

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABOU BAKR BELKAID TLEMCCEN
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers
Département des Ressources Forestières

Laboratoire Gestion et Conservation de l'Eau, Sol et Forêt(LGCEFS)



MÉMOIRE

Présenté par
M^{lle} Rahmane Soumia

En vue de l'obtention du Diplôme de MASTER en Foresterie
Option : Protection Forêts

Thème :

**Contribution à l'étude de l'effet du climat sur la
croissance et la qualité du liège de la suberaie de
Beni-Ouarsous(w.Tlemcen)**

Soutenu le / 06 / 2017 devant le jury composé de :

Président :	M. Bellifa M.	MAA	Université de Tlemcen
Encadreur:	M.Dehane B.	MCA	Université de Tlemcen
Examinatrice:	Mme Belhoucine L.	MCA	Université de Tlemcen

Année universitaire : 2016/2017

Résumé :

Les accroissements annuels du liège de la forêt Beni-Ouarsous furent étudiés pour la première fois par rapport aux variations climatiques. Les 30 échantillons récoltés au hasard dans le canton de Ménarah révèlent que l'âge du liège est très varié avec une croissance très lente malgré que les arbres bénéficient de l'humidité du littoral. Pour un âge homogène de 9 ans, le liège flotte domine avec 87% soit un accroissement moyen annuel de l'ordre de 1,70mm . Les indices d'accroissements (Iac) des quatre types de liège (régulier, juste, mince et flotte) se sont montrés indifférents à la pluviométrie annuelle, printanière et aussi à celle de la saison végétative du liège et à la période humide et sèche mais aussi à l'indice de déficit pluviométrique (IDP) (r proche du zéro que de 1). La température printanière et estivale suit la même tendance. La qualité du liège est mauvaise suite à la densité accrue qui dépasse en moyenne 348,98 kg/m³ malgré la faible présence de la porosité. Ce fait est très lié à la concurrence marquée du sous bois qui obligent les arbres à une croissance meristématique primaire que secondaire à la recherche de la photosynthèse et la synthèse du carbone.

Mots clé : Beni-Ouarsous, liège, concurrence, climat, accroissement, qualité.

Contribution to the study of the impact of the climate on the growth and the quality of the cork of the forest of Beni-Ouarsous (w. Tlemcen).

Abstract :

The annual growth of cork in the Beni-Ouarsous forest was studied for the first time in relation to climatic variations. The 30 random samples collected in the canton of Menarah reveal that the age of the cork is very varied with a very slow growth even though the trees benefit from the moisture of the littoral. For a homogeneous age of 9 years, the cork fleet dominates with 87% or an average annual increase of 1.70mm. The indices of growth (Iac) of the four types of cork (regular, fair, thin and fleet) were indifferent to the annual spring rainfall as well as that of the cork growing season and the wet and dry period and The rainfall deficit index (IDP° (r is close to zero than 1). Spring and summer temperatures follow the same trend. The quality of the cork is poor due to the increased density which exceeds on average of 348.98 kg /m³ despite the low presence of the porosity. This fact is very much related to the marked competition from the underwood which forces the trees to a primary meristematic growth that secondary to the research of the photosynthesis and the synthesis of the carbon.

Keywords: Beni-Ouarsous, cork, competition, climate, growth, quality.

المساهمة في دراسة مدى تأثير المناخ على نمو الفلين و نوعيته في غابة بني وارسوس (ولاية تلمسان)

الملخص :

درست زيادات الفلين السنوية في غابة بني وارسوس للمرة الأولى فيما يتعلق بالتغيرات المناخية. العينات التي تم جمعها عشوائيا من 30 شجرة بلوط من "حيز منارة" تكشف عن أن اعمار الفلين متنوعة جدا مع نمو بطيء للغاية على الرغم من الرطوبة الساحلية. من خلال فلين دو سن متجانس (9 سنوات) تبين هيمنة الفلين العائم بنسبة 87% و بمعدل زيادة سنوية تبلغ حوالي 1,70 مم. مؤشرات الزيادات (IAC) لأربعة أنواع من الفلين (العادي والصريح، الرقيق والعائم) لم تظهر أي علاقة مع معدل التساقطات المطرية السنوية والربيعية وأيضا مع الفترات الرطبة والجافة و كذلك مع مؤشر عجز الأمطار (IDP) (ص هي قريبة من الصفر من 1). حرارة الربيع والصيف تسير في نفس النتائج. جودة الفلين ضعيفة في هذه الغابة نظرا لزيادة كثافة الفلين و يباس انسجتها. متوسط الكثافة يفوق 348,98 كغ/م³ رغم انخفاض المسامية في الفلين. هذا النتائج تؤكد الارتباط الوثيق لأشجار الفلين مع الشجيرات المنافسة لها التي تدفعها الى الاستثمار في تنمية النسيج الإنشائي الأساسي دون الثانوي و الجري و وراء عملية التمثيل الضوئي والتوليف الكربون.

كلمات البحث: بني وارسوس ، الفلين، المنافسة، المناخ، النمو، النوعية.

REMERCIEMENTS

Mes premiers mots de remerciements et surtout de reconnaissance, vont naturellement vers mon encadreur, Mr. Belkheir Dehane. Il s'est toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce travail ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'il a bien voulu me consacrer. Qu'il reçoive toute l'expression de ma reconnaissance pour m'avoir proposé ce sujet de mémoire, et, pour tout son dynamisme et ses qualités humaines.

Je tiens à exprimer également, ma profonde gratitude à Mr. Bellifa Mohamed (MAA) à l'Université de Tlemcen), qui m'a fait l'honneur de présider mon jury de mémoire de master.

A Madame, Belhoucine Latéfa (MCA) à l'Université de Tlemcen, je veux lui adresser ma profonde reconnaissance pour avoir accepté de consacrer son temps à l'examen de ce travail.

Merci aussi à tous mes enseignants et amies qui se reconnaîtront ici. Je leur exprime ma profonde sympathie et leur souhaite beaucoup de bien.

J'apporte des remerciements pleins de tendresse à ma famille et à mes proches pour leur soutien.

La liste des figures

Figure
Figure 1 : Aire de distribution du chêne-liège
Figure 2 : (a) Représentation schématique de la formation du liège et (b) comptage des accroissement
Figure 3: Production mondiale du liège
Figure 4 : Situation géographique de la commune de Beni-Ouarssous
Figure 5: Situation géographique de la zone d'étude
Figure 6 : Réseau hydrographique de la wilaya de Tlemcen
Figure 7 : Carte lithologique de partie orientale des monts de Traras
Figure 8: Carte de la couverture végétale de partie orientale des monts de Traras
Figure 9 : Variations pluviométriques dans la forêt de Beni-Ouarssous
Figure 10 : Régime saisonnier des précipitations dans les deux périodes (ancienne et nouvelle)
Figure 11 : Courbe des variations des températures moyennes pour les deux périodes
Figure 12: Diagrammes Ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN pour les deux périodes
Figure 13: Quotient pluviothermique et climagramme d'emberger de la forêt de Beni-Ouarssous
Figure 14: Présentation des étapes d'analyse d'image d'un échantillon du liège
Figure 15 : Répartition des arbres échantillon selon leurs circonférences
Figure 16 : Répartition des arbres échantillon selon leurs hauteurs
Figure 17: Variation des âges du liège de Beni-Ouarssous
Figure 18 : Variation des épaisseurs cumulées des 30 échantillons
Figure 19 : Répartition des accroissements annuels selon leurs classes commerciales
Figure 20 : Variations annuelles des accroissements du liège selon les classes commerciales
Figure 21 : Variation des indices des accroissements (Iac) des classes d'épaisseur commerciale
Figure 22 : Durée de la période sèche dans la forêt de Beni-Ouarssous
Figure 23 : Représentation statistique de la zone de confort pour le chêne liège de Beni-Ouarssous
Figure 24 : Déficit pluviométrique enregistré durant la période 2008-2016
Figure 25: Indices de déficit pluviométrique calculés pour la période 2008-2016
Figure26 : Relations probables entre Iac et les pluies annuelles
Figure27 : Relations probables entre Iac et la pluie printanière

Figure28: Relations probables entre Iac et la pluies de l'année végétative
Figure29 : Relations probables entre Iac et la pluie de Mars
Figure30 : Relations probables entre Iac et la période humide
Figure31 : Relations probables entre Iac et la période sèche
Figure32 : Relations probables entre Iac et l'Indice de Déficit Pluviométrique
Figure33 : Relations probables entre Iac et les températures printanières
Figure34: Relations probables entre Iac et les températures estivales
Figure35 : Défaut rencontrés sur le liège de Beni-Ouarssous
Figure36: Fréquences de la porosité de Roldao sur le liège de Beni-Ouarssous

La liste des Tableaux

Tableau
Tableau 1: Classification traditionnelle du calibre
Tableau 2: Principaux défauts rencontrés sur le du liège
Tableau 3 : Caractéristiques de la station de référence et période d'observation
Tableau 4 : Précipitation moyenne mensuelle (mm) pendant les deux périodes de référence
Tableau 5: Températures minimales moyennes (°C)
Tableau 6 : Températures maximales moyennes (°C)
Tableau 7: Températures moyennes mensuelles et annuelles T (°C)
Tableau 8 : Indice de continentalité de la zone d'étude
Tableau 9 : Indice de sécheresse estivale
Tableau 10 : Etages de végétation du chêne-liège de la zone d'étude
Tableau 11 : Valeurs du « Q2 » et étages bioclimatiques de la forêt
Tableau 12: Division de la forêt en cantons
Tableau 13 : Classes de densité du liège (
Tableau 14: Classes d'épaisseurs admises en commerce
Tableau 15: Caractéristiques géographiques et topographiques de la zone d'étude
Tableau 16 : Caractéristiques forestières de la zone d'étude
Tableau 17: Analyse Type III Sum of Squares (âge
Tableau 18: Croissance annuelle du liège par classes d'épaisseur commerciale. Comme moyenne annuelle un cycle de production de 9ans ; Moyenne générale ± l'intervalle de confiance
Tableau 19: Indices de De Martonne calculés pour la zone d'étude
Tableau 20 : Résultats des corrélations entre Iac et pluie annuelle
Tableau 21 : Résultats des corrélations entre Iac et pluie printanière
Figure28: Relations probables entre Iac et la pluies de l'année végétative
Tableau22 : Résultats des corrélations entre Iac -pluie de l'année végétative du liège (Mars (t) -Septembre(t))

Tableau23 : Résultats des corrélations entre Iac –pluie de Mars
Tableau24 : Résultats des corrélations entre Iac –période humide
Tableau 25 : Résultats des corrélations entre Iac –période sèche
Tableau26 : Résultats des corrélations entre Iac –IDP
Tableau27 : Résultats des corrélations entre température printanière
Tableau28 : Résultats des corrélations entre température estivale
Tableau29: Densité du liège de Beni-Ouarssous

Liste des planches

Planche
Planche1: Quelques caractéristiques du chêne liège
Planche2 : Aspect crevassé du tronc et feuilles récemment formées(
Planche 3 : Aspect du fût de liège selon les types de peuplements
Planche 4 : Différents type de liège produit par l'arbre
Planche 5 : Type de liège de rebut
Planche 6: Suberaie dense (a) et claire(b)
Planche 7: Limite de croissance d'un accroissement annuel (Grox40).
Planche 8: Aspect microscopique d'un pore de liège
Planche 9: Les calas de liège extrait du chêne liège à Beni-Ouarssous
Planche 10 : Mesure de l'épaisseur et pesée des échantillons de liège
Planche 11 : Identification manuelle des accroissements annuels du liège
Planche12 : Méthode numérique des mesures des accroissements annuels du liège
Planche 13 : Nature de la topographie de la zone d'étude
Planche 14 : Certains aspects végétatifs et anthropiques de la zone d'étude
Planche 15: Types de lièges récoltés des arbres échantillons
Planche 16: Les quatre classes de lièges rencontrés dans la suberaie de Beni-Ouarssous
Planche17 : Chêne liège confronté à la concurrence du sous bois
Planche18 : Exemple de la lignification verticale et Horizontale
Planche19 : Liège flotte sain, d'une porosité superficielle

Sommaire

Introduction générale	
Chapitre I : Quelques considérations sur le chêne et le liège	
I.1-Quelques considérations sur le chêne et le liège	
I.1.1-Aire de répartition des suberaies dans le monde	
I.1.2-Caractères botaniques	
I.1.3-Caractères écologiques	
I.1.4-Association du chêne liège	
I.1.5.Mode de traitement des suberaies	
I.1.6- La formation du liège	
I.1.7-Structure anatomique du liège	
I.1.8-Notion de qualité de liège	
I.1.9-Intérêt socio-économique des suberaies	
I.2-Menaces sur la suberaie	
Chapitre II : Etude du milieu	
II.1-Le milieu physique	
II.1.1-Situation géographique de la zone d'étude	
II.1.2-Relief et hydrographie	
II.1.3-Géologie	
II.1.4-Pedologie	
II.1.5-La végétation et le couvert végétal	
II.2-Le climat	
II.2.1-Synthèse climatique	
II.2.1.1- Les facteurs climatiques	
II.2.1.1.1-Précipitations	
II.2.1.1.3-Température	
II.2.1.1.4-Amplitude thermique moyenne ou Indice de continentalité	
II.2.1.2- Indice de sécheresse estivale	
II.2.1.3- Etage de végétation ou zonation altitudinale	
II.2.1.4-Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen	
II.2.1.5- Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger	
II.3-Description Forestière	
II.3.1-Le chêne liège et autres	
II.3.2-Production subericole	
II.3.3-Les incendies	
II.3.4-La Faune	
Chapitre III : Matériels et methodes	
III-1-Choix de la zone d'étude et objectif	
III.2- Collecte des échantillons du liège	
III.2.1-Façonnage et prise de mesures sur les échantillons	

III.2.2-Analyse numérique des images	
III.2.3-Application à la morphométrie du liège	
III.3-Technique de mesures des accroissements annuels du liège	
III.4- Etude de la qualité du liège	
III.5-Approche climatique	
III.6- Relation climat- croissance et qualité du liège	
III.7- Traitement des données	
Chapitre IV : Résultats et Discussion	
IV.1- Description de la zone d'étude	
IV.1.3- Caractérisation des arbres-échantillons	
IV.1.3.1-Par classes de circonférence	
IV.1.3.2- Par classes d'hauteurs des arbres	
IV.1.4- Caractérisation du liège récolté	
IV.1.4.1-L'âge du liège	
IV.1.4.2-Etude de la croissance du liège de Beni-Ouarssous	
IV.1.4.2.1- Les accroissements annuels	
IV.1.4.2.2- Les indice d'accroissements	
IV.1.4.3- Etude du climat de la période analogue à la croissance du liège	
IV.1.4.3.1-Indice d'aridité mensuel et annuel de De Martonne (1926)	
IV.1.4.3.2-Durée de la période sèche	
IV.1.4.3.3-Climogramme pluviométrique de Taylor(1918)	
IV.1.4.3.4-Le déficit pluviométrique	
IV.1.4.3.5-Indice du déficit pluviométrique	
IV.2-Etude de l'impact du climat sur la croissance du liège à Beni-Ouarssous	
IV.2.1-Relation indices d'accroissement/pluviometrie	
IV.2.1.1-Relation Iac-pluie annuelle	
IV.2.1.2-Relation Iac-pluie printanière	
IV.2.1.3- Relation Iac -pluie de l'année végétative du liège	
IV.2.1.4-Relation Iac- Pluie du mois de Mars	
IV.2.1.5-Relation Iac – période humide	
IV.2.1.5-Relation Iac – période sèche	
IV.2.1.6-Relation Indice d'Accroissements / Indice de Déficit Pluviométrique	
IV.2.2-Relation indice d'accroissement (Iac)/ temperature	
IV.2.2.1 – Température printanière	
IV.2.2.2-Température estivale	
IV.3-Etude de la qualité du liège de Beni-Ouarssous	
Conclusion générale	
Références bibliographiques	
Annexe	

Introduction générale

Introduction générale

A travers le monde, les forêts sont à la base de la subsistance de plus d'un milliard de personnes vivant dans un état de pauvreté extrême, et permettent de fournir des emplois salariés à plus de 100 millions d'individus. Cependant le changement climatique qui sévit ces dernières décennies présente d'énormes défis pour les forêts et les populations (FAO,2010).

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, 2007) a conclu que le réchauffement du système climatique est un processus univoque, dû très probablement à l'augmentation observée des concentrations dans l'atmosphère de gaz à effet de serre d'origine humaine. Outre la hausse de la moyenne des températures mondiales, des changements évidents ont été observés avec l'intensité des vagues de chaleur, des sécheresses et des inondations.

Le GIEC estime que les Forêts boréales, de montagne, méditerranéennes, de mangrove et tropicales humides sont les écosystèmes forestiers les plus susceptibles aux changements climatiques (Bernier et Schoene,2009).

