur énergétique d'un kilo d'orge) la valeur des différents aliments de la ration (Bouhier De L'Ecluse, 1979).

Sachant que les besoins énergétiques d'une brebis ayant un agneau par an sont de 400 UF/an, la charge (exprimée en nombre d'hectares pour un mouton) est donnée par la relation: $CH = 400 / 7,52V_p$ (Nedjraoui, 1990).

Remarques

Chaque parcelle est caractérisée par trois facteurs sur le plan pastoral: la valeur pastorale, la productivité pastorale et la charge pastorale.

En ce qui concerne la productivité pastorale, sa détermination tributaire d'un grand nombre d'étapes à parcourir (Aïdoud, 1983) n'est réalisable qu'avec de grandes difficultés dans la démarche en raison du grand nombre de mesures à effectuer et dont la maîtrise absolue est pratiquement impossible à atteindre.

De même, du point de vue statistique, le résultat final est très approximatif en raison du grand nombre des paramètres à déterminer, ce qui augmente l'erreur accumulée.

Quant à la valeur pastorale, le concept a été introduit dans le but de l'évaluation pastorale de la végétation des herbages d'Europe (De Vries et al, 1942) et son utilisation s'est généralisée plus particulièrement aux parcours steppiques d'Afrique du Nord (Ionesco, 1968; Loiseau et Sebillotte, 1972).

La valeur pastorale a toujours fait l'objet de critiques à cause de l'empirisme de sa méthode de détermination et donc de son évaluation assez subjective. En fait, c'est plus précisément l'appréciation de l'indice spécifique de qualité qui est mise en doute en tant qu'indice mesurable reflétant la qualité pastorale d'une espèce végétale donnée.

Le caractère discontinu et l'étendue limitée (1 à 9) de cette variable conduit l'opération à un classement des espèces en fonction de leur intérêt pastoral général. Le côté avantageux de cette démarche réside dans le fait de simplifier considérablement cette dernière par rapport à celle déterminant la productivité pastorale.

Cependant, de par l'appréciation subjective de l'indice spécifique dont elle dépend, la valeur pastorale n'a qu'une signification relative et devrait être étalonnée en fonction de paramètres

qui restent à identifier et qui permettraient l'élaboration d'une relation avec la productivité pastorale à caractère absolu.

Cette relation est représentée par une régression linéaire sur laquelle nous nous sommes basés pour notre étude.

4.3 Résultats et discussion

Douze lignes permanentes ont été installées et réparties de manière à représenter l'ensemble de la station. Les premiers relevés ont été effectués en Mai 1983 et leur exploitation a révélé une étendue de la valeur pastorale comprise entre 28 et 38,9 pour l'ensemble des lignes (tab. 16). Quatre classes de valeurs ont été définies (Tab. 17) et c'est à l'intérieur de chacune d'elles que nous avons retenu une parcelle (L1, L2, L3 et L4) constituant le modèle de base pour l'étude envisagée.

Tab. 16 : Valeurs pastorales de la station

Classe	Val.pastorale	Nombre de lignes
28 - 31	28	7
	28,6	
	28,8	
	28,9	
	29	
	29,3	
	29,4	
31 - 34	31,2	3
	31,5	
	33,2	
34 -37	35,1	1
37 - 40	38,9	1

C'est dans la première classe (28 – 31) où figure le plus grand effectif qu'a été choisie la parcelle témoin T (Tab. 17)

Tab. 17 : Parcelles retenues

Parcelle	Valeur pastorale
L1	35,1
L2	38,9
L3	31,5
L4	28,6
T	29,3

4.3.1 La valeur pastorale

Les valeurs pastorales ont été calculées pour chaque parcelle de la station. Ne pouvant reproduire ici tous les calculs pour l'obtention de ces valeurs, nous nous limiterons à une illustration par l'exemple du tableau 18.

Tab. 18 : exemple de calcul de la valeur pastorale de la parcelle L1 en 1986

Espèces	FS	Cs	IS	Cs . Is
Litière	129			
Solnu	7			
R. en place	5			
Draba verna	8	13,8	4	55,2
Centaurea tagana	6	10,3	5	51,5
Stipa tenacissima	5	8,6	3	25,8
Scorzonera undulata	1	1,7	6	10,2
Teucrium pseudochamaepitis	2	3,4	5	17
Allium flavum	1	1,7	3	5,1
Asphodelus microcarpus	7	12	3	36
Thlaspi perfoliatum	1	1,7	3	5,1
Helianthemum cinereum	1	1,7	6	10,2
Catananche coerulea	4	6,9	4	27,6
Genista erioclada	1	1,7	2	3,4
helianthemum virgatum	1	1,7	6	10,2
Ampelodesma mauritanicum	8	13,8	3	41,4
Dactylis glomerata	1	1,7	9	15,3
Pistacia lentiscus	3	5,2	4	20,8
Daucus carota	1	1,7	4	6,8
Teucrium polium	1	1,7	5	8,5
Aegylops triuncialis	6	10,3	7	72,1
Total				422,2
				Vp=42,2
Fs :Fréquence spécifique				
Cs :Contribution spécifique				
Vp :Valeur pastorale				

4.3.2 Evolution de la valeur pastorale.

Nous constatons tout d'abord qu'il y a accroissement plus ou moins important de la valeur pastorale dans toutes les parcelles étudiées de 1983 à 1986. Par contre, de 1986 à 1993, nous observons une diminution assez sensible de la valeur pastorale dans toutes ces parcelles, sauf pour le témoin où elle a très peu changé (tab. 19).

Tab. 19 : valeurs pastorales des parcelles.

	1983	1984	1985	1986	1993
L1	35,1	35,9	40,7	42,2	38,2
L2	38,9	40,8	45,9	52,2	39,5
L3	31,5	32	37,2	46,8	41,2
L4	28,6	29,6	35,7	47,2	43,8
Tém.	29,3	30,4	34,9	38	37,4

Ces deux principales phases des fluctuations de la valeur pastorales (fig. 31) pourraient avoir pour origine principalement l'effet des interventions pratiquées conjuguées à la mise en défens en ce qui concerne la phase ascendante (de 1983 à 1986) et l'interruption de ces interventions associées à un surpâturage correspondant à la deuxième phase entre 1986 et 1993. Cependant, pour pouvoir apprécier l'amplitude réelle de cet accroissement, la détermination du gain de la valeur pastorale entre deux années consécutives s'est avérée plus probante pour la connaissance de la tendance évolutive pastorale de chaque parcelle, de 1983 à 1993 (tab. 20).

Tab. 20 : gain de la valeur pastorale

	L1	L2	L3	L4	T.
83-84	0,8	1,9	0,5	1	1,1
84-85	4,8	5,1	5,2	6,1	4,5
85-86	1,5	6,3	9,6	11,5	3,1
86-93	-4	-12,7	-5,6	-3,4	-0,6
83-93	3,1	0,6	9,7	15,2	8,1

La progression du gain est nette et continue dans toutes les parcelles entre 1983 et 1985. Par contre, de 1985 à 1986, son évolution diffère selon les parcelles considérées : celles fertilisées, L3 et L4, montrent un accroissement important par rapport à L1 et au témoin ou nous observons une diminution du gain entre 1985 et 1986 après une croissance importante entre 1983 et 1985.

De 1986 à 1993, période correspondant à l'interruption des interventions sur les parcelles et que nous pouvons assimiler à une mise en défens, nous remarquons une décroissance nette du gain de la valeur pastorale qui, calculée par rapport à 1986, est estimée à -3.62 % pour L1, à -9.61% pour L2, à -4.92% pour L3, à -3.15% pour L4 et à -0,59% pour T.

Cependant, si nous considérons la période s'étalant entre le début de l'expérimentation (1983) et 1993, nous constatons un gain de 3.37% pour L1, 0.60% pour L2, 12.68% pour L3, 23.27% pour L4 et 10.33% pour T.

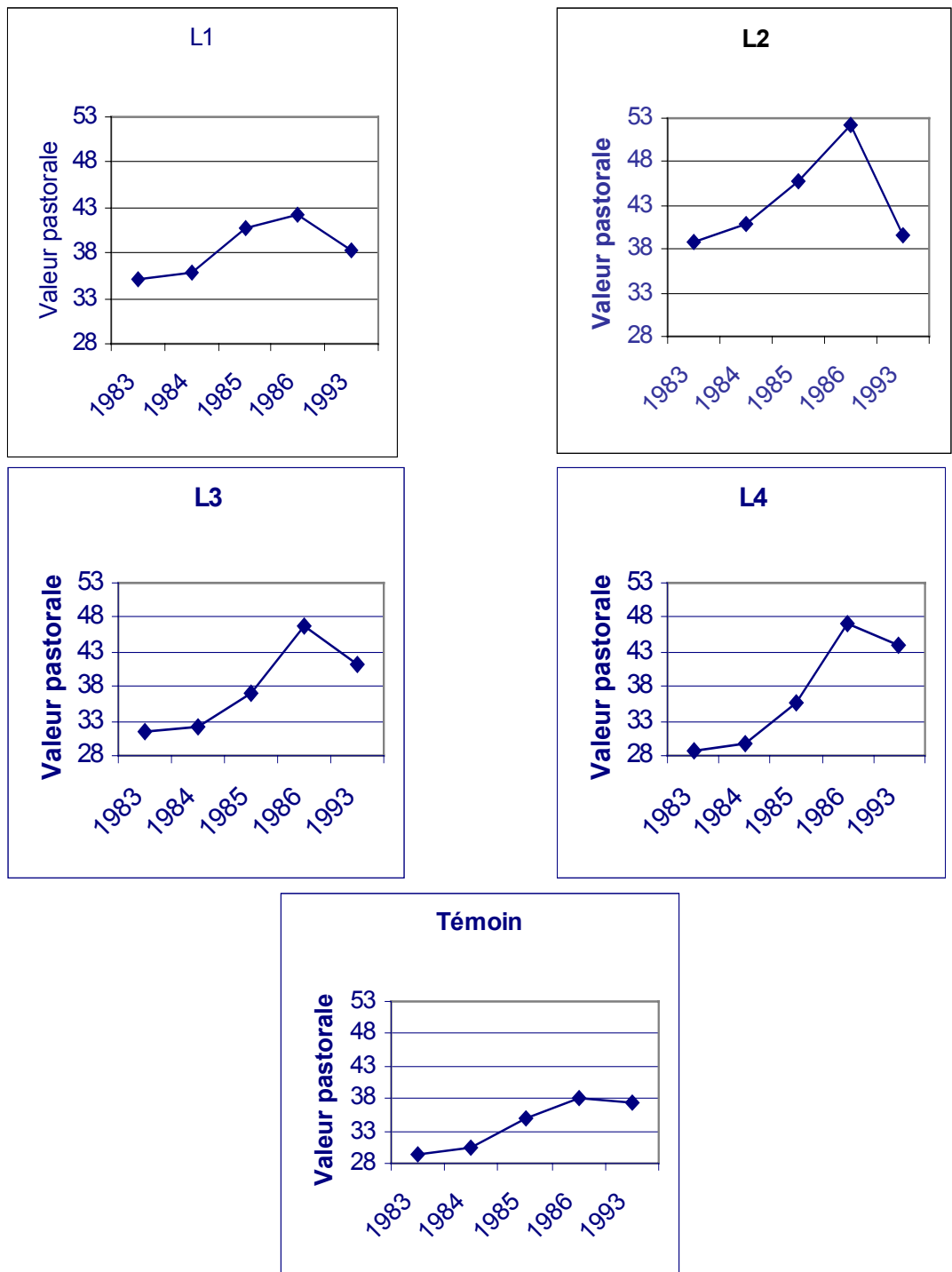


Fig. 31 : Variations annuelles de la valeur pastorale des parcelles

Ainsi, nous pouvons remarquer que ce sont toujours les parcelles coupées et fertilisées (L4 et L3) qui présentent le gain de la valeur pastorale le plus important. La fertilisation associée à la coupe semble produire une amélioration non négligeable de la valeur pastorale des parcelles traitées (fig. 32).