Le chêne liège (*Quercus suber L.*) est considéré comme l'espèce forestier le plus valorisable dans le sud de l'Europe et dans le Maghreb (Bouslih,1996, Margot 2006). Le liège est un tissu protecteur composé de cellules suberifiées qui forment une couche épaisse couvrant la tige, les branches et les racines. En tant qu'interface entre l'environnement et l'arbre, Ce phellem agit comme un bouclier contre la sécheresse, les radiations solaires, les agents pathogènes et les incendies, et sa formation est considérée comme un mécanisme de protection (Gibson et al., 1981).

Le caractère xérophytique du chêne liège est bien connu, une espèce qui peut s'adapter à divers climats du semi-aride à l'humide (Natividade, 1956 ; Otieno et al., 2006). Mais cette résistance à des limites, Houston et al., (1992) avancent que les longues périodes de sécheresse très sévères portent préjudices aux plantes, y compris qui sont réputées par leur résistance.

Une des particularités du chêne liège est que l'activité du cambium vasculaire et corticale débute à partir du mois d'Avril et s'étend jusqu'à la fin d'Octobre (Natividade,1950). Cette période dans la plupart des pays subericoles est liée à la période sèche et au déficit hydrique. Peu d'informations sont connues sur les effets de la variabilité climatiques sur l'activité cambiale ou du phellogène.

La plus part des auteurs concordent sur le fait que les accroissements du liège sont maximales durant le printemps par la formation de cellules aux parois minces du fait de la disponibilité des réserves d'eau dans le sol (pluie hivernale et printanière). Par contre, cette croissance se ralentit et devient stable durant l'été à travers les petits assises aux parois épaisses à cause

du taux important de l'évapotranspiration (Carita, et al., 2000). Des études menées au Portugal ont montrés que 70% des eaux transpirées par l'arbre proviennent de l'eau stockée dans le sol (David et al., 2004). Les accroissement annuels reflètent en quelque sorte les variations du climat et permettent de déceler quel variable influent sur ces anneaux (Caritat et al.,1996).

Mais le caractère génotypique du chêne liège indépendamment des conditions climatiques procure au liège une grande hétérogénéité, une même récolte peut fournir une mosaïque de calibre avec des qualités différentes (Pereira, 2007). Dans une récente étude, des chercheurs de l'université de Lisbonne ont montré que la mauvaise qualité de l'écorce serait donc une adaptation à l'augmentation du rayonnement UV provoquée par le réchauffement climatique observé ces dernières années (Teixeira et al.,2014).

Plusieurs auteurs ont étudiés les accroissement annuels du liège et ont proposé une classification commerciale selon les régions de production (Lamey,1893 ; Boudy,1950 ; Saccardy,1937, IPROCO,1999). D'autres se sont intéressés aux relations des accroissement avec les facteurs du milieu (Gonzalez Adrados et al., 1993 ; Fos and Barreno, 1994). Certains auteurs, ont réalisé des études dendro-écologiques et dendro-chronologiques (Cook et Kairiukstis, 1990, Carita et al., 2000; Costa et al., 2002).

Le liège de Beni-Ouarsous n'a jamais fait l'objet d'étude depuis l'indépendance. Cette forêt connaît un abandon total, la grande déclivité du terrain et le relief très accidenté ont accentué le manque de cette prise en charge. Le chêne liège de cette entité présente des peuplements adaptés au climat littoral local est semblent plutôt confronté à une concurrence accru du sois bois et à des incendies répétés.

Le but de ce travail est d'analyser les relations probables entre les accroissements annuels du liège et les variables climatiques (Pluviométrie mensuelles et Températures) selon une approche dendro-écologique typique au liège. Il était question aussi de superposer cette relation à la qualité du liège puisque cette dernière est tributaire des accroissements annuels.

Nous avons divisé notre travail en quatre chapitres :

- Le chapitre 1 donne une description du chêne liège et du liège.
- Le second chapitre détaille le milieu physique.
- Le troisième évoque la méthodologie adoptée pour réaliser le travail.
- Le dernier chapitre présente les principaux résultats trouvés.

Chapitre I : Quelques considérations sur le chêne et le liège

I.1-Quelques considérations sur le chêne et le liège

I.1.1-Aire de répartition des suberaies dans le monde

Le chêne liège est une espèce endémique du bassin méditerranéen occidental, il est limité à quatre pays européens à savoir : Le Portugal, Espagne (Andalousie et Catalogne), Italie (Sicile et Sardaigne), et dans le sud de la France (Corse, Landes, Garonne et les Alpes maritimes).

Dans le nord de l'Afrique précisément au Maghreb, le chêne liège ne déborde pas de ces trois pays : L'Algérie, le Maroc et la Tunisie. Au Maroc, l'aire naturelle du chêne liège dépasse la 33^{ème} parallèle, alors qu'en Algérie et Tunisie il n'atteint même pas le 36^{ème} parallèle. En Europe, il dépasse à peine la 44^{ème} parallèle au nord (la France), à l'ouest, il englobe la totalité du Portugal, et à l'Est, il arrive à la Dalmatie) (M'Hirit,1998).

La figure 1 montre la répartition du chêne liège dans son aire géographique naturelle.

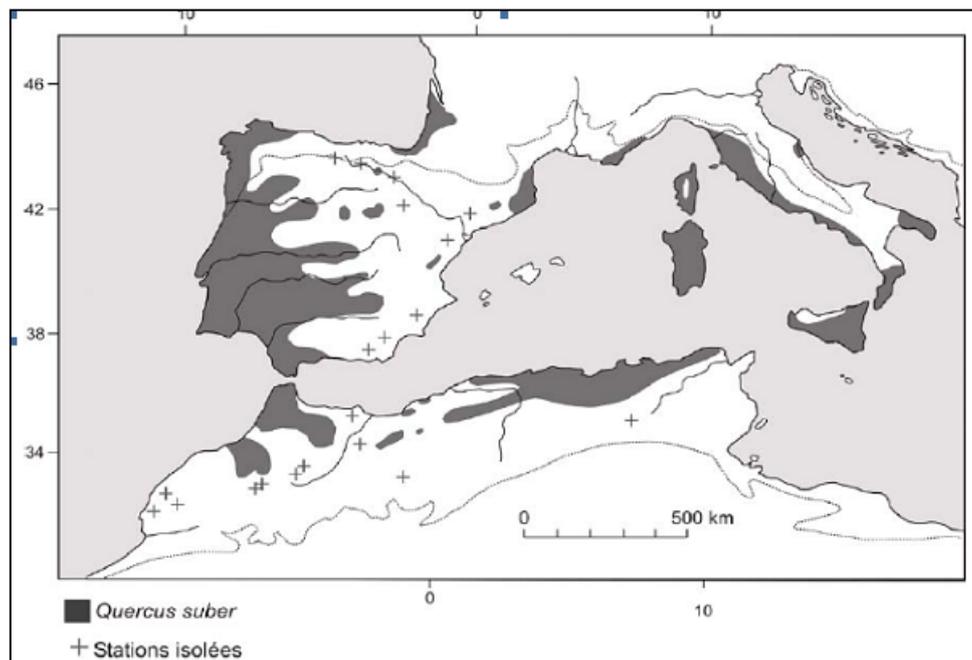


Figure 1 : Aire de distribution du chêne-liège (Quezel et Medail, 2003)

La superficie du chêne liège avoisine les 2,5 millions ha répartie comme suit (Santos Pereira et al.,2008):

- Portugal (650 000),Espagne (500 000 ha), Italie (100 000 ha), France (44 000 ha)
- Algérie (440 000 ha), Maroc(350 000 ha), Tunisie (100 000 ha).

I.1.2-Caractères botaniques

Le chêne-liège appartient à l'embranchement des Phanérogames, du sous-embranchement des angiospermes, de la classe des Dicotylédones, de l'ordre des Fagales, de la famille des Fagacées, du genre *Quercus* et de l'espèce *Q. Suber* (Natividade,1956).

Le *Quercus suber L.* est caractérisé par quatre particularités (Saccardy,1937, Pereira,2007):

- Portant sur un même pied, des fleurs mâles en chatons et des fleurs femelles (floraison monoïque).
- La forme de leur fruit appelé gland fixé jusqu'à maturité dans une cupule.
- Le liège mâle : issu de la première génération produite par le phellogène originel de l'arbre.
- Le liège femelle (ou de reproduction) : se produit par régénération du phellogène après enlèvement du liège mâle et qui est utilisé pour la fabrication des bouchons (Pl.1).

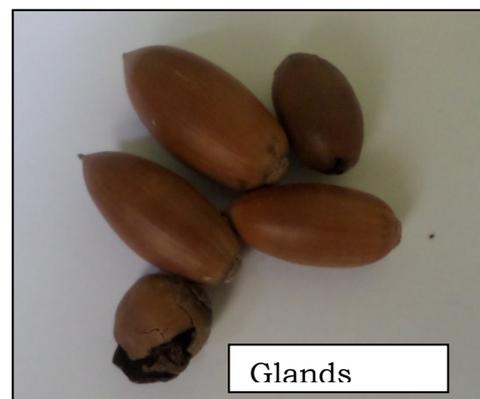
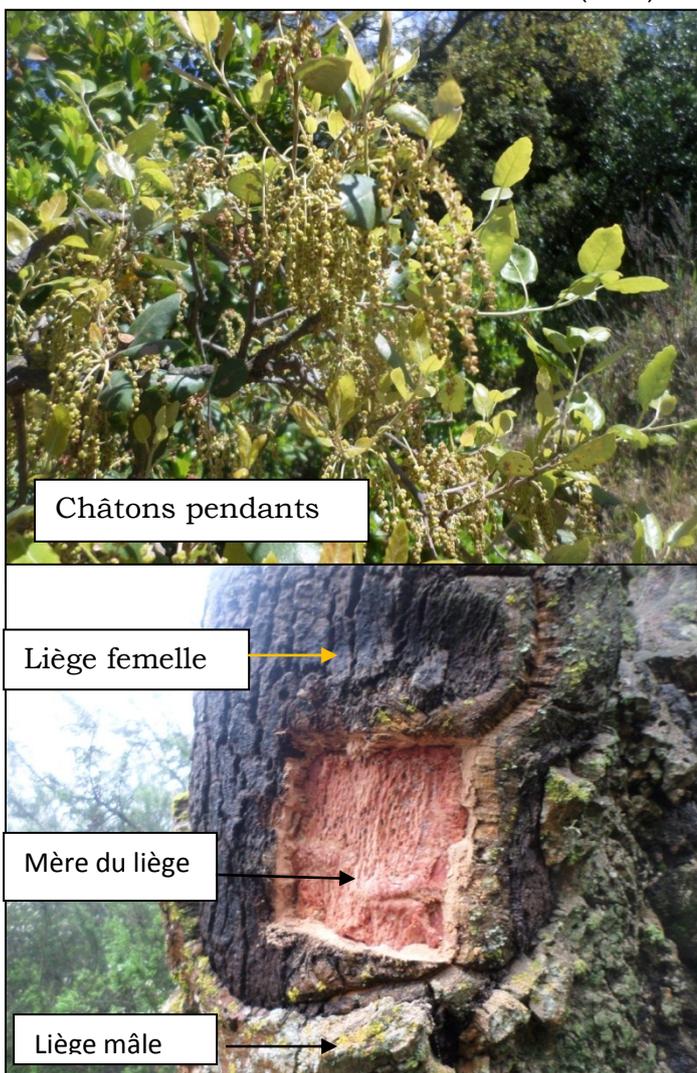


Planche 1: Quelques caractéristiques du chêne liège (Original)

L'espèce peut atteindre de 10 à 12 m de hauteur en France et 15 à 20 m en Afrique du Nord et au Portugal, avec une circonférence du tronc de 2 à 3 m. Sa croissance est lente et sa durée de vie moyenne est de 150 à 200 ans, 300 ans si on ne l'écorce pas (Plaisance 1977).

Le chêne liège présente une écorce épaisse et crevassée de 2 à 5 cm constituant le liège. Son feuillage persistant est composé de petites feuilles dures, un peu cordiformes, grises et tomenteuses en dessous, vert foncé en dessus et très faiblement dentées (Jacamon,1987)(Pl.2).

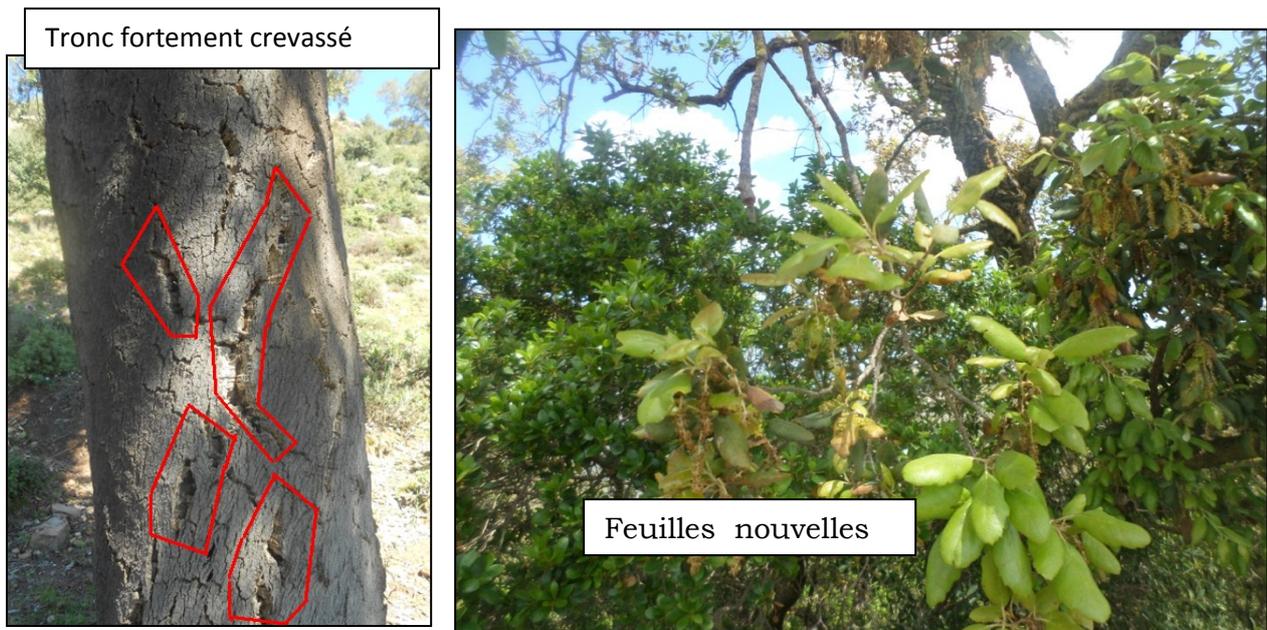


Planche2 : Aspect crevassé du tronc et feuilles récemment formées(Original)

Dans les peuplements denses et très serrés le chêne liège présente un port mince et un houppier élancé. Par contre dans les peuplements clairs et espacés le port est large avec une cime bien étalée (Veuillon,1998) (Pl.3).

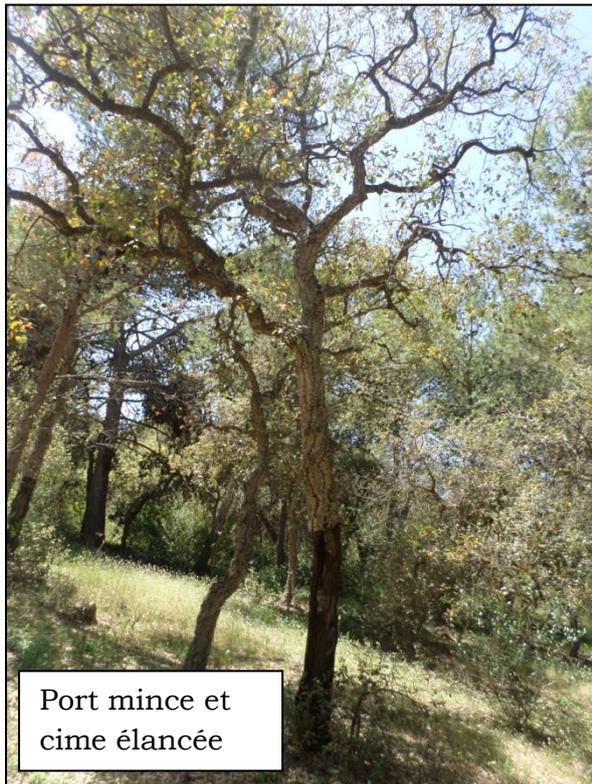


Planche 3 : Aspect du fût de liège selon les types de peuplements(Original)

On distingue plusieurs types de liège (Pl.4)

- **Le liège mâle** : il s'agit de l'écorce qui se développe naturellement sur le tronc et les branches de l'arbre. S'il n'est pas récolté, son épaisseur peut dépasser 20 cm. Ce liège est très crevassé et très irrégulier. Il est impropre à la fabrication de bouchons. Le liège mâle est enlevé lors d'une opération de mise en production appelée démasclage (Lombardini,2012).
- **Le liège femelle ou liège de reproduction** : il s'agit du liège qui se reconstitue après le démasclage. Il est moins crevassé, plus homogène et sa surface est plus lisse. Lorsqu'il atteint une épaisseur de 27-40 mm (épaisseur atteinte entre 10 et 15 ans, selon la vitesse de croissance de l'arbre), ce liège peut être récolté. Il pourra être utilisé pour la fabrication de bouchons (Natividade,1956).

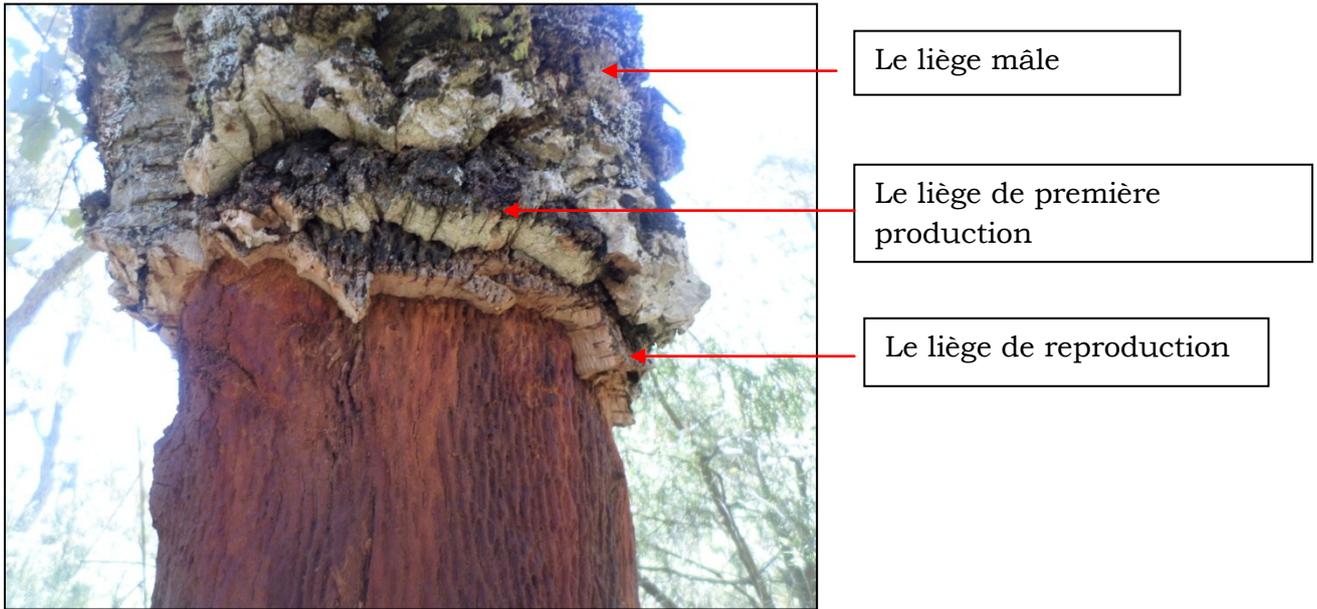


Planche 4 : Différents type de liège produit par l'arbre (Original)

- **Le liège sur-épais** : lorsqu'il n'est pas récolté à temps (plus de 20 ans), le liège s'épaissit, se crevasse. Il est souvent perforé par des fourmis. Ainsi, il devient inutilisable en bouchonnerie et perd sa valeur économique.
- **Le liège brûlé** : c'est un liège provenant d'un peuplement qui a été parcouru par un incendie. Le plus souvent, ce liège n'est calciné qu'en surface mais il devient inutilisable en bouchonnerie (Pl.5).



Liège épais



Liège brûlé

Planche 5 : Type de liège de rebut (Original)

I.1.3- Caractères écologiques

Le chêne liège est une espèce très exigeante en climat et en sol. Il a été planté ailleurs dans d'autres pays à l'égard de la Turquie , la Bulgarie et l'Australie mais sans donner de liège (Aronson et al.,2009).

Il est exigeant en besoin hydriques (600 à 1200 mm annuellement) et en humidité atmosphérique surtout en saison sèche (au moins 60 %).

La température annuelle moyenne doit être assez élevée (13 à 16°C), il ne supporte qu'exceptionnellement une baisse en dessous de -12°C mais peut supporter des maxima de +40°C (Seigue ,1987).

Le chêne-liège est une essence qui accepte mal le couvert il se défend assez mal lorsqu'il est en concurrence avec d'autres arbres développant une cime importante (Vignes 1990).

C'est une espèce strictement calcifuge; il fuit donc la présence de calcaire actif dans les sols. Il n'en est pas pour autant une espèce acidophile et exige un sol aéré, son système racinaire étant profond et peu adaptable. Il ne s'établit que sur des terrains siliceux, acides mais s'accommode très bien à des terrains pauvres. En Algérie la majorité des suberaies s'étend sur les grès éocènes (Numidien et Medjanien) et surtout les terrains schisteux et sur les granites (Saccardy,1937).

I.1.4-Association du chêne liège

Le chêne-liège pousse le plus souvent en peuplement mixte avec le chêne vert (*Quercus ilex*), le pin maritime (*Pinus pinaster*), le châtaignier (*Castanea sativa*), le pin d'Alep (*Pinus halepensis*) et le chêne zeen (*Quercus faginea*). La végétation qui accompagne naturellement le chêne-liège est une formation buissonnante haute et dense comprenant des espèces à feuilles persistantes aimant la chaleur et la lumière et fuyant les sols calcaires (Montoya 1988).

Sur le littoral et en basse montagne, le sous bois est généralement dense et élevé caractérisé par (la bruyère arborescente et à balai, l'arbousier, le filaire, la lavande, la chèvre feuille, le myrte, etc.).

En altitude, le sous bois est composé de cytise, la bruyère, calycotome, genêt, aubépine et cistes. Les lianes sont rares et le tapis herbeux est plus développé (Boudy, 1950 ; Zeraia, 1981) (Pl.6).

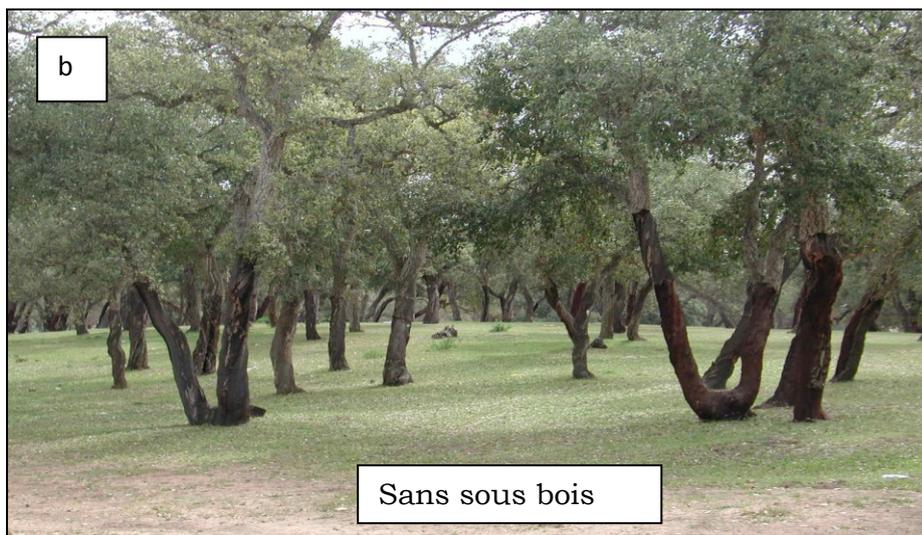
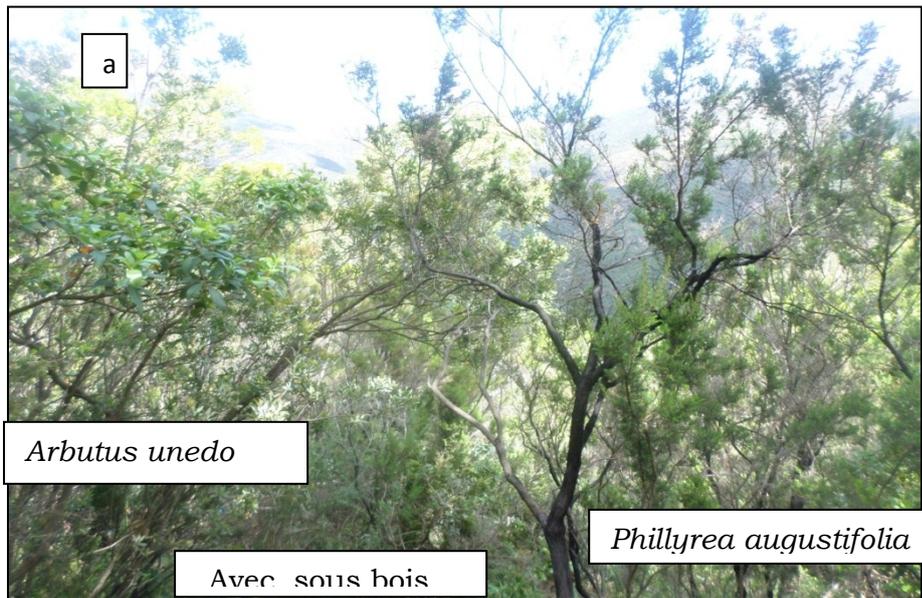


Planche 6: Suberaie dense (a) et claire(b) (Original)

I.1.5.Mode de traitement des suberaies

Le souci majeur du gestionnaire est de tirer le maximum de profit, alors qu'un peuplement exploité d'une manière hasardeuse et sans tenir compte de l'état sanitaire de ses arbres est voué tôt ou tard à la disparition. Donc pour garder un rendement soutenu tout en préservant la vitalité et la vigueur du peuplement, le gestionnaire doit effectuer un certain nombre d'opérations à savoir : Les traitements sylvicoles et les aménagements (ce dernier est très négligé en Algérie).

Le traitement sylvicole des peuplements de chêne liège est réalisé selon deux aspects plus ou moins liés entre eux : La subériculture et la sylviculture (Boudy,1950).

- **La subériculture :**

La subériculture a pour objectif la mise en valeur des récoltes du liège. En effet, tout arbre ayant atteint une circonférence de 70 cm sur écorce va être démasclée. Le premier liège récolté est dit liège mâle, il se caractérise par un accroissement annuel qui atteint dans les premières années 3 à 4 mm par an. A l'âge de 80 ans, il ne dépasse pas 0.3 à 0.5 mm par an.

Après une période fixée par le gestionnaire et qui varie selon les conditions des stations (9 à 10 ans pour les forêts de plaine et 10 à 12 ans pour les forêts de montagne), le peuplement de chêne liège subit une deuxième opération dite récolte de liège. Le liège issu de cette opération est appelé liège de reproduction (Sesbou et Hachmi, 1989) .

- **La sylviculture :**

La sylviculture a pour objectif d'assurer la régénération du chêne liège tout en favorisant une production maximale en liège de reproduction, en bois,...etc. La régénération du chêne liège est assurée soit par :

- ✚ Régénération naturelle par semis et par rejets de souches :
L'abondance de glands, absence de pâturage et d'incendies et surtout le ramassage des glands par les riverains constituent les

principaux facteurs intervenant dans le taux de réussite de ce mode de régénération.

- ✚ Régénération artificielle par semis ou par plantation : Dite aussi régénération assistée ou reforestation, elle exige l'utilisation des techniques adéquates et une intervention maintenue de l'homme. D'après des études effectuées par Benabid (2000), il a démontré que cette technique ne peut réussir qu'après l'utilisation des espèces organisatrices des différents groupements de la série de végétation.

I.1.6- La formation du liège

La formation annuelle du liège est issue de deux assises l'une cambiale vers l'intérieure du tronc et l'autre corticale vers l'extérieure du tronc. C'est un tissu composé de cellules mortes lignifiées et suberifiées (Fortes et al., 2004).

Durant chaque année et après chaque récolte, une nouvelle couche de liège (cerne annuel) se forme en repoussant les plus anciennes vers l'extérieur. L'âge du liège est apprécié donc par le comptage de ces cernes ou les anneaux de croissance annuelles (Dehane,2006).

L'accroissement annuel du liège s'évalue par une simple mesure entre deux cernes correspondants aux lièges d'automne et de printemps. En Algérie, après le démasclage, l'accroissement du liège de reproduction peut atteindre 3,8 mm /an lors de la 2^e année et diminue progressivement pour atteindre 1,5mm la 10^e année (Saccardy, 1937). Au Portugal, l'accroissement est maximal l'année qui suit la récolte puis diminue rapidement (Natividade, 1956). Les principales étapes de formation du liège sont illustrées par la figure 2.

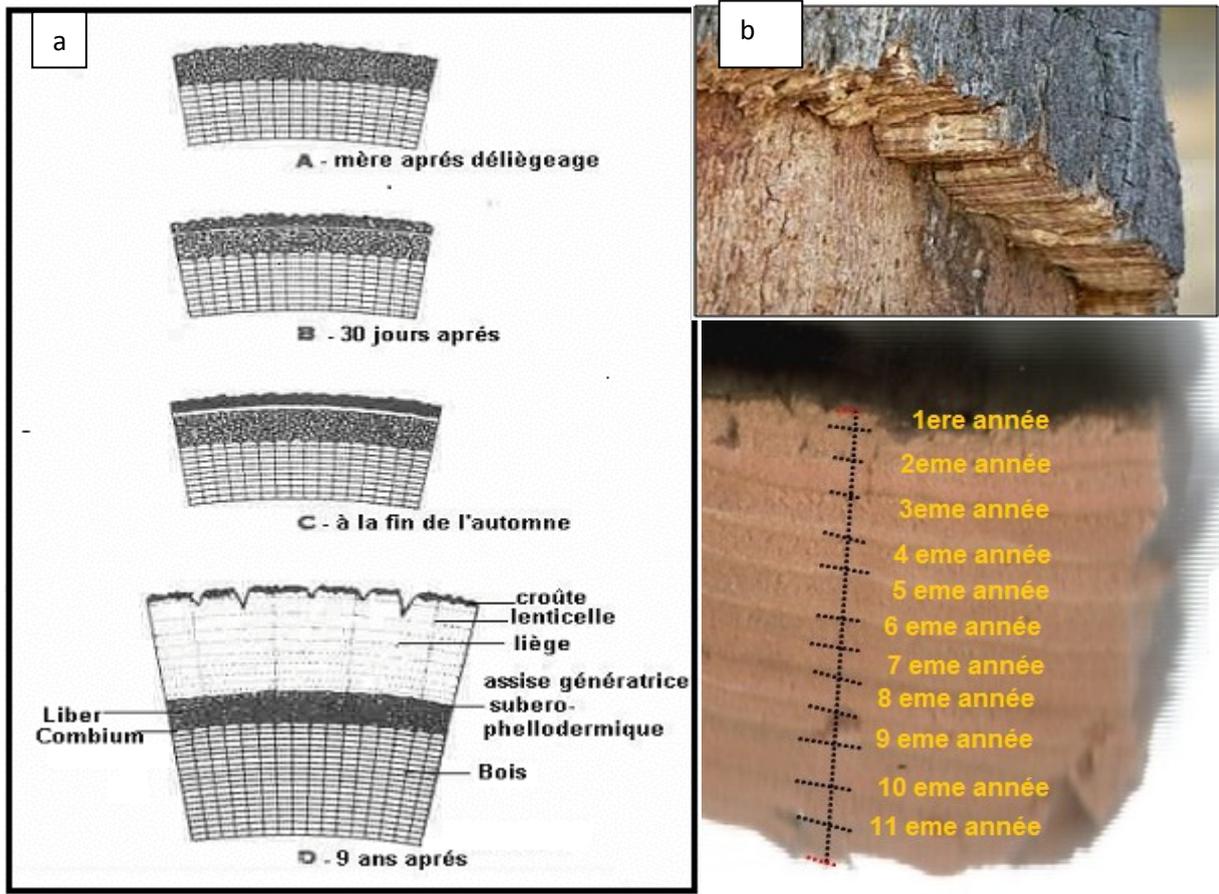


Figure 2 : (a) Représentation schématique de la formation du liège (Natividade, 1956) et (b) comptage des accroissements (Original)

I.1.7-Structure anatomique du liège

Deux types de cellules sont formés annuellement sur la couche de liège.

- Les cellules du printemps sont grandes à parois minces. La hauteur moyenne des cellules est beaucoup de variable : 30-40 μm . Les bases ont des bords avec des dimensions variant entre 5 à 20 μm .
- Les cellules d'été-automne sont plus courtes à parois épaisse : 15-20 μm .
- Le nombre de cellules par unité du volume est de l'ordre de $4-7 \times 10^7$ par 1 cm^3 pour le liège de printemps et de $10-20 \times 10^7$ pour le liège été / automne. L'épaisseur totale des parois cellulaires chevauche entre 1,5 et 3 μm . La première valeur caractérise les cellules de printemps et la seconde les cellules de l'été / automne (Cumbre et al., 2000 ; Rosa et al., 1990)(Pl.7) .