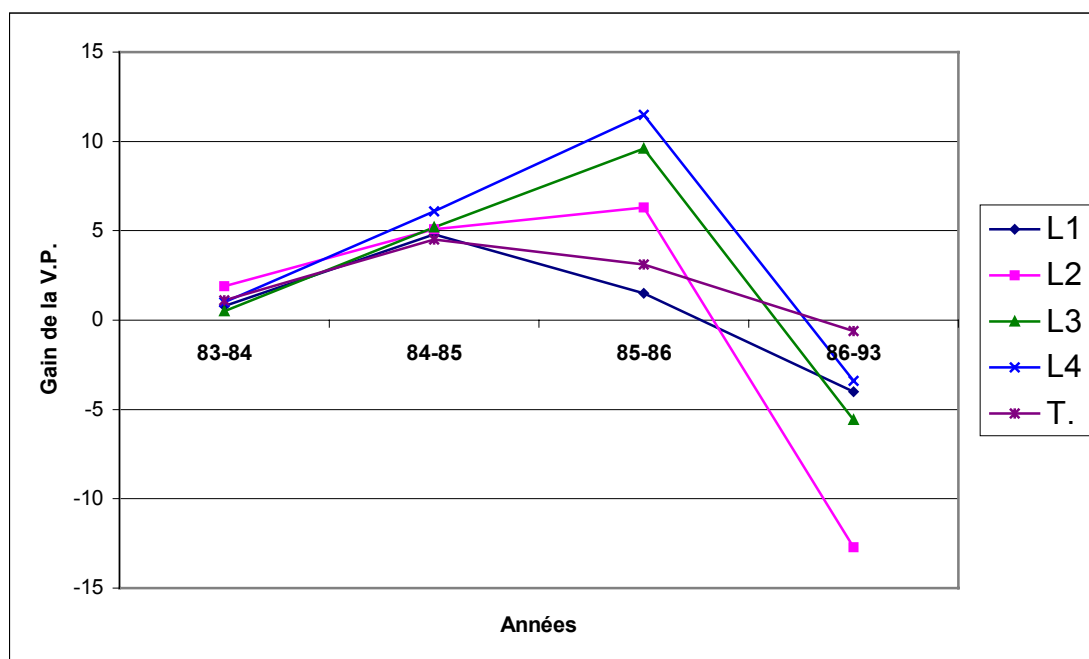


Fig. 32 : Fluctuations du gain de la valeur pastorale

4.3.3 Relation entre précipitation moyenne annuelle et gain de la valeur pastorale.

Les précipitations moyennes annuelles ont été calculées à partir d'avril jusqu'à mars de l'année suivante pour les trois années d'étude (tab. 21) correspondant aux interventions sur les parcelles des années 83-84, 84-85 et 85-86 sur la base des données de l'O.N.M (nous n'avons pas pris en compte l'année 1993 en raison de l'absence de données des valeurs pastorales entre 1986 et 1993):

Tab. 21 : Précipitations moyennes annuelles de 1983 à 1986

Années	P.moy.an.(mm)
1983-1984	125
1984-1985	334.6
1985-1986	285,6

Les corrélations (r) établies entre le gain annuel (G) et les précipitations moyennes annuelles (Pm) sont faibles pour l'ensemble des parcelles sauf pour le témoin où r se rapproche le plus du seuil de signification défini par Lamotte (1967) pour $n=3$ (Tab. 22).

Tab. 22 : Relation entre le gain de la valeur pastorale et les précipitations moyennes annuelles

Gain de la valeur pastorale	Coefficient de corrélation
G.T. - Pm	$r = 0.980$
G.L1 - Pm	$r = 0.787$
G.L2 - Pm	$r = 0.884$
G.L3 - Pm	$r = 0.749$
G.L4 - Pm	$r = 0.725$

La figure 33 montre une proportionnalité plus ou moins significative entre les valeurs du gain et celles des précipitations de 83-84 à 84-85 : le gain croît avec l'augmentation des pluies.

Cependant, entre 84-85 et 85-86, on observe une croissance du gain en L2, L3 et L4 alors que les précipitations diminuent (le gain est pratiquement doublé dans les parcelles fertilisées L3 et L4).

Par contre, le gain est moins important dans la parcelle témoin et en L1 : si ce résultat s'explique pour le témoin dont les deux paramètres (G.T et Pm) ont une corrélation assez significative, il n'en est pas de même pour L1 dont le gain diminue presque identiquement à celui du témoin. On peut déjà remarquer la relation entre le gain observé en L2, L3 et L4 et les interventions y afférentes (coupes, paillage et fertilisation): ces dernières agissent comme des facteurs compensateurs du déficit pluviométrique. Pour L1, l'hypothèse la plus plausible demeure la possibilité d'un éventuel pâturage occasionnel, cette parcelle étant située à la limite de la station.

Cependant entre 1986 et 1993, la "décroissance" observée du gain de la valeur pastorale n'est pas expliquée par la quantité des précipitations (la corrélation entre le gain et les précipitations moyennes annuelles n'étant que de 0,56). Mais on peut là aussi évoquer la possibilité de pacages fréquents sachant que la station a été quelque peu délaissée entre 1987 et 1993 (le gardiennage faisant défaut), la seule protection étant limitée à une clôture très peu dissuasive.

Mais si on considère la période comprise entre 1983 et 1993, on constate un gain variable plus ou moins important, selon les parcelles considérées.

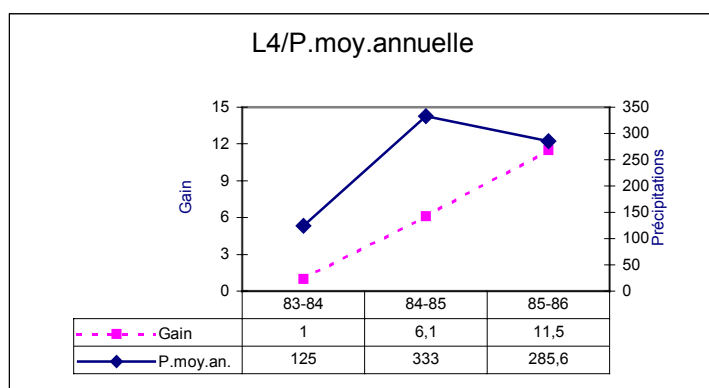
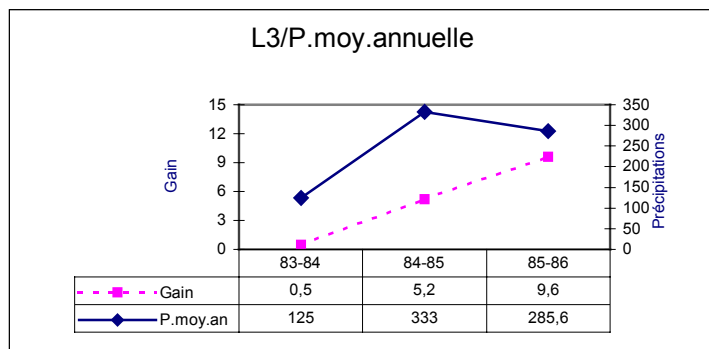
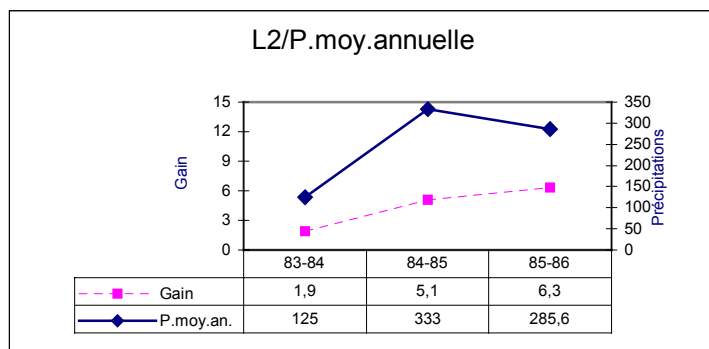
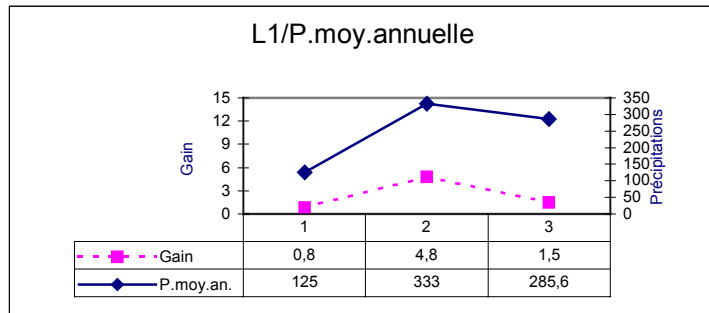
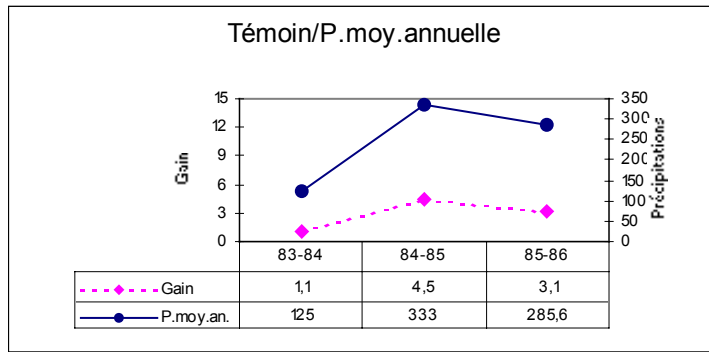


Fig. 33 : Relation entre le gain de la valeur pastorale et les précipitations moyennes annuelles

4.3.4 Relation entre les températures moyennes annuelles et le gain de la valeur pastorale.

Comme pour les précipitations, les températures moyennes annuelles ont été calculées à partir d'avril jusqu'à mars de l'année suivante entre 1983 et 1986 (d'après les données de l'O.N.M. sur les moyennes des températures maximales de Saïda, tab. 23).

Tab. 23 : Températures moyennes annuelles entre avril 1983 et mars 1986

Période	T°. moy. an. (degrés C.)
1983 - 1984	23.6
1984 - 1985	22.6
1985 - 1986	23.3

Les corrélations (r) établies entre le gain annuel (G) de la valeur pastorale et les températures moyennes annuelles (T°) ne sont pas significatives pour L2, L3 et L4 alors qu'elles atteignent le seuil de signification défini par Lamotte (1967) pour L1 et le témoin (tab. 24).

Tab. 24 : Relation entre gain de la valeur pastorale et les températures moyennes annuelles.

Gain de la valeur pastorale	Coefficient de corrélation
G.T. – $T^\circ m$	$r = - 0.93$
G.L1 – $T^\circ m$	$r = - 0.99$
G.L2 – $T^\circ m$	$r = - 0.49$
G.L3 – $T^\circ m$	$r = - 0.27$
G.L4 – $T^\circ m$	$r = - 0.24$

Entre 1983-1984 et 1984-1985, le gain augmente avec la diminution des températures moyennes annuelles dans toutes les parcelles.

Entre 1984-1985 et 1985-1986, mis à part la parcelle L1 et le témoin, les autres parcelles (L2, L3 et L4) montrent un gain sensible malgré l'augmentation des températures moyennes annuelles pendant cette période (fig. 34). Ce gain de la valeur pastorale pourrait s'expliquer par les interventions sur ces parcelles (coupes, paillage fin et engrais) qui joueraient un rôle « compensateur » vis à vis des températures. Cette hypothèse peut se vérifier pour la parcelle témoin où les valeurs des températures moyennes annuelles sont inversement proportionnelles à celles des gains de la valeur pastorale y correspondant. Par contre, pour la parcelle L1, on peut émettre deux hypothèses : la première signifierait que l'intervention y afférente (coupe et paillage) ne contribue pas à augmenter le gain de la valeur pastorale pendant la période donnée. La seconde hypothèse, qui nous semble la plus plausible, pencherait (comme on l'a observé pour l'effet des précipitations sur le gain de la même parcelle et pendant la même période) vers une des conséquence du surpâturage sur la dégradation de la végétation de cette parcelle.