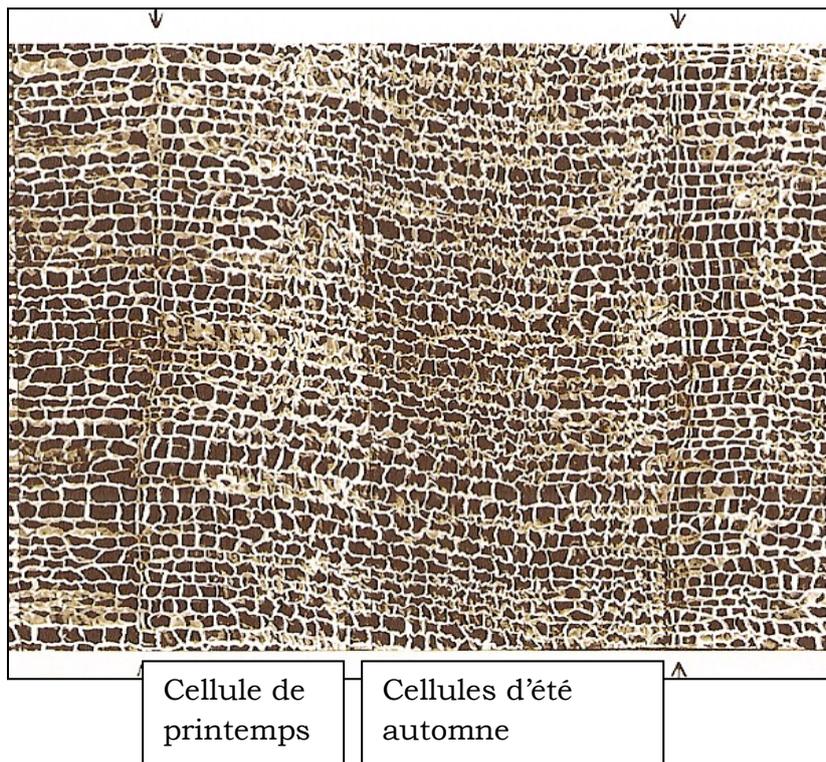


Planche 7: Limite de croissance d'un accroissement annuel (Fortes et al.,2004) (Groxx40).

Les cellules de liège sont représentés sous forme de prismes rectangulaires surtout pentagonales et hexagonales arrangées en colonne, et dont les axes sont orientés dans le sens radiales de l'arbre (Pereira et al, 1987). Ces cellules sont constituées en majeure partie par une matière gréseuse, le reste est sous forme de matière solide. Les espaces intracellulaires sont totalement remplis d'un mélange gazeux similaire à celui de l'air (Da Silva,2010).

Le liège est soumis à d'énorme pression lors de sa formation. Quand la croissance annuelle est très rapide , il se déchire en formant des canaux ou des pores traversant radialement la masse du liège dans toute son épaisseur. Le diamètre varie entre 0,1 ou 3mm voire 8mm. Le nombre par unité de surface varie d'un arbre à un autre (30 lenticelles /100 cm²) et diminue de la base au tronc (Fortes et al.,2004).

La construction de ces lenticelles les rende perméables aux gaz, vapeurs et liquides. Elle permet aussi de régulariser les échanges gazeux entre

l'arbre et le milieu extérieur. La taille de ces pores influent directement sur la qualité du liège : par exemple si elles sont grosses et très nombreuses, le liège se classe dans le rebut (Boudy, 1950, Natividade,1956)(Pl.8).

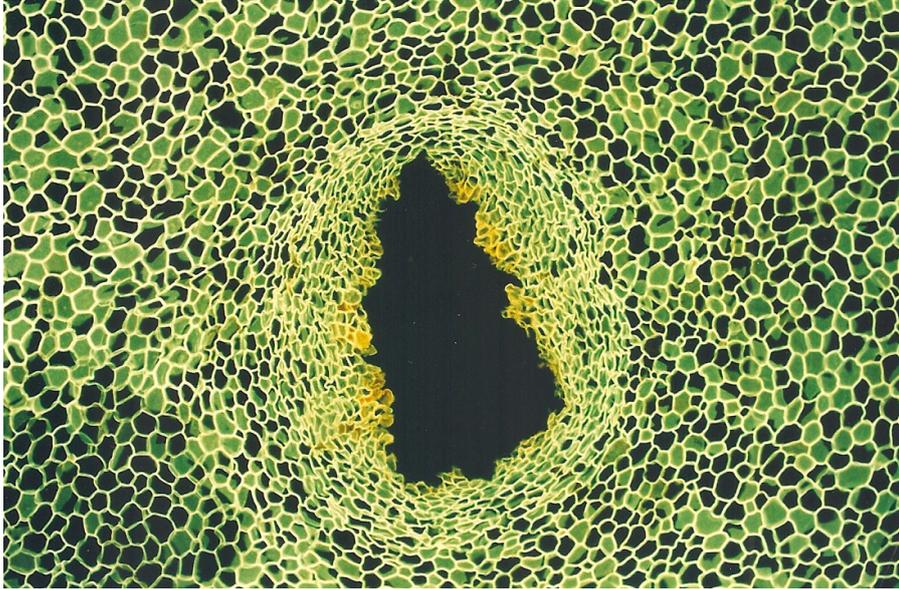


Planche 8: Aspect microscopique d'un pore de liège (Da Silva,2010)

I.1.8-Notion de qualité de liège

La qualité du liège est une question qui se pose depuis des décennies malgré le progrès technologique réalisé. Elle était et elle demeure le souci majeur tant pour les producteurs sylviculteurs que pour les industriels préparateurs et transformateurs. C'est un sujet très compliqué et diversifié à cause de la nature hétérogène du produit lui-même. Deux attributs déterminent cette qualité :

- 1- **Le calibre** d'une planche de liège est défini comme étant sa dimension dans le sens radiale, c'est la somme des couches générées par le cambium-phellogène au cours d'une rotation (IPROCOR, 1994). Les limites des couches annuelles sont marquées par une zone de couleur foncée, formée par le liège d'été (Pereira et al., 1992).

La problématique se pose ainsi :

Le gestionnaire se trouve confronté au moment de la récolte du liège devant des planches de différents calibres résultant de la variabilité intra-arbre et inter-arbre, cette variabilité est due principalement aux facteurs suivants :

- Facteurs sylvicoles : Le traitement sylvicole ; age de l'arbre et le mode de récolte préconisé
- Facteurs du milieu : Ce sont les principales caractéristiques de la station tel que : Les précipitations, la température, l'exposition, type de sol et l'altitude
- Facteurs génétiques.

De ce fait, les planches de liège de reproduction sont commercialement classées par calibre, le tableau ci dessous donne les différentes classes de calibre.

Tableau 1: Classification traditionnelle du calibre (Furao, 1993)

Calibre		Appellations
(en lignes*)	(en mm)	
08/10	17-22	Flotte
10/12	22-27	Mince
12/14	27-32	Juste
14/18	32-40	Régulier
18/20	40-45	Limonade
20/24	45-54	Épais
>24	>54	Sur-épais

* : 1 ligne = 2,25 mm

2-L'aspect : Contrairement à la notion de calibre qui reste facile à saisir et à mesurer, la notion d'aspect, quant à elle n'est pas quantifiable et

demeure entachée d'une grande subjectivité. Il s'agit d'un ensemble d'éléments visuels qui caractérisent une planche de liège. En effet l'aspect est connu comme étant l'équivalent de la qualité perceptible par un simple parcours visuel et un toucher (Pereira,2007).

La détermination du paramètre aspect est d'une importance capitale pour l'industrie de liège. En effet, les professionnels du liège définissent sept degrés : 1°, 2°, ...6° et Rebut. Une planche de liège est dite 1° si elle est saine de défauts, par contre, quand une planche est fortement touchée par les défauts, elle est dite Rebut.

Les principaux défauts qui peuvent affecter une planche de liège selon les récits de plusieurs auteurs (Saccardy1937, Lieses et al.,1983, Gonzalez Adrados et Pereira,1996, Garcia de Ceca,2001) (Tab.2) :

Tableau 2: Principaux défauts rencontrés sur le du liège

Origine	Defaults	Causes	Propriétés
Génétique	Porosité excessive	Présence des pores à grosses sections	-Porosité>4%(liège très poreux) -Porosité>6% (liège soufflé)
Physiologique	Densité excessive	Couches annuelles minces et dures	-Densité entre 0,2 à 0,3 -Excès d'élasticité
	Excès d'élasticité	Couches annuelles très épaisses	-Accroissement annuels > 12mm -Retour d'élasticité très faible
	Liège ligneux	Présence de sclérenchymes dans le liber	-Liège lourd et très dure -Moins de flottabilité
	Liège terreux	Présence de canaux brunâtres sur l'épaisseur du liège	-Apparition de crevasses après bouillage -Absence de perméabilité

	Liège clouté	Inclusion d'éléments libériens sous forme de nodules dans la masse du liège	-Mort locale du phellogène -Développement d'une assise péridermique sous-jacente englobant une partie du tissu du liber.
	Liège doublé	-Arrêt du fonctionnement du phellogène -Attaques de la spongieuse	-Présence d'une fine lame de liber mal soudée aux tissus entre les anciennes et nouvelles couches du liège.
Phyto-pathogène	Liège marbré	-Effet du sel de fer sur le tanin -Attaque du champignon (<i>Mellophia ophiospora</i>)	-Présence de lignes ondulées noirâtres à bleuâtres sur le liège. -Altération des membranes de cellules.
	Liège vert	Pénétration d'eau dans les cellules lors du séchage du liège	Rétraction des zones atteintes
	Liège fourmi	Présence des trous de fourmis	Présence des crevasses qui diminuent la qualité du liège.
	Tache jaune	Présence de champignon au dépôt des stockage	Le tissu subéreux est devient décoloré, avec une forte odeur de moisissure.

I.1.9-Intérêt socio-économique des suberaies

Les subéraies jouent un rôle socio-économique très important, elles sont considérées comme les formations les plus productives des forêts méditerranéennes (Bouslihim, 1996).

le liège est un des rares produits forestiers qui présente un bilan commercial positif dans l'Union européenne (Varela,2008).

Elle constitue une source vitale de revenu pour plus de 100 000 populations habitant les suberaies (Santos Pereira,2008).

Le liège produit phare durant la première guerre mondiale reste toujours d'actualité est utilisé dans divers domaines (bouchonnerie, artisanat, bâtiment, mécanique, spatiale, militaire, médecine et cosmétique).

La part de l'Algérie dans ce marché a connu une réduction alarmante point de vue superficie et production. Sur seulement une superficie de 220 000 ha productive, la production ne suit que de peu cette étendue soit une production annuelle de 8000 tonne durant la période 2008- 2015 (Fig.3).

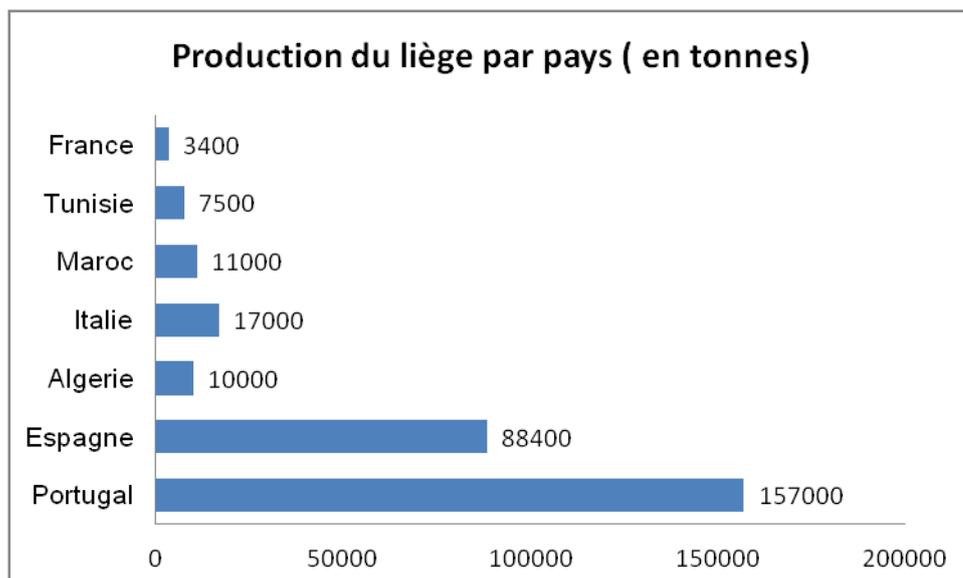


Figure 3 : Production mondiale du liège (FAO,2013)

I.2-Menaces sur la suberaie

Plusieurs facteurs sont mis en cause pour expliquer le phénomène de dégradation des suberaies à l'échelle méditerranéenne. Des facteurs de prédisposition, de déclenchement et aggravants sont considérés dont l'importance relative varie d'une région à l'autre. Ces facteurs sont très souvent évoqués en bibliographie dont citons en particulier (AIFM ,2006) :

- Les changements climatiques.
- Les mauvaises pratiques de gestion :
- Une gestion sylvicole inappropriée.
- Un écorçage mal conduit (mauvaise technique, période mal choisie, fréquence d'extraction excessive).
- Un pâturage excessif.
- Un travail du sol inapproprié.
- Un abandon des peuplements.
- Les attaques d'insectes.
- Les attaques de champignons (au niveau du sol ou des parties aériennes).
- Les incendies de forêt

Pour certains auteurs, en région méditerranéenne se sont les changements climatiques dont les effets semblent être visibles puisque les précipitations sont inversement proportionnelles aux températures et males reparties durant l'année. Cet état s'est aggravé par plusieurs années de sécheresse consécutives qui ont affaibli les arbres, les rendant plus sensibles aux maladies et aux pathogènes. Depuis les années 1990, les peuplements de chêne-liège présentent un taux de mortalité anormal et préoccupant (Sousa et al, 2007 ; Tuset et Sánchez, 2005 ; AIFM, 2006).

Les 23 modèles climatiques mis en œuvre par le GIEC en 2007(Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) concordent sur les prévisions suivantes : augmentation forte de la température annuelle

moyenne ; réchauffement maximal en été et plus fort pour les températures maximales ; diminution du nombre de jours de pluie ; risque de sécheresse plus important; diminution de la période enneigée et des débits des fleuves méditerranéens (JACQ, 2008).

Ce changement climatique va affecter directement les écosystèmes entraînant une diminution de la productivité, une augmentation de la fréquence des incendies et une augmentation du dépérissement. Ceci entraînerait une réduction des productions du bois, du liège, du fourrage et la dégradation de l'écosystème et les services qu'il fournit (GIZ,2013).

Ces changements vont générer aussi des perturbations phénologiques des arbres, une avancée des dates de débourrement de l'ordre plusieurs jours et une extension de l'aire de certains insectes (Seguin, 2008).

Ces scénarios climatiques prévoient aussi que la subéraie sous l'effet du changement climatique, le chêne liège risque de migrer progressivement en altitude pour occuper des stations plus fraîches qui d'habitude sont colonisées par le chêne *zeen* (*Quercus Faginea*). Dans ces mêmes conditions, les unités à chêne liège occupant les étages les plus thermophiles évolueront vers des formations basses de maquis. La subéraie sera soumise à une recrudescence des feux des forêts et une apparition plus précoce des parasites et autres ravageurs (GIZ,2013).

Chapitre II : Etude du milieu

II.1-Le milieu physique

La Wilaya de Tlemcen est située sur le littoral Nord-Ouest du pays, s'étendant sur 73 km. Elle est limitée par:

- La mer méditerranéenne au Nord ;
- La Wilaya de Ain Timouchent au Nord-Est ;
- La Wilaya de Sidi Bel Abbès à l'Est
- Le Maroc à l'Ouest ;
- la Wilaya de Nâama au Sud

Le Chef lieu de la Wilaya est située à 514,7 km de la capitale, Alger.

La Wilaya s'étale sur une superficie de 9017,69 km². Remchi est la deuxième daïra point de vue superficie (573,96 km²) et comptant 5 communes dont celle de Beni-Ouarsous (ASPEWIT,2008)

La commune de Béni Ouarsous se localise au Nord-Ouest de la façade Méditerranéenne de l'Algérie. Elle est située à 43km au Nord de la ville de Tlemcen, et à 10 km de littoral.

Administrativement, elle est reliée au chef -lieu de la daïra de Remchi à travers la route nationale N°35 sur une distance de 19,3km.

Elle est bordée par Honaine au Nord, Béni Khalled à l'Est, Ain Elkbira, Nedroma et Fellaoucen à l'Ouest et par Remchi et Zenâta au Sud (Fig.4).

Elle s'étend sur une superficie de l'ordre de 171 km², ce qui en fait l'une des plus vastes de la wilaya avec une densité moyenne de 70h/bts /Km².

Le village de Bordj Arima (qui fait partie des monts de Traras) compte plus 13000 habitants et constitue le seul centre urbain important de la commune.

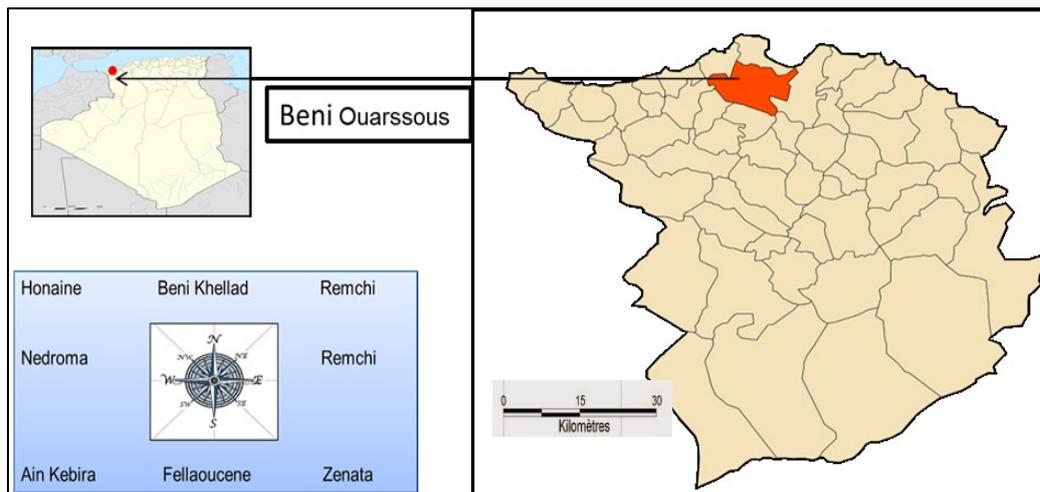


Figure 4 : Situation géographique de la commune de Beni-Ouarsous (Original)

Historiquement, la région de Beni-Ouarsous est habitée par des populations berbères depuis le néolithique ce dont témoigne la découverte d'os d'antilopes, des poteries, et des haches. Les Phéniciens ont occupé le site vers 200 av J-C (Benkou et al.,2013), puis les Romains qui ont construit des campements au sommet des montagnes pour surveiller les navires qui se dirigeaient vers Honaine et Ghazaouet (Canal,1887).

II.1.1-Situation géographique de la zone d'étude

La zone d'étude « Canton Menarah» relève de la forêt domaniale de Beni-Ouarsous située dans le territoire de la commune de Beni-Ouarsous ou Douar Berkoua anciennement(Fig.5).

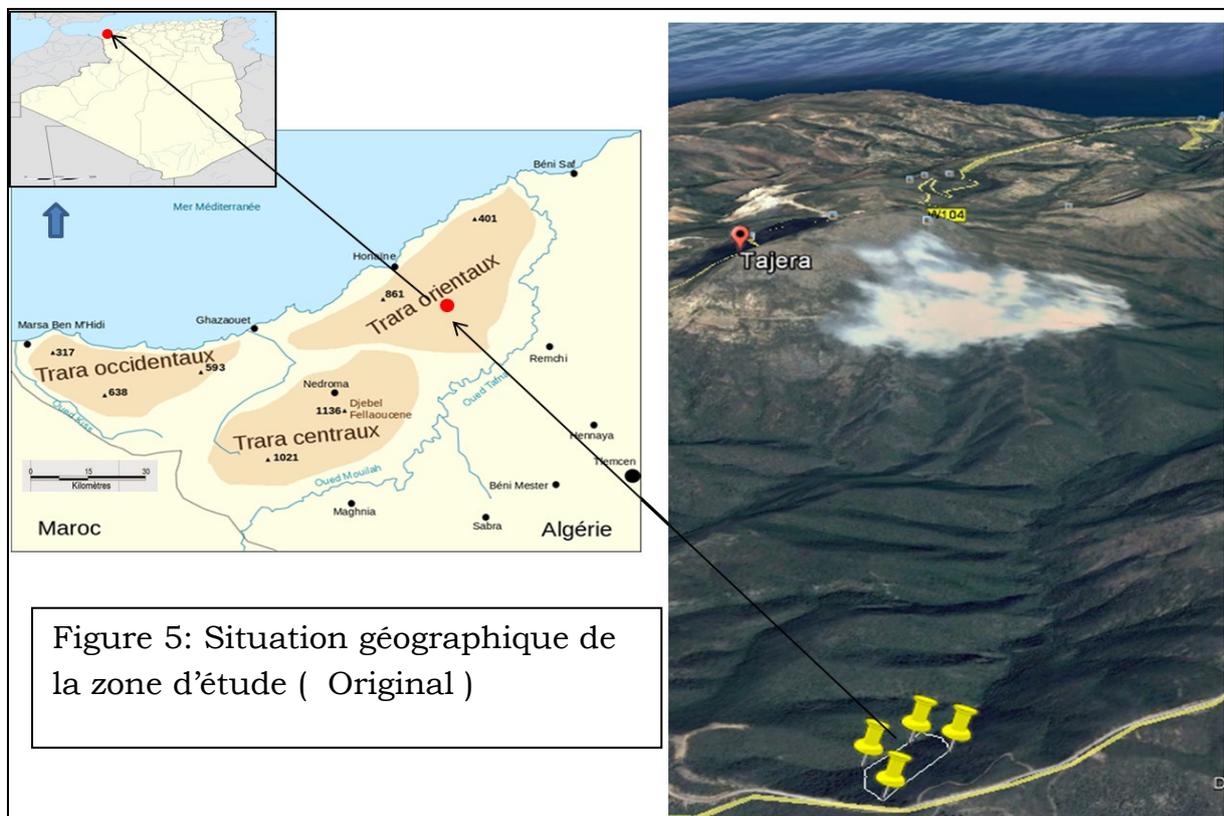
Selon la carte d'état-major Nemours, feuille N°238, échelle 1/50 00, la forêt domaniale de Beni-Ouarsous est circonscrite entre les coordonnées Lambert suivants (CFWT,1992) :

X1= 103,9 km

Y1= 211,6km

X2= 105,2 km

Y2= 213,7km



II.1.2-Relief et hydrographie

Les réseaux hydrographiques est le résultat d'un surcreusement du matériel tendre sous l'effet de régime hydrique, de la forme et de la pente du versant. La forêt de Beni Ouarsous est située à une altitude moyenne variant de 200 m à 900 m. Le principal cours d'eau traversant la commune est l'oued Boukio (20 km) et irrigue un bassin de 90 km² ainsi que l'oued Alkhiar (appelé aussi oued Dahmane) (Fig.6).

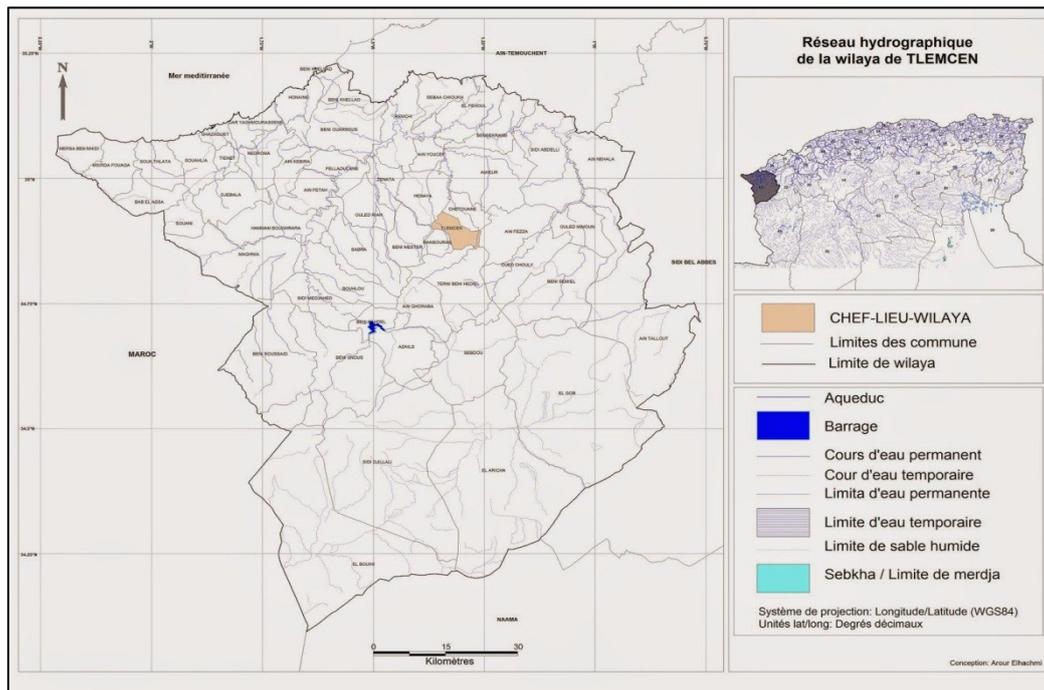


Figure 6 : Réseau hydrographique de la wilaya de Tlemcen (Service hydraulique de la wilaya de Tlemcen)

II.1.3-Géologie

Sur le plan géologique, les monts des Traras se prolongent à l'Ouest par le massif des Béni Snassen (Maroc oriental) ; entre les deux massifs s'intercale l'oued Kiss qui présente la limite géographique des Traras et la frontière naturelle algéro-marocaine. À l'Est et au Sud-Est ils sont ceinturés par l'oued Tafna, et au Sud-Ouest par l'oued Mouillah qui fraient leurs lits sur un important fossé tectonique remplis par les marnes du Miocène (Remaoun, 1996). La mer Méditerranée présente leur limite septentrionale.

La géologie des monts de Traras se résume comme suit (Guardia, 1975 ; Remaoun, 1996)(Fig.7) :

- Substrat résistant a l'érosion :

- Roches volcaniques 15%
- Calcaires et dolomies 10%

- Substrats moyennement résistants :

- Croûtes calcaires 5%
- Schistes 10%

- Substrats peu résistants :

- Marnes 30%
- Argiles 5%
- Alluvions et sables 5%
- Calcaires friables et grès friables 20%

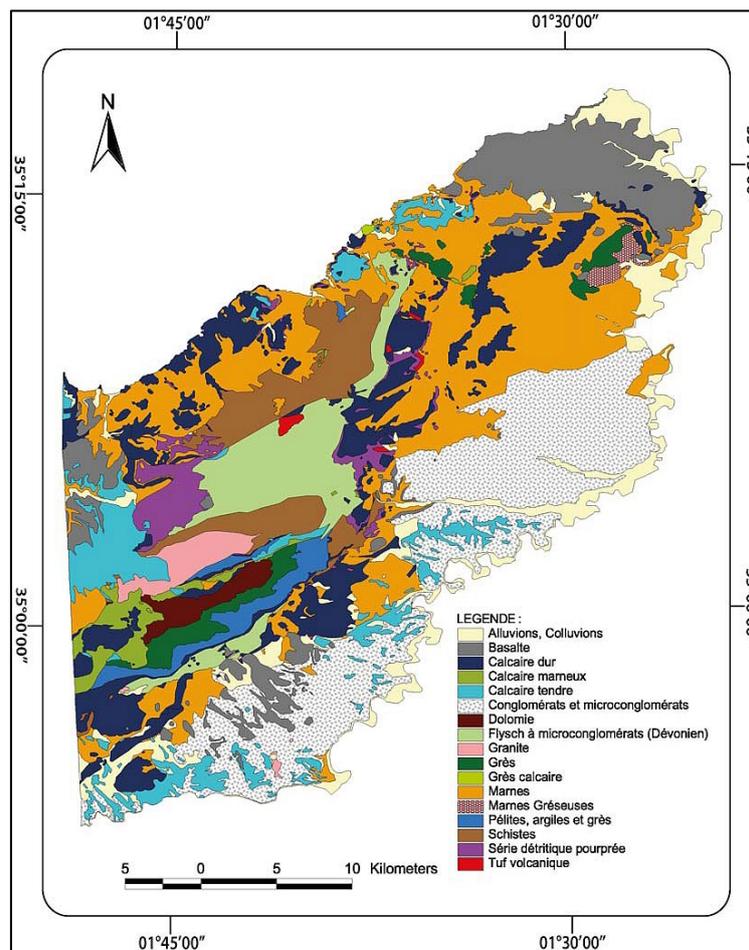


Figure 7 : Carte lithologique de la partie orientale des monts de Traras (Guardia,1975, modifié par Kazi-Tani et Gaouar,2015)

II.1.4-Pedologie

Duchauffour (1977), signale que la majorité des sols des régions méditerranéennes tout au moins d'un climat de type méditerranéen sont caractérisés par des sols dits « fersialitiques ».

L'interdépendance du climat, de la géologie et des sols diversifiés, nous détermine une certaine caractéristique des sols littoraux, à savoir :

- Sols décalcifiés : ce sont des sols purs, constitués par des terres plus ou moins fertiles à cultures céréalières
- Sols insaturés : ce sont des sols développés avec les schistes et quartzites primaires.

Sols calcaires humifères : ces sols sont riches en matière organique. Ceci s'explique par le fait qu'ils soient développés aux dépens d'anciens sols marécageux. Ils se trouvent en grande partie dans l'Ouest de Nedroma et sur la bande littorale de Ghazaouet (Durand, 1954).

- Sols en équilibre : ce sont des sols caractérisés par une faible épaisseur avec une dureté de la roche mère empêchant une autre culture que celle des céréales.
- Sols calciques : ce sont des sols formés aux dépens des montagnes voisines et donnant des sols peu profonds, situés au Sud et à l'Est des Monts des Traras.
- Le sol des piémonts : ce sont les versants de montagnes couvrant une superficie de 26646 ha qui comprend plusieurs massifs montagneux. C'est une classe qui est concentrée au sud de Nedroma où se dresse le massif de Fillaoussène, et vers le sud de Honaïne où l'on rencontre le massif de Beni Khallad et Beni Ouarsous. Le couvert végétal y est assez dense favorisant un certain dynamisme pédologique (Kazi Tani et Gaouar, 2015).

II.1.5-La végétation et le couvert végétal

L'importance floristique de la région des Traras est indiscutable (Vela & Benhouhou, 2007 ; Medjahdi, 2010). Selon la synthèse établie par Alakraz (1982), la région de Beni-Ouarsous et la partie orientale des monts de Traras sont bien entourés par deux groupements :

- Groupements à thuya sur sol calcaire en sous-étage semi-aride supérieur chaud ;
- Groupements à thuya sur terra rossa en sous-étage semi-aride supérieur chaud.

Les forêts occupent une surface importante de la superficie de la commune, soit environ 25 % de la surface globale de la commune. Les principales essences sont le chêne vert, le chêne-liège, le thuya, le pin d'Alep. D'autres espèces sont citées comme l'arbousier, figue de barbarie, amandiers, oliviers, le palmier nain, l'alfa...

Certaines espèces ont été introduites lors du reboisement des forêts de la région comme l'eucalyptus et les acacias (Mekalleche,2015).

Les paysages de culture se trouvent essentiellement dans les petites plaines, plateaux et cuvettes d'intérieur et les terrasses des oueds : Oued Tafna, Oued Boukiou, Oued Dahmane ...). Les parcelles de culture sont généralement de petites tailles, et sont, soit éparpillées au sein d'autres paysages le plus souvent avec une végétation clairsemée, soit regroupées sur les terrasses fluviales dont la taille dépend de l'importance des oueds (Kazi Tani et Gaouar, 2015) (Fig.8).

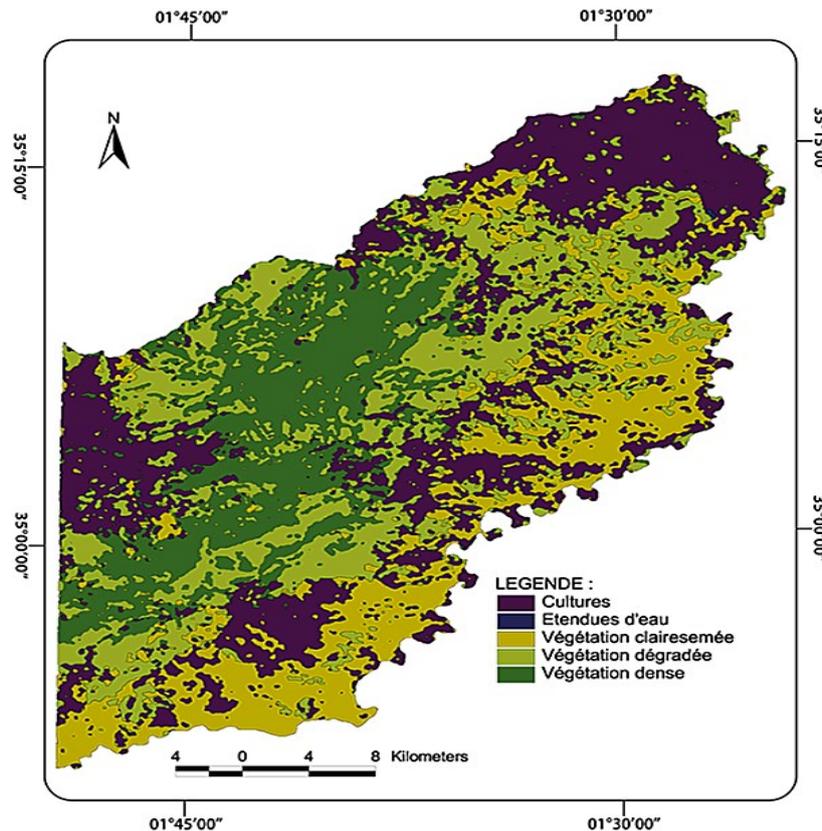


Figure 8: Carte de la couverture végétale de partie orientale des monts de Traras (Kazi Tani et Gaouar, 2015)

II.2-Le climat

Le climat de l'Oranie a fait l'objet d'études par de nombreux auteurs à l'égard de Seltzer (1946), Emberger (1942, 1955), Bagnouls et Gaussen (1953), Steward (1969), Dahmani (1984), Le Houérou et *al.*, (1977) et autres.