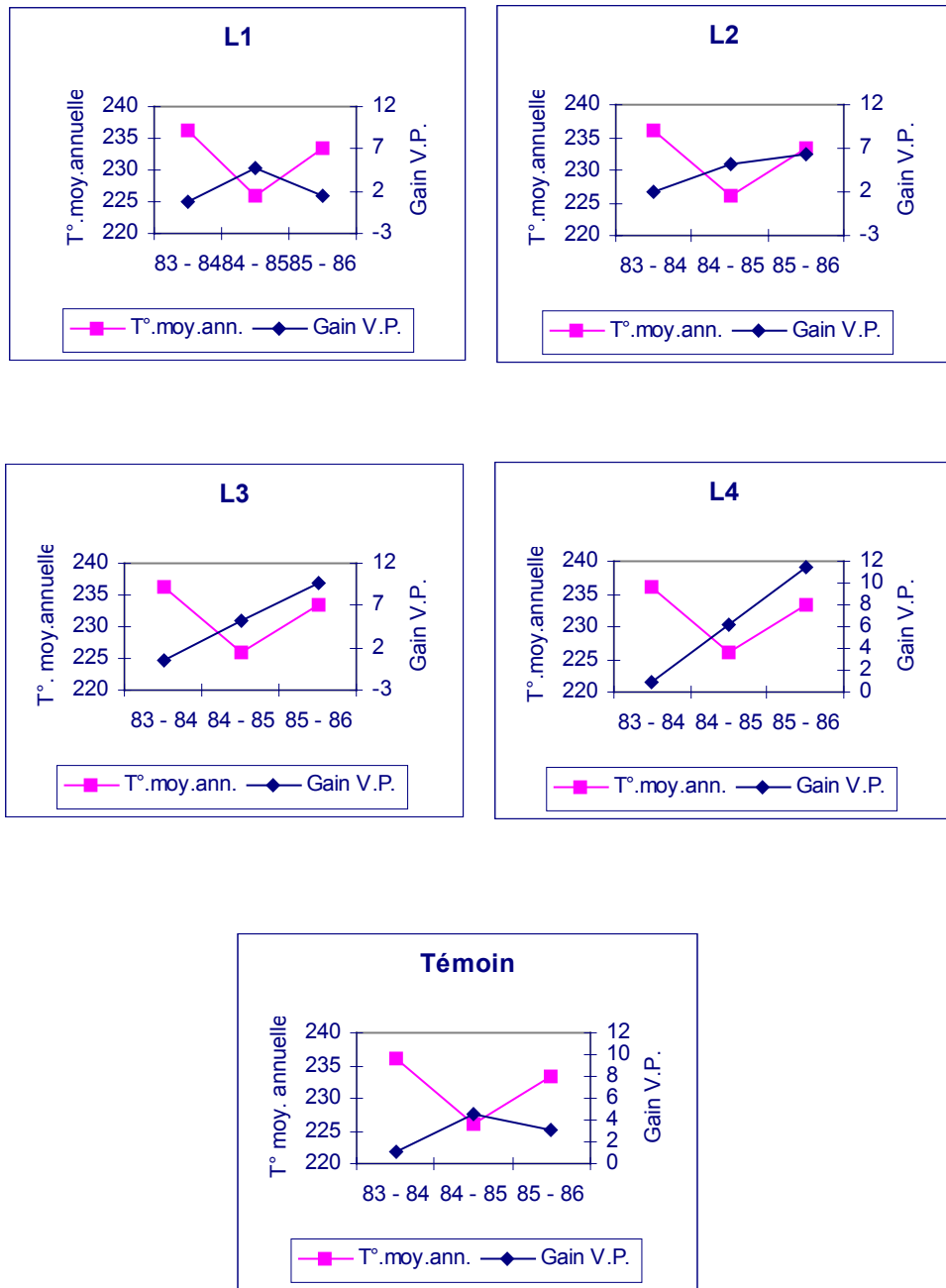


Fig. 34 : Relation entre le gain de la valeur pastorale et les températures moyennes annuelles.

4.4 Comparaison avec les valeurs pastorales d'autres stations.

La comparaison des valeurs pastorales des stations de Tadmit, Messaad, Aïn El Mahdi, El Haouita et Ksar El Hiram (Amghar et al, 2003) avec celles des parcelles de la station pastorale de Hassasna (les précipitations moyennes calculées entre 1983 et 1986) est résumée dans le tableau 25 .

Tab. 25 : valeur pastorale des stations

Stations	Valeur pastorale	Précipitations (mm)
L1	38.47	248.5
L2	44.45	248.5
L3	36.87	248.5
L4	35.27	248.5
Témoin	33.15	248.5
Tadmit	21.10	242.30
Messaad	17.30	123.30
Aïn El Mahdi	15.80	132.60
El Haouita	16.40	111.00
Ksar El Hiram	7.60	110.10

Les valeurs pastorales et les précipitations de L1, L2, L3, L4 et du témoin sont des valeurs moyennes calculées sur 4 ans.

On note une nette prédominance des valeurs pastorales des parcelles de Hassasna sur celles des autres stations : les précipitations y jouant un rôle déterminant (le coefficient de corrélation entre ces deux facteurs est significatif avec $r = 0,82$ pour une sécurité $p = 0,95$). Notons cependant que valeurs pastorales des stations de Tadmit, Messaad, Aïn El Mahdi, El Haouita et Ksar El Hiram sont des valeurs optimales, les parcelles étant protégées par des clôtures (F. Amghar, H. Kadi-Hanifi et A. Sadji, 2003).

De même, D. Nedjraoui (1981) étudiant les hautes plaines steppiques de la wilaya de Saïda trouve les valeurs suivantes.

Faciès steppique à *Stipa tenacissima*.....V.P.= 16 - 20

Faciès steppique à *Artemisia herba alba*.....V.P.= 7 - 24

Faciès steppique à *Lygeum spartum*.....V.P.= 14 - 25

Faciès steppique à *Arthrophytum scoparium*.....V.P.= 6 - 10

Faciès steppique à *Artemisia campestris*.....V.P.= -19

Mais le cas qui se rapproche le plus de notre étude est celui de l'expérimentation pastorale réalisée par M. Thiault (1979) qui a utilisé le gyrobroyage et la fertilisation dans des parcs de la garrigue de Montpellier. Il observe une augmentation sensible de la valeur pastorale tout au long de son expérimentation. Il considère qu'avec une charge de 3 brebis/ hectare (Thiault, Prud'hon et Reboul; Bechet, Molenat et Theriez, 1979), un troupeau de brebis Merinos peut satisfaire tous ses besoins alimentaires, (il faut toutefois signaler que ces résultats ont été obtenus grâce à une pluviosité très favorable (en quantité et répartition). De la valeur pastorale vont dépendre deux paramètres importants dont la valeur est déterminante pour l'appréciation des ressources fourragères d'un parcours : il s'agit de la productivité et de la charge pastorale.

4.5 la productivité

4.5.1 Evolution de la productivité pastorale

La productivité, exprimée en UF/Ha/an, a été déterminée pour chaque année (de 1983 à 1993, sauf pour les années 1987 à 1992 où les relevés n'ont pu être effectués) et établie pour chaque parcelle (tab. 26).

Tab. 26 : Productivité pastorale des parcelles (UF/Ha/an).

Parcelle	1983	1984	1985	1986	1993
L1	263,95	269,96	306,06	317,34	287,26
L2	292,52	306,81	345,16	392,54	297,04
L3	236,88	240,64	279,74	351,93	309,82
L4	215,07	222,59	268,46	354,94	329,37
Témoin	220,33	228,60	262,44	285,76	281,24

L'évolution de la productivité pastorale dans le temps est bien entendu identique à celle de la valeur pastorale. On observe là aussi un accroissement progressif de 1983 à 1986 puis une diminution assez importante entre 1986 et 1993 (fig. 35).

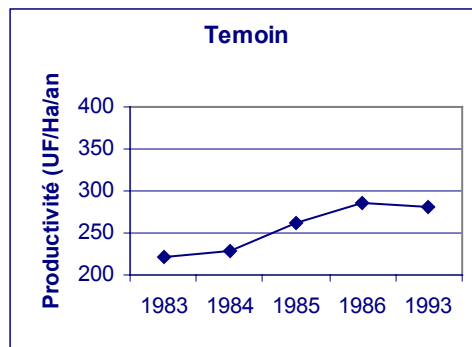
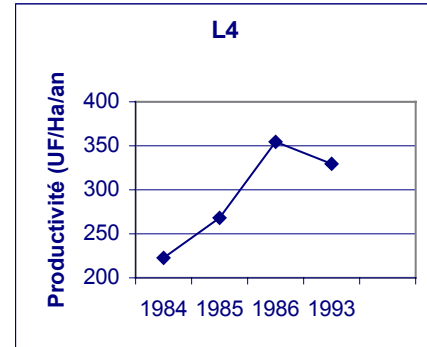
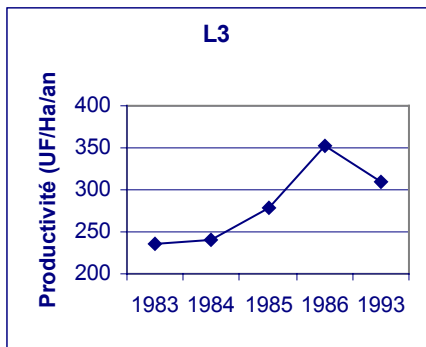
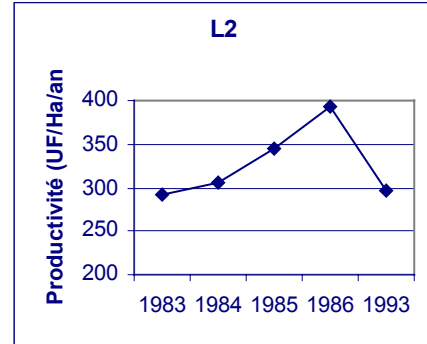
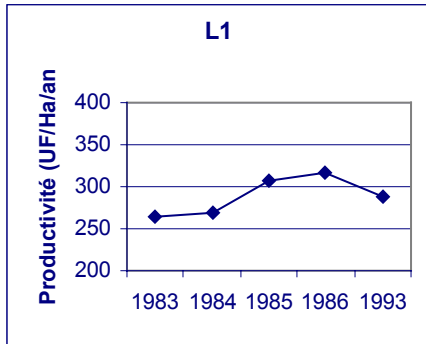


Fig. 35 : Evolution de la productivité pastorale des parcelles

4.6 la charge pastorale

4.6.1 Evolution de la charge pastorale

Le tableau 27 montre deux phases : la charge pastorale étant tributaire de la valeur pastorale, il est évident d'observer une diminution de la charge entre 1983 et 1986 dans toutes les parcelles puis une augmentation entre 1986 et 1993.

Tab. 27 : charge pastorale (hectares/mouton)

	1983	1984	1985	1986	1993
Parcelle L1	1,51	1,48	1,30	1,26	1,39
Parcelle L2	1,36	1,3	1,15	1,01	1,34
Parcelle L3	1,68	1,66	1,42	1,13	1,29
Parcelle L4	1,85	1,79	1,48	1,12	1,21
Témoin	1,81	1,75	1,52	1,40	1,42

La figure 36 fait ressortir nettement les deux phases de l'évolution de cette charge.

La relation entre la valeur pastorale et la charge pastorale donne un abaque propre à chaque parcelle (fig. 37) qui exprime l'état fourrager pendant une période donnée et qui permet d'apporter des corrections au niveau de la charge pastorale de manière à obtenir un équilibre entre l'offre fourragère et la charge du troupeau.

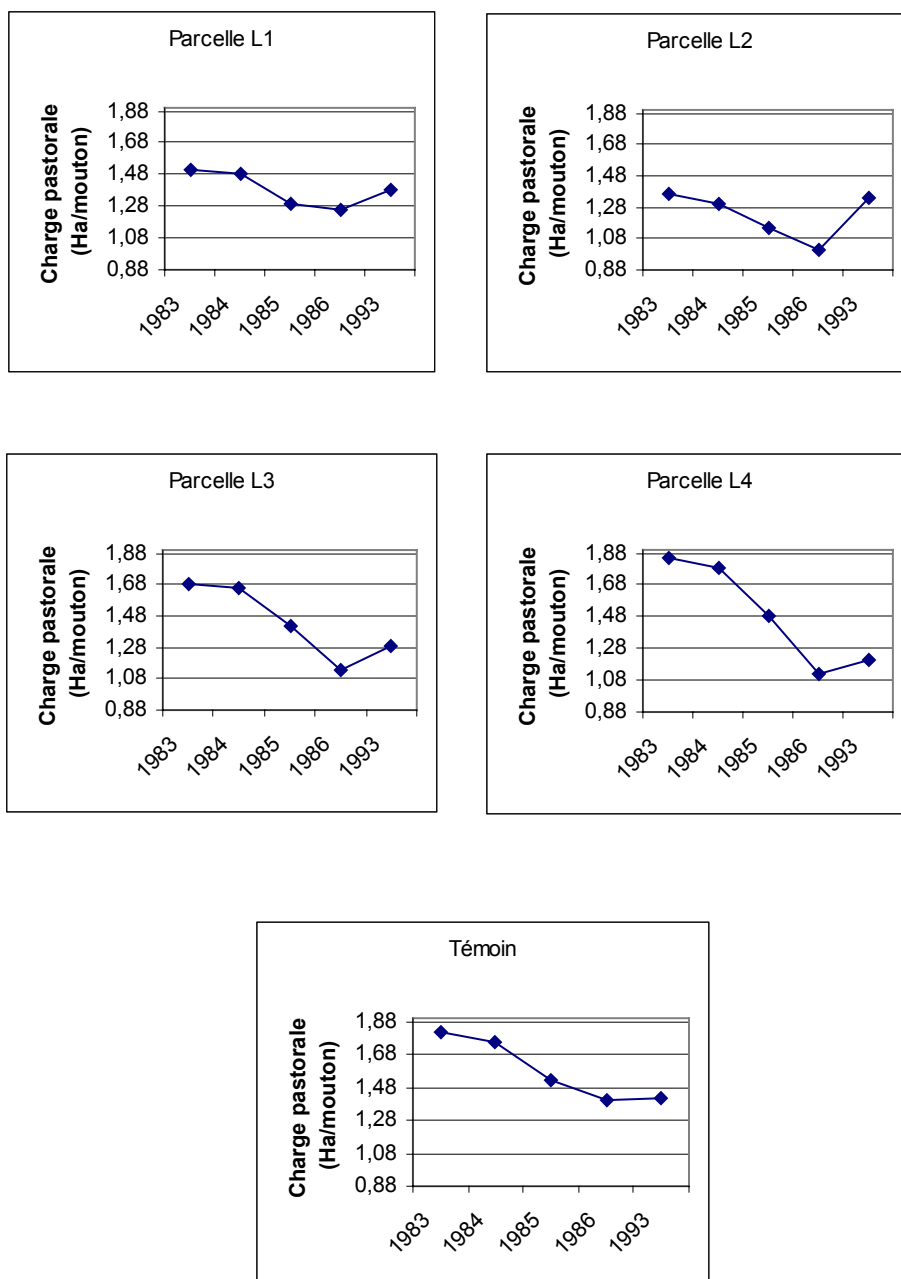


Fig. 36 : Evolution de la charge pastorale des parcelles

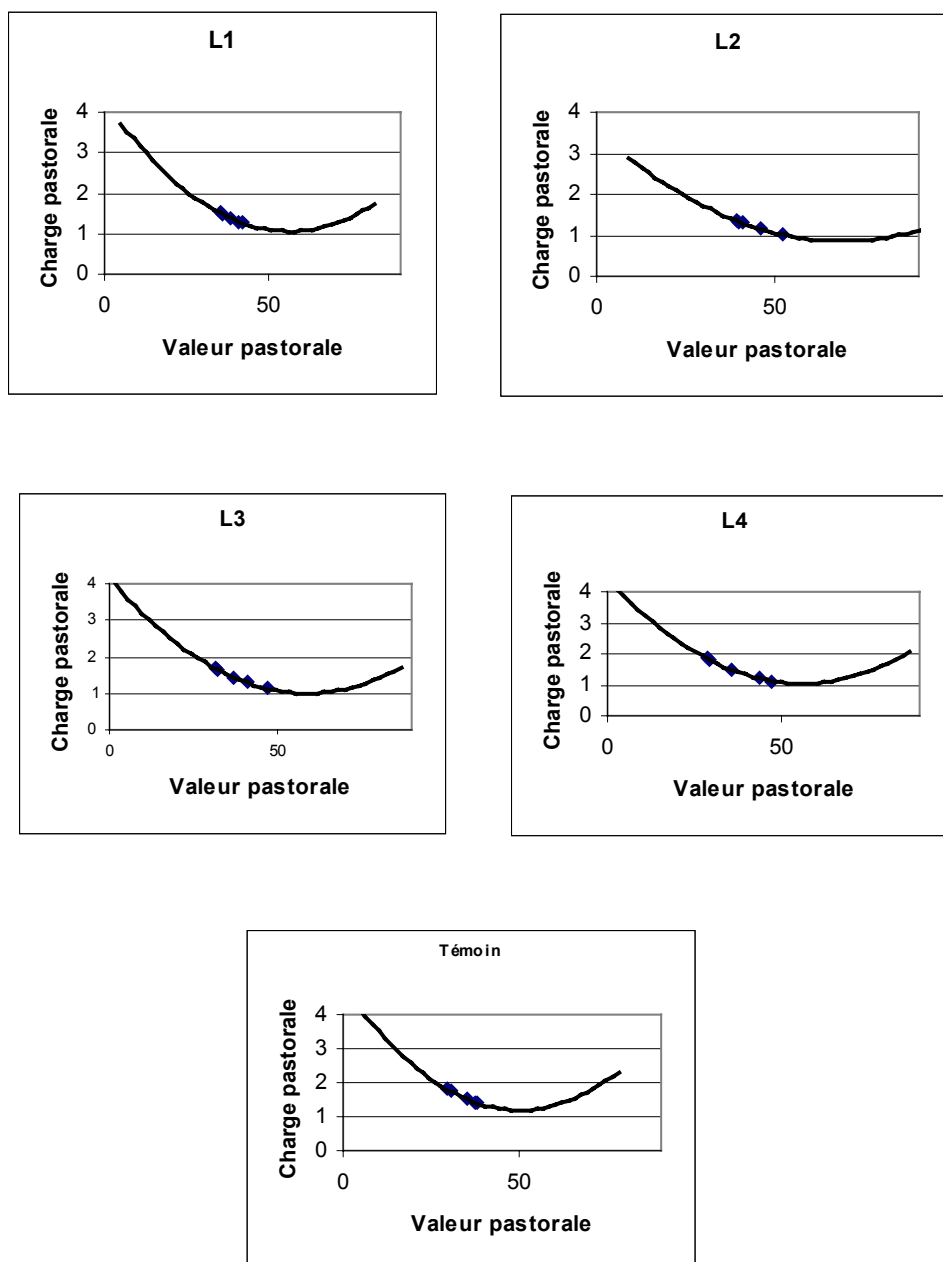


Fig. 37 : Evolution de la charge pastorale en fonction de la valeur pastorale des parcelles

4.7 Comparaison des méthodes d'analyse de la végétation

Nous avons ajouté deux parcelles supplémentaires (L5 et L6) aux quatre précédentes pour pouvoir comparer les deux méthodes. Après lecture de la ligne permanente, on procède au recensement de toutes les espèces présentes le long de la ligne sur une surface de 40m². Les valeurs pastorales déterminées pour chacune des parcelles sont propres à chaque méthode. Ne pouvant reproduire ici tous les résultats des relevés obtenus par les deux méthodes, nous nous limiterons à leur illustration par le seul relevé L6 d'avril 1986 (tab. 28 et 29).

Tab. 28 : Analyse linéaire

Espèces	F.s.	C.s.	I.s.	Is.x C.s.
<i>Drabaverna</i>	18	12,6	4	50,4
<i>Helianthemum virgatum</i>	3	2,1	6	12,6
<i>Aegilops triuncialis</i>	12	8,4	7	58,8
<i>Euphorbia falcata</i>	3	2,1	1	2,1
<i>Teucrium pseudo-chamaepitis</i>	2	1,4	5	7
<i>Scilla peruviana</i>	3	2,1	2	4,2
<i>Anacyclus clavatus</i>	20	13,9	7	97,3
<i>Thymus ciliatus</i>	4	2,8	6	16,8
<i>Daucus carota</i>	3	2,1	4	8,4
<i>Dactylis glomerata</i>	11	7,7	9	69,3
<i>Centaurea africana</i>	4	2,8	5	14
<i>Centaurea incana</i>	2	1,4	5	7
<i>Genista erioclada</i>	1	0,7	2	1,4
<i>Atractylis concolleta</i>	1	0,7	3	2,1
<i>Filago gallica</i>	2	1,4	2	2,8
<i>Phillyrea angustifolia</i>	34	23,7	3	71,1
<i>Helianthemum cinereum</i>	2	1,4	6	8,4
<i>Pistacia terebinthus</i>	15	10,4	3	31,2
<i>Asphodelus microcarpus</i>	1	0,7	3	2,1
<i>Bromus rubens</i>	2	1,4	6	8,4
Total	143	99,8		475,4

Tab. 29 : Analyse quantitative

Espèces	Fs	Cs	Is	IsxCs
<i>Draba verna</i>	604	13,6	4	54,4
<i>Helianthemum virgatum</i>	53	1,2	6	7,2
<i>Aegilops triuncialis</i>	720	16,2	6	97,2
<i>Euphorbia falcata</i>	8	0,2	1	0,2
<i>Teucrium pseudochamaepitis</i>	103	2,3	5	11,5
<i>Scilla peruviana</i>	79	1,8	2	3,6
<i>Anacyclus clavatus</i>	698	15,7	7	109,9
<i>Thymus ciliatus</i>	29	0,6	6	3,6
<i>Daucus carota</i>	8	0,2	4	0,8
<i>Dactylis glomerata</i>	171	3,8	9	34,2
<i>Centaurea africana</i>	74	1,7	5	8,5
<i>Centaurea incana</i>	14	0,3	5	1,5
<i>Genista erioclada</i>	5	0,1	2	0,2
<i>Atractylis concolleta</i>	1	0,02	3	0,06
<i>Filago gallica</i>	101	2,3	2	4,6
<i>Phillyrea angustifolia</i>	20	0,4	3	1,2
<i>Helianthemum cinereum</i>	11	0,2	6	1,2
<i>Pistacia terebinthus</i>	1	0,02	3	0,06
<i>Asphodelus microcarpus</i>	36	0,8	3	2,4
<i>Bromus rubens</i>	1020	23	6	138
<i>Ampelodesma mauritanicum</i>	14	0,3	3	0,9
<i>Senecio vulgaris</i>	21	0,5	4	2
<i>Irisplanifolia</i>	33	0,7	2	1,4
<i>Allium flavum</i>	1	0	3	0
<i>Urginea undulata</i>	3	0	3	0
<i>Scorzonera laciniata</i>	138	3,1	6	18,6
<i>Foeniculum vulgare</i>	110	2,5	3	7,5
<i>Catananche caerulea</i>	17	0,4	3	1,2
<i>Ranunculus repens</i>	30	0,7	3	2,1
<i>Tulipa sylvestris</i>	23	0,5	4	2
<i>Stipa tenacissima</i>	11	0,2	3	0,6
<i>Coronilla scorpioides</i>	14	0,3	3	0,9
<i>Sedum sediforme</i>	6	0,1	1	0,1
<i>Eryngium</i>	16	0,4	3	1,2
<i>Bellis sylvestris</i>	4	0,1	3	0,3
<i>Jasminum fruticans</i>	57	1,3	3	3,9
<i>Fumana thymifolia</i>	3	0	3	0
<i>Rubia tinctorum</i>	6	0,1	3	0,3
<i>Picris coronopifolia</i>	15	0,3	6	1,8
<i>Thlaspi bulbosum</i>	150	3,4	3	10,2
<i>Cistus villosus</i>	1	0	3	0
Total	4429	99,3		535,2

Fs : fréquence spécifique
 Cs : Contribution spécifique
 Is : Indice spécifique

Les principales différences que font ressortir ces tableaux se situent au niveau du nombre d'espèces rencontrées, du nombre de fois où la même espèce est recensée, des fréquences spécifiques et des contributions spécifiques.

L'analyse quantitative fait ressortir un nombre d'espèces pratiquement double de celui obtenu par l'analyse linéaire : cette importante différence d'effectif des espèces présentes peut s'expliquer par le nombre limité de points- contact (200) de la ligne permanente alors que le recensement des espèces par l'analyse quantitative n'a de limite que la surface de 40m².