Il s'avère partout méditerranéen. Il est caractérisé par des précipitations de courte durée avec un premier pic en automne ou en début d'hiver et un deuxième au printemps, se caractérisant surtout par une sécheresse estivale. L'orographie générale du pays paraît conditionner le climat ; la position latitudinale relativement basse interviendrait aussi mais à un degré moindre. La proximité de la péninsule ibérique et de l'Atlas marocain fait que la région oranaise est moins favorisée en pluies car ces zones constituent autant d'obstacles qui retiennent une part des précipitations venues du Nord-ouest (Dahmani, 1997).

Nos données climatiques (précipitations et température) proviennent des deux stations météorologiques proche de la zone d'étude : Zenata et Ghazaouet et couvrant la période 1913-1938 et 1981-2010 (Tab.3).

Pour caractériser exactement le climat de notre zone, nous avons effectué une correction de la pluviométrie et de la Température en considérant la station de Zénata comme un point haut et la station de Ghazaouet comme un point bas.

Tableau 3 : Caractéristiques de la station de référence et période d'observation

Station	Longitude	Latitude	Altitude (m)	Distance à la forêt	Paramètres climatiques	Période d'observation
Zenata	35° 01'	01° 27'	249	40 km	Pluviométrie Température	1913-1938 1981-2010
Ghazaouet	35° 05,48	35° 05,48	81	53	Pluviométrie Température	1913-1938 1981-2010

II.2.1-Synthèse climatique

La synthèse climatique se résume aux points suivants :

- Interpréter les facteurs climatiques en se basant sur les données des stations météorologiques,
- Déterminer l'amplitude thermique,
- Déterminer l'indice de sécheresse estivale
- Etage de végétation ou zonation altitudinale
- Déterminer la période sèche par le biais de diagramme ombrothèrmique de Bagnouls et Gaussen (1953).
- Déterminer l'étage bioclimatique de la zone d'étude à partir du climagramme pluviothermique d'Emberger (1952),

II.2.1.1- Les facteurs climatiques

La pluie et la température sont la charnière du climat (Bary et al, 1979). Pour mieux appréhender le bioclimat de la zone d'étude deux paramètres essentiels sont pris en considération, à savoir les précipitations et la température.

II.2.1.1.1-Précipitations

Djbaïli (1978) définit la pluviosité comme étant un facteur primordial qui permet de déterminer le type de climat. En effet, celle-ci conditionne le maintien et la répartition du tapis végétal d'une part, et la dégradation du milieu naturel par le phénomène de l'érosion d'autre part : notamment, au début du printemps.

1-Répartition mensuelle des précipitations

La répartition mensuelle de la pluviométrie enregistrée dans les deux périodes de référence (1913-1938 ; 1981-2010) est représentée dans le tableau 4.

Tableau 4 : Précipitation moyenne mensuelle (mm) pendant les deux périodes de référence

Forêt de Beni Ouarssous	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
1913-1938	74,87	64,03	57,27	50,51	41,81	13,94	1,22	2,92	25,50	51,32	77,23	77,96
1981-2010	62,94	45,93	37,14	42,06	26,88	7,18	5,32	4,14	23,63	48,78	73,90	52,69

Source ONM(2010)

L'analyse du tableau 4 met en évidence l'irrégularité de la répartition des précipitations au niveau de la forêt. On constate que pour l'ancienne période, le minimum pluviométrique apparaît en Juillet et Aout avec 1,22 et 2,92 mm alors que le maximum en Novembre avec 77,23 mm. Pour la nouvelle période, le minimum c'est en mois d'Aout avec 4,14 mm tandis que le maximum s'enregistre au mois de Novembre avec 73,90 mm (Fig.9).

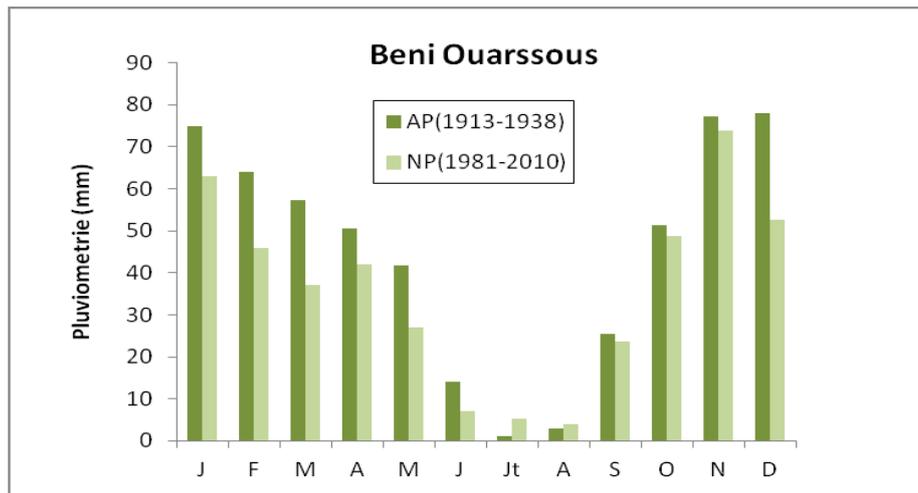


Figure 9 : Variations pluviométriques dans la forêt de Beni-Ouarsous

II.2.1.1.2-Régime saisonnier des précipitations

Pour faciliter le traitement des données climatiques, un découpage en saisons de la pluviosité annuelle est indispensable. Musset (1935) a défini le premier la notion du régime saisonnier. Il a calculé la somme de précipitation par saison et a effectué le classement des saisons par ordre de pluviosité décroissante.

La distribution saisonnière des pluies dans la forêt diffère d'une période de référence à l'autre (Fig.10).

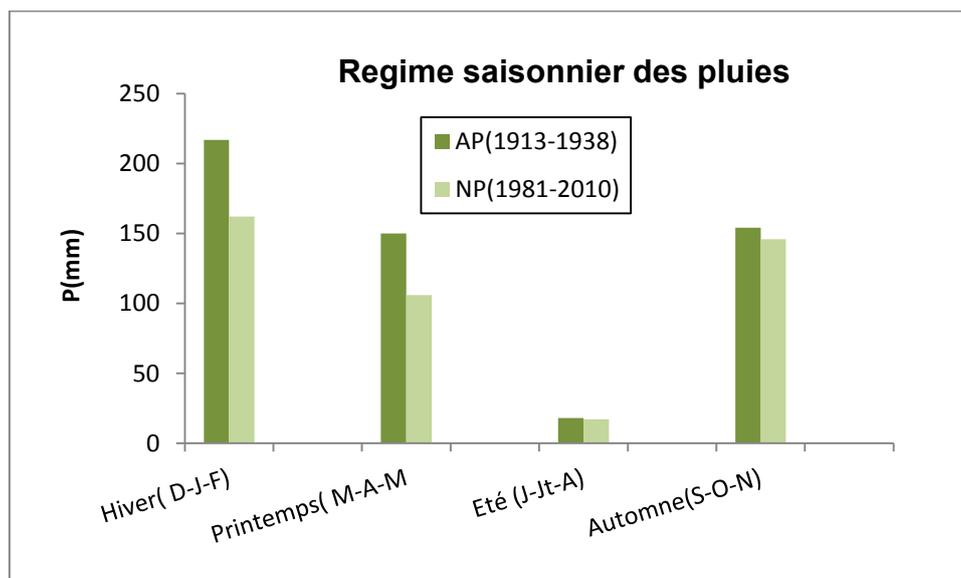


Figure 10 : Régime saisonnier des précipitations dans les deux périodes (ancienne et nouvelle)

A travers la figure 10, nous remarquons que dans notre zone, le régime saisonnier des précipitations est de type HAPÉ pour l'ancienne et la nouvelle période. Ceci explique que le maximum des pluies est concentré en Automne-Hiver-et avec un degré moindre en printemps-été. Ce régime correspondant plus au moins à la bonne croissance du chêne liège et aux bons accroissements du liège.

II.2.1.1.3-Températures

Elles constituent aussi un facteur écologique important dans le déroulement des diverses fonctions physiologiques des végétaux. Elles jouent un rôle majeur dans la détermination du climat régional à partir des valeurs des moyennes annuelles « T » et mensuelles et les valeurs moyennes des minimas du mois le plus froid « m » et des maximas du mois le plus chaud « M » (Quezel,2000).

1-Moyenne des minima du mois le plus froid « m » :

Le tableau 5 illustre la répartition des températures moyennes minimales de la forêt.

Tableau 5: Températures minimales moyennes (°C)

Période	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Moy
1981-2010	7,42	8,26	9,92	11,14	14,27	18,12	20,86	21,26	18,96	15,85	11,58	9,00	13,89

Dans une classification des climats, Emberger (1942) utilise la moyenne des minimas du mois le plus froid « m », qui expriment « le degré et la durée de la période critique des gelées ».

Pour l'ensemble de la forêt, le mois le plus rigoureux est celui de janvier avec 7,42°C et nous pouvons déduire que la période froide est toujours hivernale (Décembre, Janvier, Février).

2-Moyenne des maximas du mois le plus chaud « M »

Le tableau 6 suivant regroupe les différentes températures maximales enregistrées dans la forêt.

Tableau 6 : Températures maximales moyennes (°C)

Période	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Moy
1981-2010	14,62	15,39	16,99	18,58	20,95	24,31	27,31	29,57	24,74	22,15	17,89	15,36	20,65

Il ressort de ce tableau que les maximas sont enregistrés au mois d'Aout avec 29,57°C. La moyenne annuelle est de 20,65°C. La relation entre le « M » et les précipitations, nous amène à définir la saison estivale, qui correspond aux mois les plus sec et les plus chauds (juin, juillet et août).

3-Températures moyennes mensuelles et annuelles (T°C)

Les températures moyennes mensuelles et annuelles sont consignées dans le tableau 7.

Tableau 7: Températures moyennes mensuelles et annuelles T (°C)

Période	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Moy
1913-1938	9,9	10	10,5	13	15	21	24	26	21,5	17	13	10	15,90
1981-2010	11,02	11,83	13,46	14,86	17,61	21,22	23,97	25,42	21,85	19,00	14,73	12,18	17,26

Les moyennes mensuelles des températures durant la période (1981-2010) présentent des valeurs nettement élevées par rapport à celles de la période (1913-1938). En effet, les températures de l'époque récente varient de 11,02°C à 11,83°C pour les mois de janvier-Février. Elles augmentent jusqu'à 23,97 °C en juillet, pour atteindre plus de 25,42°C en Aout. Comparées à celles de l'ancienne époque (1913-1938), les moyennes de températures ont subi une légère augmentation notamment durant la période hivernale. Cela peut justifier un changement régressif du climat régional (Fig.11).

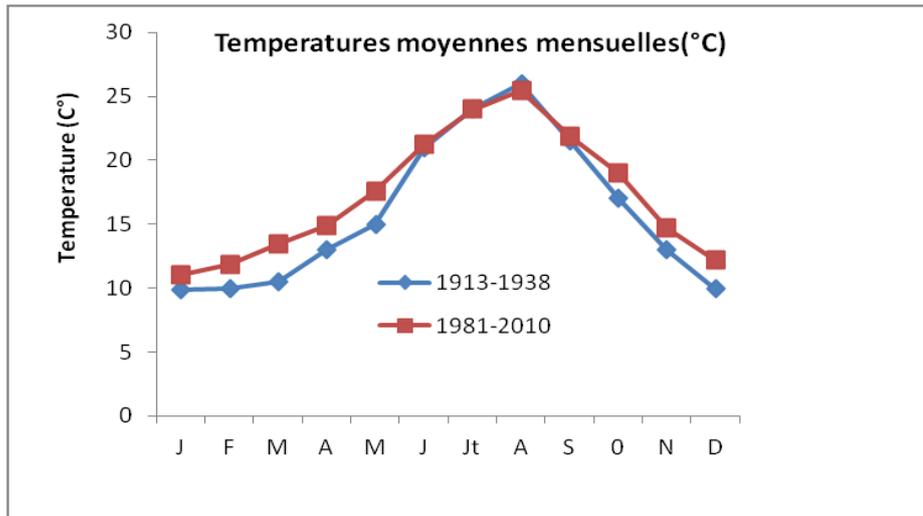


Figure 11 : Courbe des variations des températures moyennes pour les deux périodes

II.2.1.1.4-Amplitude thermique moyenne ou Indice de continentalité

L'amplitude thermique extrême moyenne (M-m) est un facteur climatique permettant de définir l'indice de continentalité d'une région donnée (Tab.8) et par conséquent définir si elle est sous influence maritime ou continentale.

C'est en fonction des limites de (M-m) que Debrach(1953) s'est basé pour proposer une classification thermique des climats :

Climat insulaire	$M-m < 15^{\circ}\text{C}$
Climat littoral	$15^{\circ}\text{C} < M-m < 25^{\circ}\text{C}$
Climat semi – continental	$25^{\circ}\text{C} < M-m < 35^{\circ}\text{C}$
Climat continental	$M-m > 35^{\circ}\text{C}$

Tableau 8 : Indice de continentalité de la zone d'étude

Forêt	Périodes	m (°C)	M (°C)	(M – m) (°C)	Type de climat
Beni-Ouarsous	1981-2010	7,42	29,57	22,15	Littoral

Selon la classification thermique de Debrach (1953), on constate que la forêt de Beni-Ouarssous jouit d'un climat méditerranéen de type littoral.

II.2.1.2- Indice de sécheresse estivale

Cet indice s'exprime par le rapport entre les valeurs moyennes des précipitations estivales P (mm) et la moyenne des maxima du mois le plus chaud M(°C), selon la formule d'Emberger (1942) : $I.e = P.E / M$

Tableau 9 : Indice de sécheresse estivale

Forêt	Période	Pluviosité estivale « mm »	M°C	I,e
Beni-Ouarssous	1981- 2010	17	29,57	0,57

Il ressort de ce tableau que l'indice de sécheresse est très inférieur à 5. Ceci indique l'appartenance de cette forêt au climat méditerranéen selon la grille de Daget (1977) mais à sécheresse bien avancée.

II.2.1.3- Etage de végétation ou zonation altitudinale

Sur la base des travaux de Quezel (1976-2000), Rivas Martinez (1981) et M'Hirit (1993) sur la répartition de la végétation méditerranéenne en fonction des gradients thermique (m°C) et altitudinal (m), nous avons pu déterminer les étages de végétation auxquels appartient le chêne-liège de notre zone d'étude (Tab.10).

Tableau 10 : Etages de végétation du chêne-liège de la zone d'étude

Forêt	Valeur du « m » (°C)	Valeur du « T » (°C)	Altitude moyenne (m)	Etage de végétation
Beni-Ouarssous	7,42	17,26	632	Thermo-méditerranéen

II.2.1.4-Diagrammes Ombrothermiques de Bagnouls et Gausсен

Reprenant les travaux de De Martonne (1927), Bagnouls et Gausсен (1953) considèrent qu'un mois est sec si la moyenne des précipitations est inférieure ou égale au double de la moyenne des températures ($P \leq 2T$) (Fig.12).