Cet écart numérique influe sur les fréquences spécifiques qu'on retrouve considérablement élevées dans l'analyse quantitative, ce qui explique chez cette dernière, des valeurs pastorales plus importantes (tab. 30 et 31).

Tab. 30 : Valeurs pastorales par la méthode linéaire

	V.P.L1	V.P.L2	V.P.L3	V.P.L4	V.P.L5	V.P.L6
Déc.1985	31	38,2	29,3	26,9	30,6	36,1
Avr. 1986	42,2	52,2	46,8	47,2	38	47,5
Juin.1986	35,5	38,4	35,3	33,6	34,2	32,9
Moyenne	35,4	40,8	34,9	33,2	33,4	38,1

Tab. 31 : Valeurs pastorales par la méthode quantitative

	V.P.L1	V.P.L2	V.P.L3	V.P.L4	V.P.L5	V.P.L6
Déc.1985	41,8	41,2	43,3	43,3	46	42,3
Avr. 1986	48,8	51,9	52,1	48,3	50,3	53,5
Juin.1986	42,2	47,7	41,6	40,3	38,5	43,6
Moyenne	44,2	46,9	45,6	43,9	45	46,4

4.7.1 Discussion sur les deux méthodes d'analyse de la végétation

Les lignes sans épaisseur ont surtout l'avantage de permettre des observations rapides et facilement répétées à plusieurs reprises pour réaliser les études diachroniques nécessaires pour connaître la dynamique de la végétation. Elles s'adaptent bien aux formations ligneuses basses et à celles des formations complexes où se combinent les plantes herbacées, les ligneux bas et les arbres (Godron, 1984). Les lignes de carrés sont de réalisation longue et laborieuse comme l'ont montré les comparaisons de méthodes effectuées par Zarnovican (1972) et Poissonet et al (1973). Dans notre cas, en considérant les valeurs pastorales moyennes pour chaque parcelle, le coefficient de corrélation entre les deux méthodes est significatif ($r = 0.85$ pour $p = 0.95$) d'après Lammote (1967).

La droite de régression est de type: $Y = 0,34 + 32,9$ (fig. 38)

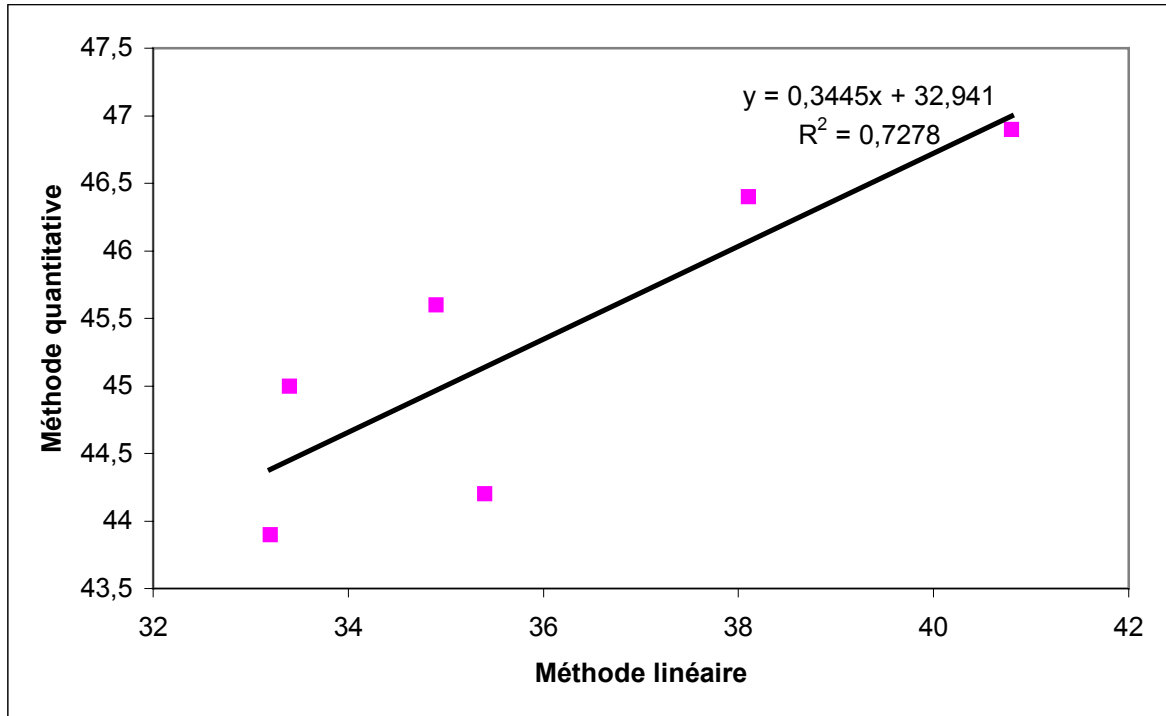


Fig. 38 : Relation entre la méthode linéaire et la méthode quantitative

D'après les tableaux 30 et 31, une surestimation de 20,6% en moyenne de la valeur pastorale apparaît par la méthode quantitative. Mais pour des raisons d'uniformisation et de possibilités de comparaisons des méthodes et, sachant que c'est la méthode linéaire qui est généralement utilisée et tenant compte de l'étroite corrélation qui existe entre les deux méthodes, notre préférence s'oriente vers celle qui nous semble la plus pratique et la plus rapide, en l'occurrence la méthode linéaire. Cependant, la méthode quantitative, plus rigoureuse et plus précise, reflète exactement la composition floristique de la surface du relevé, mais faudrait-il que ce dernier soit représentatif de la superficie échantillonnée. Les valeurs de la productivité et de la charge dépendant de celles de la valeur pastorale, nous donnons dans les tableaux suivants (tab.32, 33, 34 et 35) leurs valeurs respectives pour comparaison des deux méthodes.

Tab. 32 : Productivité pastorale par la méthode linéaire (UF/Ha/an)

	P.I.1	P.I.2	P.I.3	P.I.4	P.I.5	P.I.6
Déc. 1985	233.1	287.2	220.3	202.2	230.1	271.4
Avr. 1986	317.3	392.5	351.9	354.9	285.7	357.2
Juin 1986	266.9	288.7	265.4	252.6	257.1	247.4
Moyenne	272.4	322.8	279.2	269.9	257.6	292.0

Tab. 33 : Productivité pastorale par la méthode quantitative (UF/Ha/an)

	P.I.1	P.I.2	P.I.3	P.I.4	P.I.5	P.I.6
Déc. 1985	314.3	309.8	325.6	325.6	345.9	318.0
Avr. 1986	366.9	390.2	391.7	363.2	378.2	402.3
Juin 1986	317.3	358.7	312.8	303.0	289.5	327.8
Moyenne	332.8	352.9	343.3	330.6	337.8	349.3

Tab. 34 : Charge pastorale par la méthode linéaire (Ha/mouton)

	Ch.P.I.1	Ch.P.I.2	Ch.P.I.3	Ch.P.I.4	Ch.P.I.5	Ch.P.I.6
Déc. 1985	1.71	1.39	1.81	1.97	1.73	1.47
Avr. 1986	1.28	1.01	1.13	1.12	1.4	1.12
Juin 1986	1.49	1.38	1.52	1.58	1.55	1.61
Moyenne	1.49	1.26	1.48	1.55	1.56	1.4

Tab. 35 : Charge pastorale par la méthode quantitative (Ha/mouton)

	Ch.P.I.1	Ch.P.I.2	Ch.P.I.3	Ch.P.I.4	Ch.P.I.5	Ch.P.I.6
Déc. 1985	1.27	1.29	1.22	1.22	1.15	1.25
Avr. 1986	1.09	1.02	1.02	1.1	1.05	0.99
Juin 1986	1.26	1.11	1.27	1.32	1.38	1.22
Moyenne	1.2	1.14	1.17	1.21	1.19	1.15

4.8 CONCLUSION

Cette étude montre la faiblesse des ressources fourragères de ce taillis : avec une valeur pastorale naturelle comprise entre 29,3 et 38, une productivité pastorale entre 220,3 et 285,7 UF/Ha/An et une charge pastorale théorique entre 1,40 et 1,81 ha/mouton, il serait imprudent de vouloir développer l'élevage dans des conditions nutritionnelles aussi précaires.

Aussi avons-nous tenté ces essais expérimentaux (coupes, paillage, fertilisation) dans le but d'une éventuelle amélioration des parcours : parmi les quelques expériences menées dans la présente étude, il s'est avéré que c'est surtout l'apport d'engrais associé à la coupe qui stimulait le mieux l'augmentation de la valeur fourragère.

Aussi, le maintien d'une charge supérieure à un mouton par hectare en permanence dans le taillis risque de créer des comportements alimentaires chez le mouton défavorables à la croissance et au développement du chêne vert.

Les résultats obtenus ici sont partiels et seule la poursuite du traitement visant à éliminer la végétation sous ligneuse et la substituer par des espèces palatables donnerait des résultats probants.

Il faut prendre les chiffres avancés comme résultats d'expérimentation. Une étude plus poussée de comportement alimentaire du mouton en relation avec la phénologie des espèces introduites aboutirait à des résultats de charge et à la confection d'un calendrier pastoral précis.

4.9 Reflexions sur les possibilités de gestion du taillis de chêne vert

D'un point de vue sylvicole, ce taillis est loin de correspondre à l'image classique d'une « forêt productive ». Il représente plus un ensemble d'espaces en déprise, généralement marginalisés.

Cependant, quelques rares activités sylvicoles émanant d'un programme de la sous-direction des forêts, semblent persister dans certains endroits: production de bois de chauffage, travaux et aménagement (éclaircie, recépage, tranchée pare-feu, etc..).

Parallèlement, les activités d'élevage ont intégré par la force des choses ces formations boisées dans leurs systèmes d'alimentation. La chênaie devenant ainsi un parcours dont l'utilisation est réglementée par les aléas climatiques et la disponibilité de l'herbe. C'est à travers cette exploitation confuse de ces espaces boisés que le sylvopastoralisme pourrait constituer une opportunité pour concilier les différents éléments d'aménagement et de gestion (Guérin et Hubert, 1987).

4.9.1 Propositions d'interventions sur le taillis

L'intervention sur un taillis dépend de la modalité de gestion qu'on projette d'appliquer. Différentes interventions sont possibles sur le taillis en fonction du but recherché : la coupe rase, l'éclaircie et enfin l'introduction de troupeaux.

4.9.2 La coupe rase

Généralement la coupe rase est appliquée à partir de 40 ans, mais si aucun objectif d'utilisation pastorale n'est envisagé, il est souhaitable de retarder la coupe à 60 ou 80 ans. Une mise en défens s'impose pendant au moins 3 ou 5 ans jusqu'à ce que les rejets atteignent 1,5m de hauteur, pour permettre la pérennité du peuplement. Un faible pâturage (tri) est toléré en laissant à certains brins la possibilité de s'affranchir. Au bout d'une dizaine d'années, le passage instantané d'un troupeau de forte charge est même utile pour atténuer l'embroussaillage. Au bout de 20 à 30 ans, les ressources fourragères s'amenuisent en quantité et en qualité au fur et à mesure que le couvert se ferme. Le passage d'une utilisation printemps-automne vers celle d'été et hiver s'impose alors progressivement (fig. 39).

4.9.3 L'éclaircie

L'éclaircie est l'opération qui consiste à supprimer certaines tiges (malformées, chétives, malades ou occupant le centre de la cépée) pour permettre de stimuler la croissance des autres qui doivent être bien conformées, bien développées ou bien des arbres francs de pied (fig.40). La répartition des brins épargnés doit être homogène sur les souches, mais dans le cas de souches très faibles ou très abîmées, la coupe de tous les brins est indispensable. Mais d'une manière générale, l'intensité de l'intervention est laissée à l'appréciation du sylviculteur en fonction aussi de la densité du taillis. Quand le taillis est dense, il peut être envisagé une forte éclaircie en permettant un pâturage pour maîtriser le développement des rejets, ce qui améliore la production, la récolte de bois et l'accroissement diamétral des brins.