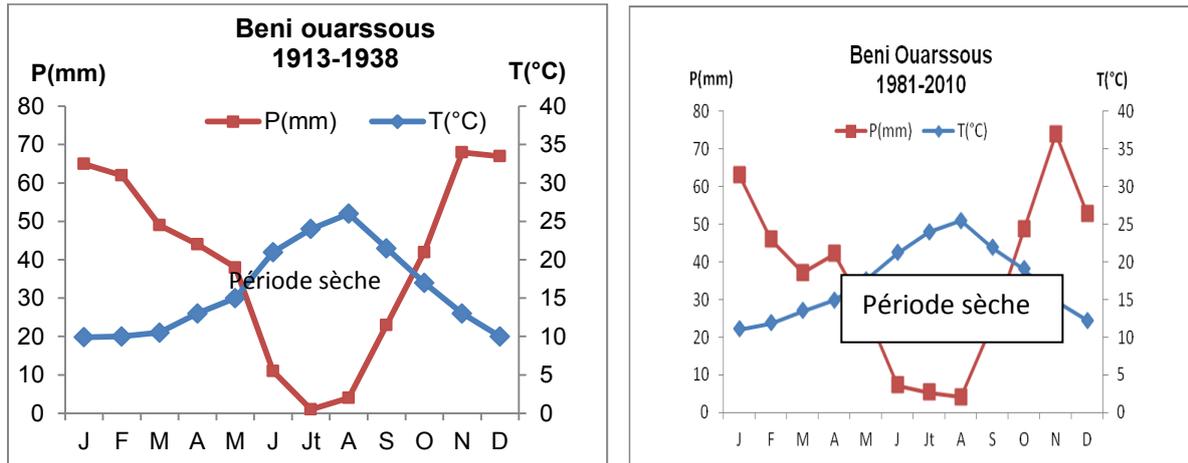


Figure 12: Diagrammes Ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN pour les deux périodes

Un simple examen visuel de la courbe ombrothérmiq ue fait ressortir la période sèche qui s'étale du mois de Mai au début du mois d'octobre pour les deux périodes.

II.2.1.5- Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger

Le climagramme d'Emberger est réalisé par le calcul du quotient pluviométrique (Q_2) et son positionnement par rapport à la valeur de "m". En effet, le « Q_2 » est déterminé par la formule suivante, établie par Emberger (1955) :

$$Q_2 = 2000 P / M^2 - m^2$$

P : moyenne des précipitations annuelles (mm)

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud ($^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273.2$)

m : moyenne des minima du mois le plus froid ($^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273.2$).

Le calcul de ce quotient (Tab.11) nous a permis de positionner notre forêt dans les étages correspondants (Fig.13).

Tableau 11 : Valeurs du « Q2 » et étages bioclimatiques de la forêt

Forêt	Période	P mm	M (°C)	m (°C)	Q2	Etage bioclimatique	Variante thermique
Beni Ouarssous	1981 2010	430,59	29,57	7,42	66,64	Semi-aride superieur	Chaud

La figure ci-dessous positionne le climat de la forêt de Beni-Ouarssous

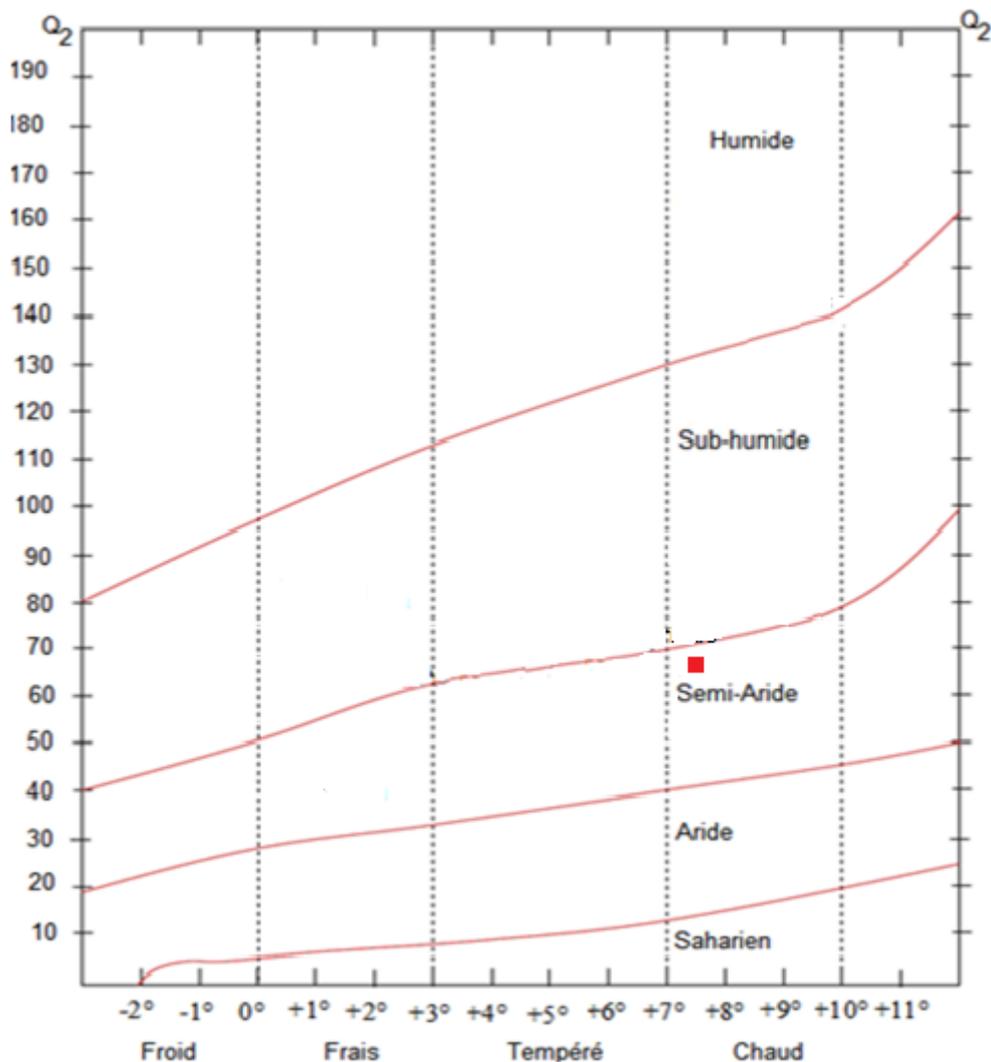


Figure 13: Quotient pluviothermique et climagramme d'emberger de la forêt de Beni-Ouarssous

Il ressort de la figure 13 que notre zone d'étude est restée dans le même étage bioclimatique semi-aride supérieur à hivers Chaud.

Les données de la paléoclimatologie quantitative montrent globalement que le climat n'a pas changé depuis l'Atlantide, cependant des variations se sont néanmoins produites pour certains paramètres climatiques (amplification de la sécheresse, aridification saisonnière...)(Guiot et al.,1993).

II.3-Description Forestière

Les données techniques et d'inventaire relatives à la forêt domaniale de Beni-Ouarsous sont très minimes voire absentes à cause de la rareté des programmes forestiers destinés à cette entité depuis l'indépendance.

II.3.1-Le chêne liège et autres

D'une contenance totale de 1765ha, la forêt domaniale de Beni Ouarsosou a été définitivement classée dans le domaine de l'Etat et soumise au régime forestier par l'arrêté gouvernemental du 10 Octobre 1896, homologuant les opérations de délimitation et répartition faites en exécution du Senatus Consulte dans la tribu des Beni-Ourasous (C.O.I.T,1937).

Au total, huit cantons composaient cette forêt. Leurs dénominations et leurs superficies respectives s'identifient ainsi :

Tableau 12: Division de la forêt en cantons (CFWT,1992).

Douars	Noms des Cantons	Contenance des Cantons
Berkioua	- Chabet trou	126ha
	- Kandzir	111ha
	- Apt Rekoun	551ha
	- Ain Bergouth	231ha
Ouled Deddouche	- Meklouta	98ha
	- Raf	447ha
	- Menarah	199ha

Située à 7 km de la mer, la forêt de Beni Ouarssous, offre au visiteur un aspect dégradé à cause des incendies répétés dans un laps de temps. Dans cette forêt, les peuplements de chêne-liège représentent environ 199 ha et couvrent tout le canton Menarah, d'après les inventaires de 1936-37, ces peuplements sont répartis entre 82 ha de subéraie pure, 26 ha mélangés avec le chêne vert et le genévrier oxycèdre et 91 ha sous forme de maquis. La futaie claire et régulière a une densité qui oscille entre 20 (pieds mis en valeur) et 160 (pieds mâles) arbres par hectare (Bouhraoua, 2003).

La forêt s'étend sur un terrain montagneux très accidenté dont la pente varie entre 15 et 40%. Le sol s'est constitué sur un substrat schisteux ou silico-minéral calcaire. Il est profond dans les ravins et superficiel sur les croupes, assez sec mais meuble. Le sous bois, composé de chêne kermès (*Quercus coccifera*), filaire (*Phyllirea angustifolia*), genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*), arbousier (*Arbutus unedo*), genêt épineux (*Genista scorpius*) et diss (*Ampelodesma mauritanica*), recouvrent presque la totalité du sol (Anonyme, 1992).

II.3.2-Production subericole

Au niveau du fascicule de gestion élaboré par le service forestier durant la période coloniale, on y enregistre déjà des récoltes de liège réalisées. Deux opérations seulement ont été effectuées, l'une en 1916, qui a concerné la majorité des sujets, et l'autre en 1929 avec une production insignifiante de 51 Qx. Le peuplement est resté improductif à cause de l'incendie de 1919 où beaucoup d'arbres ont péri et de jeunes rejets se sont développés après (C.O.I.T., 1937). Le liège atteint l'épaisseur marchande (27m/m sous croûte) en 9 ans à 8 ans.

Depuis 1950, des reboisements en chêne-liège sur banquettes ont été réalisés dans ce canton sur environ 45 ha où persistaient des pieds reliques de cette essence (Boudy, 1955). Au début des années 90, l'aire occupée par le chêne-liège ne comptait plus que 60 ha avec une densité médiocre de 45 pieds à l'hectare.

Une récolte de 107 Qx de liège mâle avait été prévue entre 1991 et 1993 (C.F.W.T., 1992). Mais aucun démasclage n'a finalement eu lieu du fait de la détérioration qualitative du liège consécutive aux attaques d'insectes (Anonyme, 1992). Depuis cette époque, le peuplement est resté ouvert aux opérations de récoltes illicites des riverains sur des centaines d'arbres (constatation faite sur le terrain).

II.3.3-Les incendies

Suite à la présence d'une *Quercetum suberis* à caractère pyrophile, on y enregistre des incendies déclarés par le service forestier depuis l'époque coloniale à nos jours. Les situations d'imprudences, de malveillance et d'autres causes inconnues essentiellement anthropiques, ont participé amplement à la dégradation de cette forêt.

Parmi les incendies les plus graves déclarés, on cite celui de l'an 1916 et 1935 ayant ravagé une grande superficie de chêne liège (C.O.I.T., 1937). D'autres feux ont été enregistrés en 2013 sur une superficie de 110 ha puis que cette forêt est très proche du littoral particulièrement la region de Honaine et les monts de Traras d'une manière générale.

II.3.4-La Faune

La faune de la région de Béni Ouarsous présente une diversité considérable, mais l'absence d'études sérieuses ne permettent pas d'évaluer le nombre exacte des espèces animales. On peut citer les renards, les loups, les hyènes, les sangliers, les lièvres, les serpents, des lézards, scorpion jaune, les aigles, les cigognes, les hirondelles, canards et certains oiseaux migrants.

Chapitre III : Matériels et méthodes

III-1-Choix de la zone d'étude et objectif

Notre travail a concerné une suberaie de littoral très peu connue à l'échelle locale, régionale et nationale. Pour le visiteur, la forêt domaniale de Beni-Ouarssous est mal repérée, enfouie entre un relief montagneux très accidenté. La dite entité n'a jamais fait l'objet d'étude ou de réhabilitation depuis l'indépendance. Les archives forestières évoquent plutôt une zone abandonnée depuis l'époque coloniale à cause des incendies répétés et l'absence d'une mise en valeur régulière du chêne liège.

La zone d'étude fait façade au littoral maritime et fait partie intégrante de la région méditerranéenne d'Europe et d'Afrique du Nord. Cette région est particulièrement concernée par les changements et les dérèglements climatiques qui ont marqué ce début du 21^{ème} siècle. La plupart des analyses des scénarios climatiques vont dans le sens d'une réduction de la disponibilité en eau durant la saison de végétation. Il en résulte un déséquilibre entre la ressource et la consommation de la plante en raison de la chaleur excessive.

L'un des risques liés à ces changements est que les végétaux ne puissent s'adapter aux modifications locales très rapides de leurs conditions de vie. C'est particulièrement vrai pour certains arbres forestiers comme le chêne liège, qui a de courtes distances de dissémination.

Une hypothèse formalisée par Daget (1977), qui s'applique à Beni Ouarssous, admise et utilisée de longue date, est qu'en région méditerranéenne, la disponibilité en eau est le facteur limitant principal pour la croissance de la végétation.

Dans cette optique, la subéraie en étant un écosystème forestier très fragile est soumis aujourd'hui à des pressions considérables car il se situe dans les zones densément peuplées. Le stress issu des changements climatiques pourrait aussi réduire la capacité productive et de survie de ces peuplements. C'est dans ce contexte que notre travail s'inscrit. En effet, il était question de savoir les performances productives et qualitatives des arbres face à une fluctuation annuelle et saisonnière des retombées pluviales.

III.2- Collecte des échantillons du liège

Durant la période de sève de 2017, des calas de liège de 12cm x 12cm ont été prélevés d'une trentaine d'arbres dans le canton de Menerah.

L'échantillonnage a été effectué d'une manière aléatoire vu le sous bois très dense et très serré rendant la mobilité très difficile. Mais aussi à cause du nombre réduit des arbres mis en valeur (Pl.9).



Planche 9: Les calas de liège extrait du chêne liège à Beni-Ouarsous (Original)

Au moyen d'un couteau tranchant (sans blesser la mère du liège), nous avons enlevé de chaque arbre-échantillon (à 1,30m du sol) un cala de liège. L'échantillon est numéroté par un stylo indélébile puis emballé dans un sachet en plastique. Par le biais d'une fiche technique imprimée spécialement pour la sortie et pour chaque extraction sur pied, sont notées les mesures suivantes selon l'organigramme suivant :

- Circonférence sur écorce(cm)
- Hauteur des arbres (m)
- Hauteur d'écorçage (cm)
- Epaisseur du liège au coveless

C1	C2	C3	C4	C5
Haut<3m	3< Haut <5m	5< Haut <7m	7<Haut <9m	Haut >9m
23,55cm<Cir<54,95cm	54,94cm<Cir<86,5cm	86,35cm<Cir<133,45cm	133,45 cm<Cir<186,09cm	Cir>186,09cm
Hécor <1,5m	1,5m< Hécor <2,5m	2,5m< Hécor<3,5m	Hécor >3,5m	

Avec Circonférence sous écorce= Cir sur écorce-2*3.14*e

III.2.1-Façonnage et prise de mesures sur les échantillons

- Pour les besoins du travail au laboratoire, les 30 échantillons ont subi un séchage volontaire pendant 10 jours (à l'air libre) pour réduire l'humidité à un seuil équitable pour l'ensemble (poids restant statique après la troisième pesée).
- Par la suite, chaque calas a été redimensionné à une surface carrée de 10x10cm puis soumis à un ponçage minutieux afin de faire apparaître les accroissements annuels du liège et les différents défauts.
- La densité volumétrique a été déterminée après avoir mesurée l'épaisseur au moyen d'un pied de ligne (Pl.10).



Planche 10 : Mesure de l'épaisseur et pesée des échantillons de liège (Original)

Le calcul de la densité volumétrique répond à la formule empirique suivante :

$$\text{Densité (kg/m}^3\text{)} = P/V$$

Avec V =Longueur*largeur*épaisseur (m^3) et P : Poids de l'échantillon en kg.

Tableau 13 : Classes de densité du liège (Gonzalez Hernandez ,2000)

Classes	Limite de densité (kg/m ³)	Appellation
1	120-150	Densité basse
2	150-250	Densité moyenne
3	250-300	Densité forte
4	>300	Densité très forte

- Identification des accroissements annuels sur la section transversale par vision artificielle selon la méthode suivante (Molinas, 1988):
 - Trois lignes verticales sont tracées à égale distance sur la couche du liège à l'aide d'un stylo fin.
 - Ces trois lignes correspondent aux moyennes des trois mesures par échantillon.
 - La somme des accroissements définis le calibre de chaque cala (Pl.11).