Mais, malgré la faible croissance du chêne vert, l'éclaircie a une action positive sur la cépée. L'intervalle de temps minimum pour effectuer l'éclaircie suivante doit être de 15 ans. Le choix de l'intensité d'éclaircie à appliquer demeure très délicat. En effet, la conséquence directe de l'éclaircie est d'abord l'augmentation de l'éclairement au sol qui entraîne le développement de la végétation basse (broussaille, rejets, herbe) qui peut réembroussailler rapidement le taillis. C'est là que devient nécessaire l'introduction de troupeaux avec une pression de pâturage adaptée pour maîtriser les rejets, l'année suivant l'éclaircie. La charge pastorale préconisée (SIME/ITOVIC, 1991) doit être forte et instantanée.

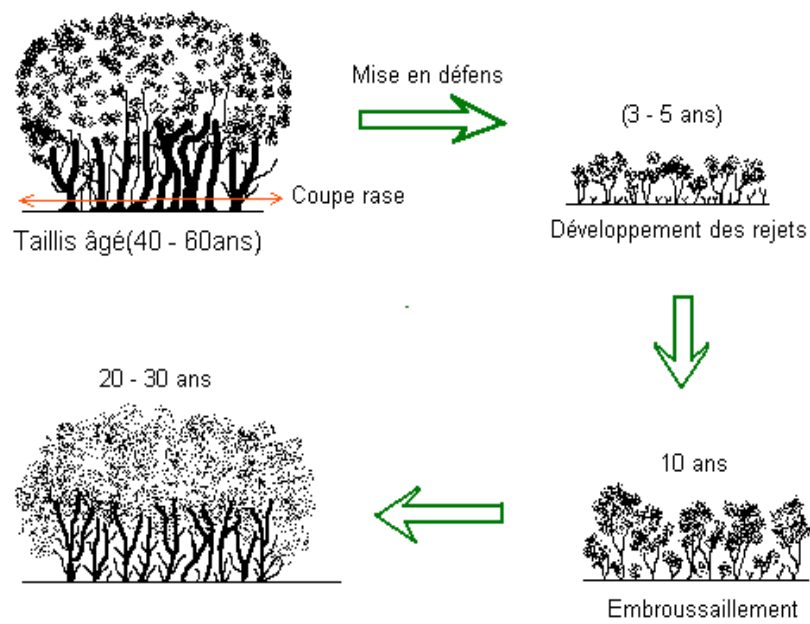


Fig. 39 : Evolution du taillis après coupe rase

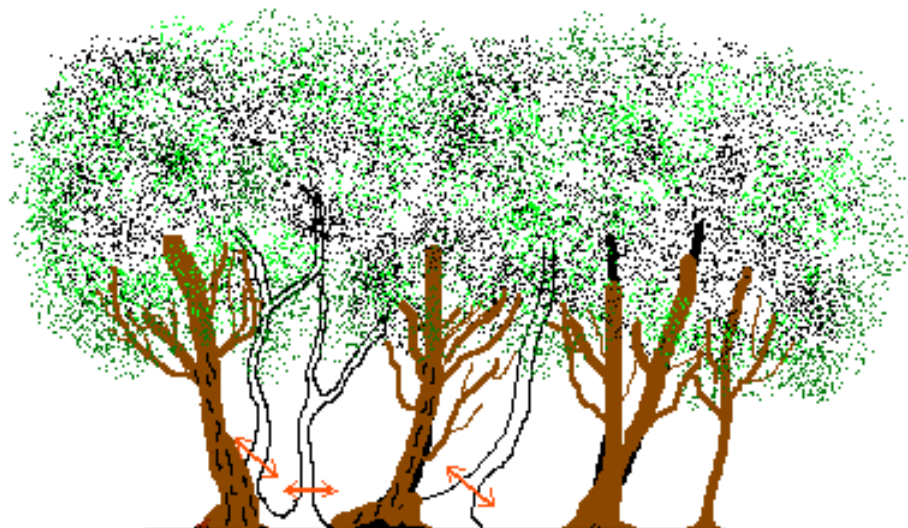


Fig. 40 : Eclaircie d'une cèpée

4.9.4 Le pâturage dans le taillis

La faible valeur pastorale de ce taillis ne peut permettre qu'un pâturage contrôlé. Les animaux ne pourront prélever que quelques unités fourragères mais le taillis pourrait tirer quelques avantages si des coupes d'éclaircie de faible intensité y sont associées. L'opération devant se répéter souvent coûte cher car le prélèvement de bois est faible. Par conséquent, le pâturage reste la solution qui se substitue aux opérations d'éclaircie dans des conditions économiques acceptables mais à la condition de respecter une charge pastorale adaptée.

Le taillis de chêne vert constitue une opportunité alimentaire non négligeable pour les troupeaux et offre une phytomasse consommable importante et diversifiée (Léouffre, 1991; Bellon et Guérin, 1993).

La disponibilité pastorale occupe plusieurs strates: de l'herbe (brome, dactyle), des arbustes (feuilles et jeunes pousses de broussailles consommables) mais aussi des aliments provenant de la cèpée même (feuillage accessible aux animaux ou coupé par l'éleveur, rejets et glands (fig. 41).

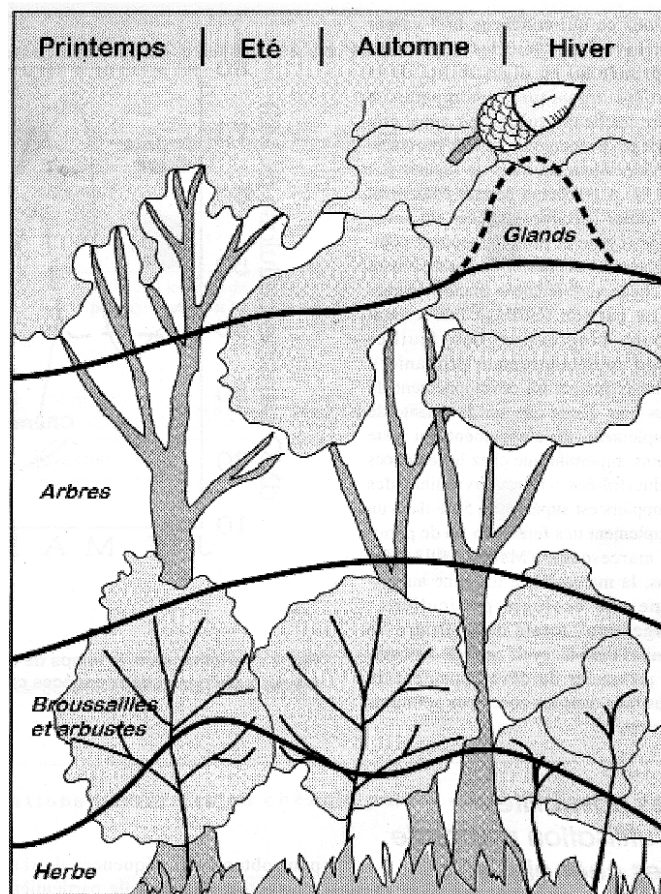


Fig. 41 : Forme des courbes de disponibilité pastorale de chaque strate de végétation d'une chênaie. Distribution saisonnière. (Source : collectif SIME/ITOVIC, 1991).

La forme générale des courbes de disponibilité saisonnière peut être figurée en valeur relative pour chacune des strates. Elle varie en fonction de l'espèce dominante, la structure de la végétation (part relative de chaque strate), l'ouverture et l'âge du taillis, et la fertilité de la station considérée.

Plusieurs saisons d'utilisation sont possibles par la disponibilité pastorale. Ainsi, le houppier atténue l'action des ardeurs climatiques sur le sous-bois (vent, ensoleillement, écarts de température), permet le maintien des herbacées plus longtemps en fin de printemps et en fin d'automne. Il permet aussi aux broussailles de rester disponibles pendant les saisons critiques (l'hiver et particulièrement l'été). En outre, la glandée représente un concentré énergétique non négligeable en automne et en début d'hiver.

Ces aliments complémentaires ont incité des éleveurs à expérimenter des itinéraires d'utilisation pour mettre à la disposition des troupeaux des séquences de ressources sur des parcelles particulières (Bellon et al. 1995). Ces expériences ont révélé la parfaite intégration de ces ressources qui apparaissent comme complémentaires, dans une chaîne de pâturage où les productions fourragères sont relativement faibles.

En fait, les bois de chêne sont pâturables en l'état (collectif SIME / ITOVIC, 1991) et la réhabilitation de ces surfaces pastorales dans des systèmes d'alimentation est possible dans presque toutes les situations. Cependant, le pâturage ne doit pas exclure d'éventuelles opérations sylvicoles lorsque le couvert arboré n'est pas maîtrisé par les animaux. En effet la conjugaison de l'impact des animaux avec la fermeture du houppier contribue à la diminution progressive de l'offre pastorale (ligneux bas et herbacées).

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

A l'issue de cette modeste étude, l'apparente évidence d'un travail incomplet met en exergue la complexité de la tâche accomplie. En effet, quelques données expérimentales manquantes auraient pu apporter plus de précision aux résultats obtenus et il aurait été souhaitable de parfaire certains côtés de cette étude par l'approfondissement de quelques uns de ses aspects.

Des essais de dépressage et d'éclaircie à différentes intensités d'élimination de brins des cépées les plus « encombrées » nous auraient renseignés sur les possibilités d'amélioration et éventuellement d'exploitation rationnelle de ce taillis. Un nombre plus élevé d'échantillons de cépées pour plus de représentativité statistique, une introduction d'ovins à différentes charges dans les parcelles, une recherche d'une dose optimale d'engrais pour la fertilisation etc., auraient certainement apporté plus de précision à cette étude.

A la lecture de ces résultats, nous ne pouvons que constater la faiblesse du potentiel productif de ce taillis: avec une production annuelle ligneuse de 0,089t/ha/an, une production primaire nette de 0,271t/ha/an, une valeur pastorale naturelle comprise entre 29,3 et 38 et une charge pastorale entre 1,40 et 1,81 ha/mouton, nous ne pouvons d'ores et déjà qu'exclure toute initiative préconisant uniquement une exploitation du taillis dans un but de rentabilité économique. Nous avons vu que le climat joue un rôle important sur la croissance de la circonférence des brins du chêne vert et que la fertilisation (avec ou sans compostage) peut améliorer la valeur fourragère de la végétation.

L'évolution de ce type de taillis dépend étroitement du genre de vocation pour laquelle le choix du régime à adopter est primordial.

Proposer un modèle de gestion incontestable de ce taillis serait de notre part prétentieux, mais ceci ne nous empêche pas de suggérer la création d'une plate-forme de réflexion qui s'avère capitale pour trouver les moyens d'assurer surtout la protection et l'amélioration, mais aussi d'explorer les possibilités d'une éventuelle rentabilité de ce taillis sans laquelle toute proposition se heurterait à quelque désintéressement des "décideurs".

Le problème du régime à adopter pour un taillis dégradé a toujours fait l'objet de maintes polémiques. Le taillis simple semble être le moyen le plus fructueux pour gérer les formations de chêne vert. En effet, ce mode de traitement permet d'assurer simultanément une production de bois substantielle et un maintien à long terme de la pérennité de l'écosystème. Mais la production du bois n'est évidemment pas la motivation la plus rationnelle pour les formes dégradées. La valeur économique de ces taillis de chêne vert est assez faible et leur exploitation est souvent liée aux besoins en bois de feu des autochtones. Se pose aussi le problème du vieillissement et du devenir de ces formations qui jouent un rôle important dans le maintien de l'équilibre biologique des écosystèmes forestiers.

Dans les conditions économiques actuelles, quels traitements faut-il appliquer à ces taillis non exploitables? Les souches vieillissantes constituent-elles un obstacle au renouvellement de ces formations?

Ducrey (1996) suggère que dans tous les cas où on projette d'intervenir dans le taillis, on doit procéder par éclaircies qui, suivant l'objectif, seront des éclaircies d'amélioration. Il faut éviter les éclaircies de production qui, pour le même auteur, ne sont en fait que des exploitations déguisées qui ont pour résultat un affaiblissement de la vitalité des souches.

En ce qui concerne le pâturage dans cette région, il nous semble illusoire de vouloir imposer aux propriétaires de bétail une quelconque proposition dans le but d'améliorer les parcours sans qu'ils y soient associés. La faiblesse de la production pastorale demeure aggravée par l'exploitation irrationnelle des ressources naturelles entraînant une forte dégradation des parcours et dans certains cas une disparition irréversible du meilleur pâturage. Ce constat alarmant souligné par les chercheurs pastoralistes lors du Séminaire sur le pâturage à El Tarf (El Watan, 02/05/2004), met l'accent sur la gravité de la situation des parcours en incriminant particulièrement le secteur d'Etat qui, tout en détenant les plus grandes superficies, n'assume nullement les tâches indispensables et inhérentes à la sauvegarde des parcours.

Par conséquent, l'état d'équilibre sylvo-pastoral de la zone étudiée, étroitement tributaire de facteurs écologiques naturels et surtout humains, reflète en fait la méconnaissance des règles qui régissent les relations entre la végétation, le troupeau et l'homme.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Achhal A. (1979). Le chêne vert dans le Haut Atlas central : Etude phytoécologique. Problèmes posés par les aménagements de la chênaie. Thèse Doct. 3^{ème} cycle, Univ. Aix-Marseille. 116p.

Aïdoud A., (1983). Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du Sud oranais, phytomasse, productivité primaire et applications pastorale. Thèse Doct. 3^{ème} cycle. Univ. H. Boumediène, Alger. 232p. + ann.

Aïdoud A., Nedjraoui D. (1981). Evaluation des ressources pastorales dans les Hautes- Plaines steppiques de Sud-Oranais: productivité et valeur pastorales des parcours. 1^{er} Colloc. Biol., Alger, 16p., ronéo. (*Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord.*, 70, pp. 25-36).

Amghar F., Kadi-Hanifi et Sadjji A. (2003). Effect of the fence settings on the pastoral value of five stations of the south Algiers.

Anderson D.J.,(1965). Studies on structure in plant communities. I. An analysis of limestone grassland in Monk's Dale, Derbyshire. *J. Ecol.*, **53**, 97-107.

Arbouche F. (1995). Contribution à l'étude d'un facteur limitant le fonctionnement de la phytocénose: cas du pâturage dans la cédraie du Belezma (Aurès). Thèse Magister, I.N.A., 132p.

Aussenac G. (1968). Interception des précipitations par le couvert forestier. *Ann. Sci. Forest.*, 25 (3), 135-156.

Aussenac G. et Granier A. (1978). Quelques résultats de cinétique journalière du potentiel de sève chez les arbres forestiers . *Ann. Sci. Forest.* 35 (1), 19-32.

Aussenac G. et Valette J. C. (1982). Comportement hydrique estival de *Cedrus atlantica* Manetti, *Quercus ilex* L. et *Quercus pubescens* Willd. Et de divers pins dans le Mont Ventoux. *Ann. Sci. Forest.* 39 (1), 41-62.

Bacilieri R., Bouchet M.A., Bran D. et Romane F. (1992). Resilience of abandoned natural degenerate forests of the Mediterranean Europe. Developmental strategies of four tree species.

Bagnouls F., Gaussen H. (1958). Les climats biologiques et leur classification. *Ann. Géogr.*, 66, 193-220.

Barbero M. et Loisel R. (1980). Le chêne vert en région méditerranéenne. *Revue forestière française*, N° 6, 531-543.

- Barbero M., Bonin G., Loisel R. et Quezel P. (1989). Sclerophyllous Quercus forests of the Mediterranean area : ecological and ethological signifiante. *Bielefeder Okol. Beitr.* 4, 1-23.
- Barbero M., Bonin G., Loisel R. et Quezel P. (1992). La dynamique du couvert végétal en région méditerranéenne. Séquences de secondaires et mattoralisation. « Montagnes et forêts méditerranéennes. Agriculture et transformation des terres dans le bassin méditerranéen ». Iclpe éd. Le Bouget-du-Lac : 115-128.
- Barry J.P. Celles J.C., Faurel L. (1974). Carte internationale du tapis végétal et des conditions écologiques au 1 / 000000, feuille d'Alger, Soc. Hist. Afr. Nord, Alger.
- Barry J.P. Celles J.C. & Faurel L. (1976). Notice de la carte internationale du tapis végétal et des conditions écologiques. Feuilles d'Alger au 1/1 000 000. C.R.B.T., Alger : 42p.
- Bellon S., Guerin G., (1993). Raisonner l'utilisation sylvo-pastorale du chêne vert. Forêt Méditerranéenne t. XIV, n° 4 : 296 - 305.
- Bellon S., Girard N., Guerin G., (1995). Le mode d'exploitation parcellaire pour définir et référencer les ressources au pâturage. Rencontres Recherche Ruminants. 121
- Benzine-Challam H. (2003). Reconstitution du taillis de chêne vert (*Quercus ilex* L) du semi-aride, après coupe, dans la région d'El-Hassasna (Ouest algérien) : régénération, phytomasse, minéralomasse. Thèse Magister. Univ. H. Boumediène, Alger, 87p.
- Bichard D. (1982). Relations entre quelques paramètres édaphiques et la productivité du chêne vert au Luberon. *Ecologia Méditerranéa*, VIII(4) : 131-142.
- Binggeli F. et Benoit De Coignac G. (1982). Conservation et reconstitution des forêts méditerranéennes. *Forêt méditerranéenne*. IV (2) : 108-111
- Bouderba D. (1989). Contribution à la connaissance du fonctionnement d'un taillis de chêne vert : biomasse, production et régénération. Mém. Ing. Univ. H. Boumediene, Alger.44p
- Bouderba D. & Dahmani M. (1999). Biomasse et production dans un taillis de chêne vert dans une région du semi-aride algérien. Documents phytosociologiques. NS. Vol.XIX, Camerino : 403-406.
- Boudy P. (1950). Economie forestière Nord-Africaine, Tome II: Monographie et traitements des essences forestières. Ed. Larose, Paris, 887p. en 2 fasc., 42 fig., 71 pl.h.t.
- Boudy P. (1952). Guide du forestier en Afrique du Nord. Paris, Maison rustique. 509p., 94 fig., 1 carte.

Boudy P. (1955). Economie forestière Nord-Africaine. Tome IV. L'analyse des descriptions forestières de l'Algérie et de la Tunisie. Ed. Larose, Paris, 483 p.

Bouhier De L'Ecluse R. (1979). L'élevage moderne du mouton. "La Terre", Flammarion.

Carton-Son M. et Romane F. (1992). "Standardized" description of some experimental plots in the *Quercus ilex* L. ecosystems. *Vegetatio*, 99-100: 3-12.

Carton-Son M., Floret C., Galan M. J., Grandjanny M., Le Floc'h E., Maistre M., Perret P. et Romane F. (1992). Factors affecting radial growth of *Quercus ilex* L. in a coppice stand in southern France. *Vegetatio*, 99-100: 61-68.

Celles J. C., (1975). Contribution à l'étude de la végétation des confins saharo-constantinois (Algérie). Thèse Doct. Etat, Univ. Nice, 364p.

C.E.R.A.G. (1985). Rapport final relatif à l'aménagement d'une zone pilote à El-Hassasna., I.N.A., Dpt. Foresterie.

Chakroun S. (1983). Les variations saisonnières des formations secondaires (bois, liber, cambium) du tronc de trois espèces méditerranéennes, le chêne vert, l'olivier et le micocoulier: une étude histophysiological. Thèse de 3^e cycle, U.S.T.L., Montpellier. 82p.+ 11 planches.

Chaumont M., et Paquin C. (1971). Carte pluviométrique de l'Algérie au 1/500.000^{ème}. 4 feuilles +notice. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, Univ. Alger. 24p.

Collectif SIME/ITOVIC. (1991). Plaquette "Un milieu: Le Chêne vert". Document de diffusion SIME (Service Interdépartemental Montagne Elevage). Recherche/Développement.

C.R.B.T. (1978). Rapport phytoécologique et pastoral sur les hautes plaines steppiques de la Wilaya de Saïda. Alger, O.N.R.S., C.R.B.T., 256 p.

C.R.B.T. (1980). Carte d'occupation forestière du massif d'El-Hassasna. Zone pilote de 5000 ha. Wilaya de Saïda.

C.R.B.T. (1981). Carte pédologique au 1/100.000^{ème}. Zone pilote des 5000 ha d'El-Hassasna. Wilaya de Saïda. C.R.B.T., Alger.

C.R.B.T. (1982). Notice de la carte écopédologique. Echelle : 1/10 000. Zone pilote des 5000 ha du massif d'El-Hassasna.

Cuif. (1913). Météorologie comparée agricole et forestière. *Bull. Soc. Sci.*, 52, Nancy.

Daget P.& Poissonnet J. (1971). Un procédé d'analyse phyto-écologique des prairies. Critères d'application. *Ann. Agron.*, 22, (1), 5-41.

Daget P. & Poissonnet J. (1972). Un procédé d'estimation de la valeur pastorale des pâturages. *Fourrages* 49 : 31-39.

Daget P. & Poissonnet J. (1973). Mode d'évaluation pratique du potentiel pastoral à partir de l'inventaire écologique régional. *Quaest. Géobiol.*, 11, 143-148.

Dagnelie P. (1962c). Etude statistique d'une pelouse à *Brachypodium ramosum*. V. Les liaisons interspécifiques. 2^e partie. *Bull. Serv. Carte phytogéogr., Serie B*, 7, 2, 149-160.

Dagnelie P. (1973). Théories et méthodes statistiques. Applications agronomiques. Press. agron. de Gembloux, Belgique, Vol 1, 2^e édition, 378p.

Dagnelie P. (1975). Théories et méthodes statistiques. Press. agron. de Gembloux, Belgique, Vol 2, 463p.

Dahmani-Megrerouche M. (1984). Contribution à l'étude des groupements de chêne vert des monts de Tlemcen (Ouest algérien). Approche phytosociologique et phytoécologique. Thèse Doct. 3^{ème} Cycle. Univ. H. Boumediene, Alger. 238p + ann.

Dahmani-Megrerouche M. (1988). La place du chêne vert en Algérie Méditerranée occidentale, *Biocénoses*, 3 (1/2) : 25-42.

Dahmani-Megrerouche M. (1997). Le chêne vert en Algérie. Syntaxonomie, phytoécologie et dynamique des peuplements. Thèse Doct. Etat. Univ. H. Boumediène, Alger, 239p + ann.

Dahmani M., (2002). The holm oak (*Quercus rotundifolia*) in Algeria : climate-vegetation relation. *Phytocoenologia*, 32(1), 129-141.

Djebaïli S. (1978). Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien. Thèse Doct., Univ. Sci. Tech. Languedoc, Montpellier :229 p.

Djebbar R. (1983). Etude climatique et bioclimatique du massif d'El-Hassasna (W. Saïda). Relation avec les séries de végétation. Mémoire D.E.S. – Univ. H. Boumediene, Alger. 71p + ann.

De Vries D.M. & De Boer (1959). Mused in botanical grassland research in the Netherlands and their applications. *Herbage Abstracts* 29 (1).

Duchauffour Ph. (1984). *Abrégé de Pédologie*. 220p. Masson.

Ducrey M., Toth J. (1992). Effects of cleaning and thinning on height growth and girth increment in holm oak coppices (*Quercus ilex* L.). *Vegetatio*, 99-100, 365-376.

Ducrey M., Boisserie M. (1992). Recrû naturel dans des taillis de chêne vert (*Quercus ilex* L.) à la suite d'exploitations partielles. *Ann. Sci. For.*, 49, 91-109.

Ducrey M., (1996). Recherches et expérimentation sur la conduite sylvicole des peuplements de chêne vert, in "Forêt Méditerranéenne, T.XVII, N°3, p. 151-168.

Eckardt F. E. (1977). Physiological behaviour in relation to the environment. A comparison between a crop and various types of natural vegetation. In: J. J. Landsberg and C. V. Cutting (eds.), Environmental effects on crop physiology. Pp. 157-171. Academic Press, London, New York, San Francisco.

Ed-Derfoufi F. (1986). "Gestion" et dynamique des nutriments dans les taillis de chênes verts âgés et très jeunes. Thèse de 3^{ème} cycle, Univ. Des Sciences et Techniques du Languedoc Montpellier 130p. + ann.

Enjalbal M.(1994). Etude de l'accroissement radial du chêne vert (*Quercus ilex* L.). Relation avec la variabilité climatique dans le Bas-Languedoc. DEA "Ecosystèmes continentaux, arides, méditerranéens et montagnards". Univ. Aix-Marseille I et III. Grenoble I et Montpellier II. 33p. + ann.

Ettehad R., Lossaint P., Rapp M. (1973). Recherche sur la dynamique et le bilan de l'eau des sols des deux écosystèmes méditerranéens à chêne vert. In : Nouveaux documents pour une étude intégrée en écologie du sol. C.N.R.S. ed., R.C.P. 40 Paris, 194-279.

Fautrat M., (1878). Observations météorologiques faites de 1877 à 1878, 44, Imprimerie nationale Paris.

Floret C. et Pontanier R. (1974). Etude de trois formations végétales naturelles du sud tunisien. Production, bilan hydrique des sols. Inst. Nat. Rech. Agron. Tunisie. Projet Parcours Sud. 44p. + an.

Floret C., Le Floch E., Pontanier R., Romane F. (1978). Modèle écologique régional en vue de la planification et de l'aménagement agro-pastoral des régions arides. Application à la région de Zougrata, Tunis. Montpellier, Inst. Régions Arides, C.N.R.S., C.E.P.E., O.R.S.T.O.M., 74p.+carte, doc. Techn. N°2.

Fritts H. C. (1976). Tree ring and climate. Academic Press, London, New York, San Francisco. 565p.

Frontier S. et Pichod Viale D. (1993). Ecosystèmes: Structure, fonctionnement, évolution. Ed. Masson, Coll. Ecol. 344p.

Gaouar A., (1980). Hypothèses et réflexions sur la dégradation des écosystèmes forestiers dans la région de Tlemcen (Algérie). *Forêt méditerranéenne*. II, 2: 131-146.

Garnier E. et Berger A. (1986). Effect of water stress on stem diameter changes of peach trees growing in the field. *J. Appl. Ecol.* 23, 193-209.

Gensler w. and Diaz-Munoz F. (1983). Stem diameter variations in cotton under field conditions. *Crop Science* 23, 907-912.

Ghazi A. et Lahouati R. (1997). Algérie 2010. Sols et ressources biologiques. Doc. I.N.E.S.G., Alger, 38 p.

Godron M. (1984). Ecologie de la végétation terrestre. Masson, Paris, New York, Barcelone, Milan, Mexico, Sao Paulo. 196p.

Gounot M. (1969). Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson et Cie, 314p.

Gouvernement Général de l'Algérie (1935). Atlas d'Algérie et de Tunisie. Elevage. 1 / 4 500 000. Direction des services Economiques. Service cartographie.

Gratani L., Marzi P., and Crescentem M.F. (1992). Morphological adaptation of *Quercus ilex* leaves in the Castelporziano forest. *Vegetatio* 99-100 : 155-161.

Greig-Smith p. (1952). The use of random and contiguous quadrats in the study of structure of the plants communities. *Ann. Bot., London, NS*, 16, 293-316.

Greig-Smith (p) et Chadwick (M. J.) ,(1965). Data on pattern within plant communities. III. *Acacia-Capparis* semi-desert scrub in the Sudan. *J. Ecol.*, **53**, 465-474.

Guerin G., Hubert B., (1987). Problèmes et perspectives pour une approche multi-usages des espaces forestiers. *Fourrages*, n° hors-série "L'animal, les friches et la forêt ", septembre 1987. 271-280.

Heim G. (1977). Croissance et production. In: *Les processus de la production végétale primaire*, pp. 55-70. Gauthier-Villars, Paris.

Hall R. G. (1944). A vernier tree-growth band. *J. Forest.* 42, 724-743.

Horton R. E. (1919). Rainfall interception. *Month. Weather Rev.* 47, 603-622.

Huetz De Lempis A. (1970). *La végétation de la terre*. Masson, Paris. 146p.

Ihaddaden A. (2002). Etude phytoédaphique des groupements à chêne vert le long d'un transect Nord-Sud des « monts du Chenoua » aux « monts d'Aflou ». Thèse Magister, USTHB, Alger, 201p. + ann.

Ionesco T. (1968). Remarques méthodologiques concernant l'étude des ressources pastorales du Maroc. *Al-Awamia Rev. Rech. Agron. Maroc.*, 29, pp.35-67.

Ionesco T. (1969). Contribution au développement des cultures fourragères au Maroc. *Al-Awamia*, 32, 49-103

Jarvis P. G. (1975). Water transfer in plants. In: D. A. de Vries and N. H. Afgan (eds.), *Heat and mass transfer in the biosphere*. Vol. I. Transfer processes in plant environment. pp. 369-394. John Wiley & Sons, New York.

Kershaw (K.A.).(1958). An investigation of the structure of a grassland community. I. The pattern of *Agrostis tenuis*. J. Ecol., **46**, 552-571.

Kittredge J. (1944). Estimation of the amount of foliage of trees and stands. J. For., **42**, 905-912.

Kittredge J.(1948). Forest influences. 394, Mc Graw Hill Book Co., New York.

Klapp E. (1965). Wiesen und werden. Paul Pathy Berlin, 519p.

Kozlowski T. T. (1972). Shrinking and swelling of plant tissues. In: T. T. Kozlowski (ed.), Water deficits and plants growth, Vol. III. Pp. 1-64. Academic Press, New York.

Kramer P.J. (1962). The role of water in tree growth. In T. T. Kozlowski (ed.), Tree growth. pp. 171-182. The Ronald Press Company, New York.

Lamotte M. (1967). Initiation aux méthodes statistiques en biologie. Masson et Cie Paris., pp. 133-135.

Lapie G. (1909). Etude phytogéographique de la Kabylie du Djurdjura. Thèse Fac. Des Sci. Univ. De Paris.Ed. Delagrave, 156p.

Lecourt B., (1956). Comportement des graminées fourragères vivaces en fonction du milieu. *Bull. Soc. Agric. Rabat*, **69**, 43-49.

Le Houerou H. N., Ionesco T. (1973). Appétibilité des espèces végétales de la Tunisie steppique. Doc. Trav. Proj. F.A.O./Tun/71/525, 68p.

Le Houerou H. N., (1980). L'impact de l'homme et de ses animaux sur la forêt méditerranéenne., in « Forêt méditerranéenne », T. II, N°1, 1980, pp 31-45.

Léouffre M. C., (1991). Effet du pâturage caprin sur la dynamique de production fourragère de taillis de chêne en région méditerranéenne française. Thèse Doc. Es sciences. Université Aix – Marseille, INRA – SAD Avignon. 93 p.

Letreuch-Belarouci N. (1995). Eléments de réflexion de la mise en valeur des taillis de chêne vert. Etude d'un cas concret. Sylviculture spéciale. Office des Publications Universitaires.

Liming F. G. 1957. Homemade dendrometers. J. Forest. **55**, 575-577.

Loiseau P., Sebillotte M., (1972). Etude et cartographie des pâturages du Maroc oriental. Notice de la carte pastorale au 1/100000. Convention M.A.R.A.T., E.R.E.S.,S.C.E.T. coop., 3 vol.

Long G. (1958). Description d'une méthode linéaire pour l'étude de l'évolution de la végétation. Bull. Serv. Carte phytogéogr., Série B, **2**, 107-127

- Long G. (1974). Diagnostic phytoécologique et aménagement du territoire, t.1. Masson et Cie, Paris, 252p.
- Lossaint P. & Rapp M. (1978). La forêt méditerranéenne de chêne vert. In: M. Lamotte et F. Bourlière (éds.), Problème d'écologie: structure et fonctionnement des écosystèmes terrestres. Pp 129-185. Masson, Paris.
- Maire R. (1926). Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie. Notice. Alger, Baconnier; 78p.
- Maire R. (1952-1980). Flore de l'Afrique du Nord, 15 vol. Paris, Le Chevalier.
- Mathieu M. (1876). Relevé des observations de météorologie comparée agricole et forestière faites aux environs de Nancy par l'école forestière. *Atlas Météorologique. Observ., Paris., 8, 5.*
- Maugini E. (1949). L'evoluzione della cerchia legnoza in *Quercus pubescens* W. e in *Quercus ilex* L. nel clima de Firenze (résumé en anglais). *Nuovo Giornale Botanico Italiano*, n. s., vol. 56 (4), 593-611.
- Miglioretti F. (1983). Phytoécologie des peuplements à *Quercus ilex* L. et *Quercus pubescens* Wild en Sardaigne de Rians (Var). Approche méthodologique pour évaluer la phytomasse des taillis de chêne vert. Thèse Doct. 3^{ème} cycle, Univ. Aix-Marseille, 77p. + ann.
- Morand A. (1978). Encyclopédie du jardin. 607p.
- Namken L. N., Bartholic J. F. and Runkles J. R. (1969). Monitoring cotton plant stem radius as an indication of water stress. *Agronomy journal* 61, 891-893.
- Nedjraoui D. (1981). Evolution des éléments biogènes et valeurs nutritives dans les principaux faciès de végétation des Hautes Plaines steppiques de la Wilaya de Saïda. Thèse Doct. 3^{ème} cycle, U.S.T.H.B., Alger, 151p + ann.
- Nedjraoui D. (1990). Adaptation de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.) aux conditions stationnelles. Thèse Doct. Es Sc., USTHB, Alger, 256p.
- Nègre R. (1964). Notice de la carte de Tipaza au 1/50.000^{ème}. *Mém. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 45,(3-4).
- Parker (K. W.), (1951-1954). A method for Measuring Trend in Range Condition on National Forest Ranges. *Adm. Studies, Forest Service. USDA*, 26p.
- Phipps R. L. and Yater W. M., Jr. (1974). Three types of remote-reading dendrographs. *Ecology* 55 (2), 454-457.
- Poissonet P. et al., (1973). A comparison of sampling methods, *J. of range management*, 26, 1, 65-67.

Pouget M. (1980). Les relations sol-végétation dans les steppes sud-algéroises. Thèse Doc. Etat, Univ. Aix-Marseille, 555p.

Quezel P. (1976). Les forêts du pourtour méditerranéen: écologie, conservation et aménagement. Unesco, Note technique du MAB, 2 : 9-33.

Ramade F. (1984). Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale. Mc Graw-Hill.397p.

Rapp M., Ibrahim M. (1978). Egouttement, écoulement et interception des précipitations par un peuplement de *Pinus pinea* L. Oecol. Plant., 13 (4), 321-330.

Rutter A.J. (1968). Water consumption by forests. In: Water deficits and plant growth, Vol. II, Plant water consumption and response (T.T. Kozlowki, ed.), Academic Press, New York.

Sauvage Ch. (1961). Recherches géobotaniques sur le chêne liège au Maroc. *Trav. Inst. Sci. Cherifien. Ser. Bot. 21: 1-462.* (Thèse Doct., Univ. Montpellier, 1960).

Schneider G. W. and Childers N. F. (1941). Influence of soil moisture on photosynthesis, respiration of apple leaves. *Plant Physiol.* 16, 565-583.

Selles G. (1985). Réponse de quelques paramètres physiologiques à la contrainte hydrique. Diplôme d' Agronomie Approfondie, E.N.S.A., Montpellier. 45p.

Shinozaki K., Yoda K., Hozumi K. et Kira T. (1964). A quantitative analysis of plant form. The pipe model théorie. *Jap. J. Ecol.*, 14, 97-105, 133-139.

So H. B. (1979). An analysis of the relation ship between stem diameter and leaf water potential. *Agronomy Journal* 71, 675-679.

Thiault M., Prud'hon et Reboul; Bechet, Molenat et Theriez, (1979). Amelioration pastorale de la garrigue. Extrait de Xèmes Journées du Grenier de Theix. INRA : 375-396

Touam D. (1983). Influence de la pente et de la nature du sol sur la teneur en éléments biogènes et la biomasse. Mémoire D.E.S. - Univ. H. Boumediene, Alger. 61-p.

Voigt G. K. (1960). Distribution of Rainfall under Forest Stands. *Forest Science*, 6 (1).

Zarnovican R. (1972). Etude de la structure horizontale d'une tourbière, Thèse Univ. Laval, Canada, 109 p.

Zhang S. H. (1987). Contribution à l'étude de la croissance en diamètre du Chêne vert (*Quercus ilex* L.) en relation avec le climat.