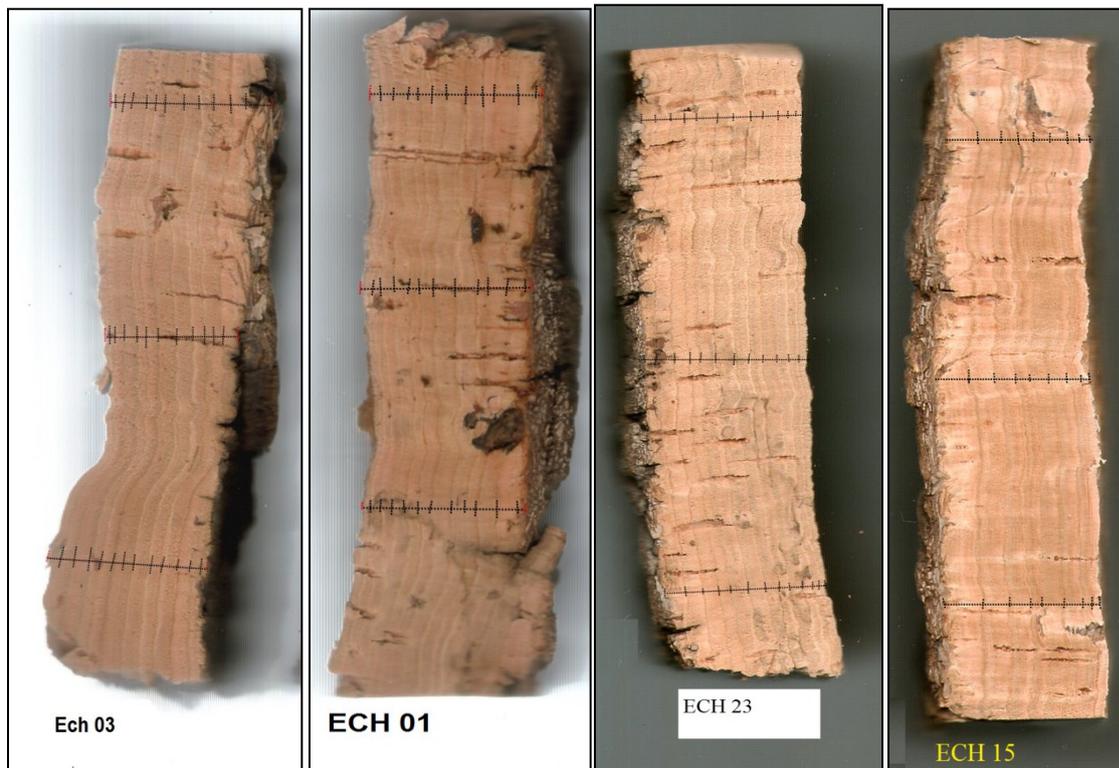


Planche 11 : Identification manuelle des accroissements annuels du liège(Original).

III.2.2-Analyse numérique des images

L'analyse et le traitement numérique des images (*Digital image Processing and analysis*) est une technique informatique qui permet à partir des capteurs la transformation des particules constituant une image en valeurs binaires qui peuvent être exportées directement sur des tableurs pour traitement statistique. Cette technique se base sur le réglage de l'intensité de la lumière et de la couleur. Les principales étapes de cette technique sont comme suit (Serra, 1982 ; Marion ,1987 ; Compos et Molinas, 1999 (Fig.14)):

- **L'acquisition** de l'image consiste à convertir l'image réelle de chaque échantillon en une image numérique à l'aide d'un appareil photo (caméra CCD (Charge Coupled Device)).
- L'opération **de seuillage** permet l'extraction automatique des particules à mesurer présent dans l'échantillon analysé.
- **L'extraction des paramètres** est l'opération qui consiste à une caractérisation globale de toutes les particules extraites.
- L'opération **de classification** permet d'affecter chaque échantillon analysé à l'une des classes de qualité considérées.

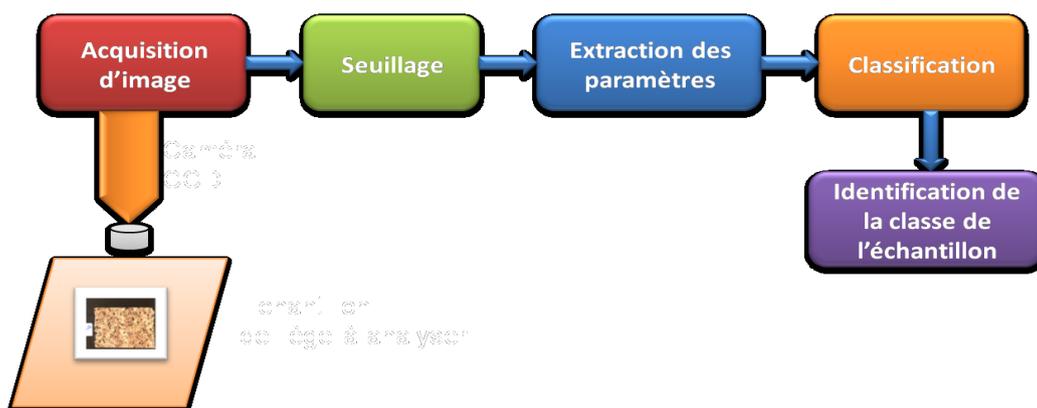


Figure 14: Présentation des étapes d'analyse d'image d'un échantillon du liège (Hamani, 2010)

III.2.3-Application à la morphométrie du liège

1-Technique utilisée : le matériel adéquat pour l'analyse digitale se divise en trois parties selon la méthode proposée par Dehane en 2012 :

- Acquisition d'images numériques réelles par le biais d'un scanner adéquat.

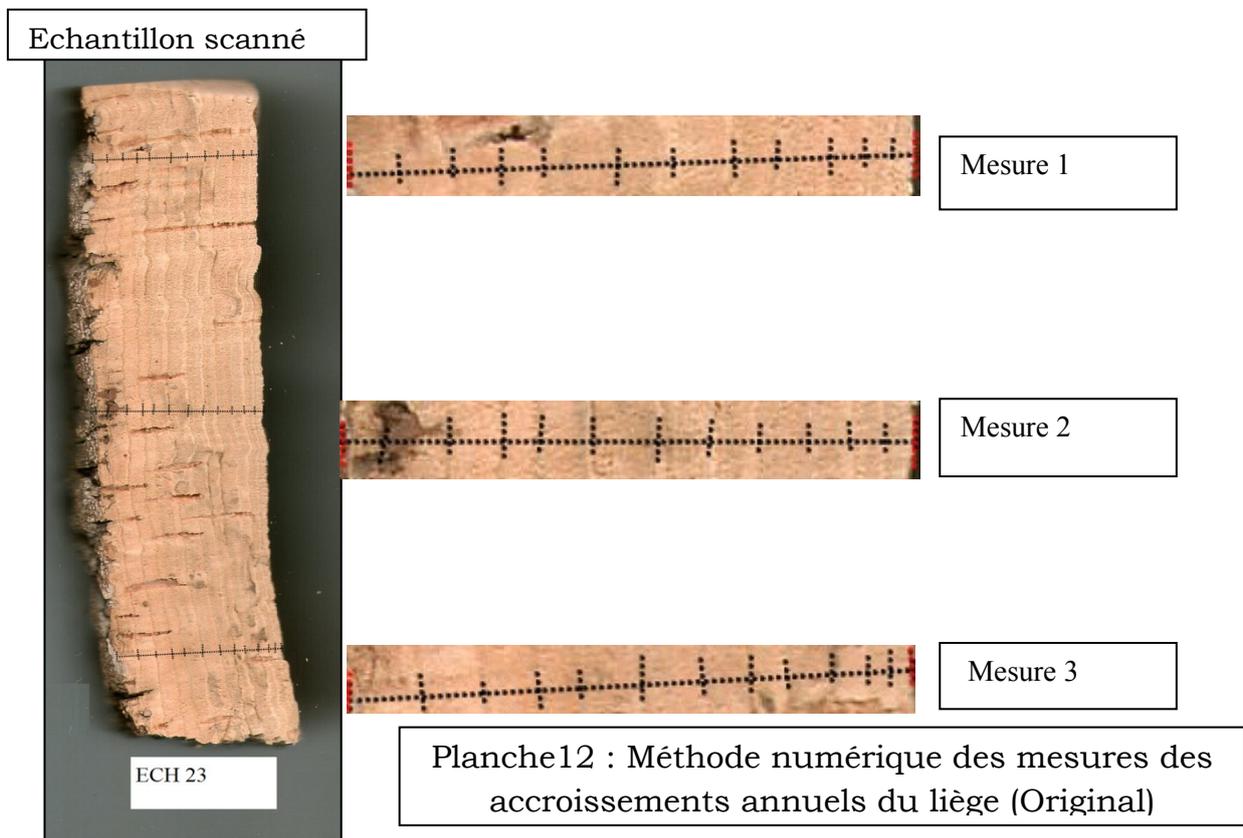
- Binarisation et seuillage d'image réelle ainsi que l'extraction des formes par l'application d'un logiciel photo filtre 6.4.0. ©Antonio Da Cruz.

- Quantification et dénombrement des accroissements par l'utilisation du logiciel CRecorder.

- Le logiciel CRecorder transforme automatiquement la résolution employée par le scanner en échelle à base de mm.

III.3-Technique de mesures des accroissements annuels du liège

Le seuillage des trois lignes verticales ne gardera que les traces des tirés tracés par le stylo fin. Les mesures par CRecorder permettent de quantifier les accroissements avec une grande précision. Les points marqués sont exportés à l'Excel en mm (Pl.12).



Une fois les données regroupées sur Excel, les différents échantillons sont repartis selon leurs classes d'épaisseurs commerciales selon le tableau suivant :

Tableau 14: Classes d'épaisseurs admises en commerce (Saccardy,1937, Boudy,1955).

Classes	Limites d'épaisseurs en lignes	Limites d'épaisseurs en mm	Type de liège
1	08/10	<22 mm	Flotte
2	10/12	22-27 mm	Mince
3	12/14	27-32 mm	Juste
4	14/18	32-40 mm	Régulier

- **Indice d'accroissements (Iac)**

Le calcul de l'indice d'accroissements est calculé selon la méthode des moindres carrés de Waren (1980) :

$$Y_t = at^b e^{-ct} E_t$$

où

$$\left\{ \begin{array}{l} Y_t = \hat{y}_t E_t, \\ Y_t \text{ est la mesure actuelle de l'accroissement du liège} \\ \hat{y}_t \text{ est la valeur estimée} \\ E_t \text{ la valeur résiduelle} \\ a, b \text{ et } c = \text{constants ; } t = \text{temps ou le numéro de l'accroissement} \end{array} \right.$$

Donc **Iac** = \hat{y}_t / E_t

A chaque fois que l'indice d'accroissement s'approche de la valeur 1, la croissance inter annuelle est stable.

III.4- Etude de la qualité du liège

Le liège est un matériau naturel hétérogène d'où le concept de qualité est difficile à définir. Cette hétérogénéité est rendu plus compliquée du fait qu'elle se base sur l'expérience des professionnels du liège et leur acuité visuelle. Cette méthode conduit le plus souvent à des erreurs d'estimation de la qualité du liège. En effet depuis la fin des années 1990, des méthodes plus rationnelles ont vu le jour pour analyser cette qualité en passant par des instruments technologiques aux logiciels spécialisés.

Dans notre travail, nous avons analysé la qualité du liège de Beni-Ouarssous avec le procédé Calcor (García de Ceca,2001).

Ce procédé se base essentiellement sur plusieurs interfaces (Photos de référence) représentant tous les types de défauts et dont l'évaluation est liée à plusieurs rangs que l'opérateur doit définir. Il s'agit des défauts suivants :

- Ventre irrégulier du liège
- L'épaisseur de la croûte du liège
- Le liège vert
- La tache jaune
- La lignification horizontale
- La lignification verticale
- Le liège terreux
- Les fentes
- Le liège doublé
- Les trous et les galeries insectes
- La porosité visuelle

III.5-Approche climatique

Pour mettre en relief l'impact du climat (Pluviométrie et Température) sur la croissance annuelle du liège et sur sa qualité, la caractérisation du climat locale s'impose. Dans notre cas, cette analyse est analogue à la période de croissance du liège depuis sa dernière exploitation.

Plusieurs paramètres et indices climatiques ont été pris en considération pour expliquer le climat de la suberaie de Beni-Ouarsous. Nous citons en particulier :

- L'indice de De Martonne mensuel et annuel (1926).
- La durée de la période sèche.
- Le climogramme pluviométrique de Taylor.
- Le déficit pluviométrique
- L'indice de déficit pluviométrique IDP.
- La pluviométrie de l'année végétative (Années hydrologiques)

III.6- Relation climat- croissance et qualité du liège

Les relations probables des paramètres du climat ont été testées par rapport aux indices d'accroissements (Iac) calculés sur chaque catégorie commerciale (récoltée sur les arbres échantillons). Les relations prises en considérations sont les suivantes :

- Relation Iac-pluie annuelle
- Relation Iac-pluie printanière
- Relation Iac –pluie de l'année végétative du liège
- Relation Iac- Pluie du mois de Mars
- Relation Iac – période humide
- Relation Iac – période sèche
- Relation Indice d'Accroissements / Indice de Déficit Pluviométrique.
- Relation indice d'accroissement (Iac)/température printanière.
- Relation indice d'accroissement (Iac)/température estivale

III.7- Traitement des données

Les différentes mesures effectuées sur les échantillons ont été validées par des tests statistiques univariés tels que l'Anova 1. D'autres paramètres de position et de dispersion sont utilisés comme que la moyenne, l'écart type, le coefficient de variation et l'intervalle de confiance.

Les relations étudiées ont été projetées sous forme de nuage de points puis exprimées par des droites de régressions avec leurs modèles mathématiques respectifs.

Chapitre IV : Résultats et Discussion

IV.1- Description de la zone d'étude

La zone d'étude où s'est déroulé l'échantillonnage se localise dans le canton Menarah. D'une superficie de 199 ha, ce canton offre au visiteur deux façades contigües à exposition Ouest et Est, aux reliefs très accidentés. La pénétration entre les arbres est quasiment impossible et très dangereuse voire trop risquée. La pente de la zone d'étude en générale varie entre 42,2% et 25,2%. Les altitudes extrêmes oscillent entre 532 m et 671 m.

Les principaux descripteurs géographiques et topographiques de la zone d'étude sont mentionnés dans le tableau 15 :

Tableau 15: Caractéristiques géographiques et topographiques de la zone d'étude

Paramètres	Description
Lieu dit du canton	Menarah
Altitude maximale et minimale (m)	532 671
Topographie des terrains	Versant très accidenté
Expositions	Est et Ouest
Pentes (%)	42,2 25,2
Distances à la mer (km)	7

La planche suivante reflète les reliefs et la topographie de la zone d'étude.

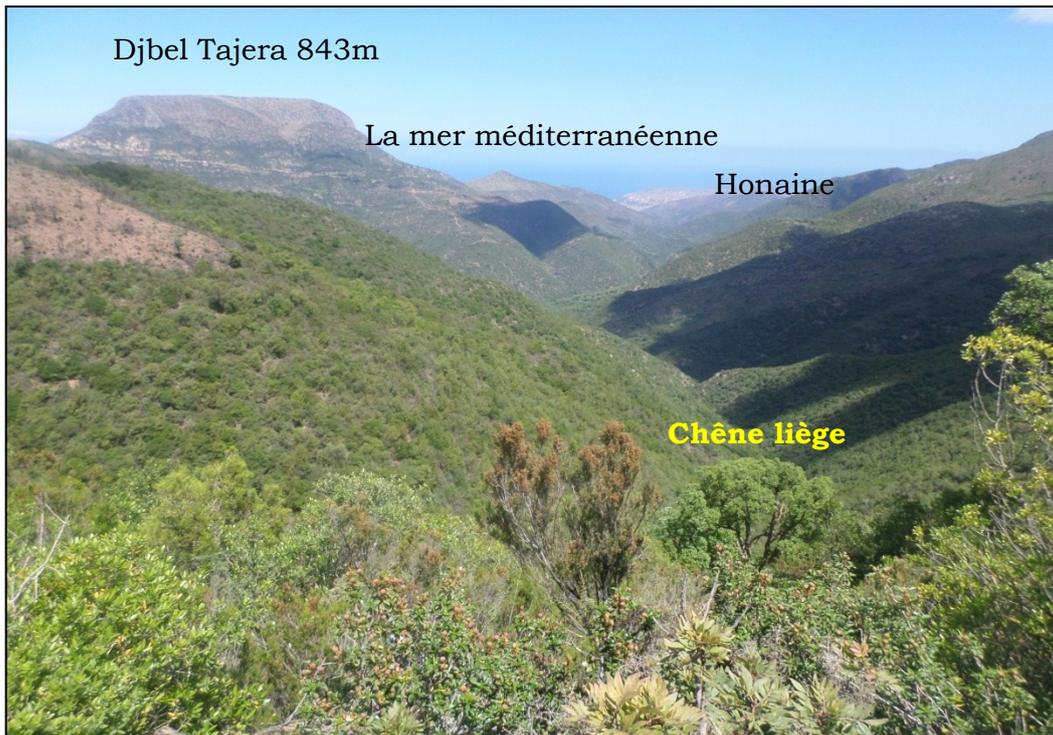


Planche 13 : Nature de la topographie de la zone d'étude(Original)

La plupart des arbres de notre zone d'étude sont naturels. L'aspect est en général irrégulier et se présente sous une forme jardinée qui est la conséquence de l'action de l'homme et des incendies.

La majorité de cette futaie est mélangée, principalement avec *Arbutus unedo* (l'arbousier) et : *Phillyrea angustifolia* (la filaire) et *Jeneperus oxycedrus* (genevrier oxycedre). La concurrence est très forte est assez forte.

La fréquentation humaine est partout forte. La proximité des peuplements de chêne-liège de la route de wilaya W103B cause divers dégâts comme les coupes illicites, les émondages excessifs, le déliègeage illicite, la récolte des glands, la coupe du sous bois, la cueillette des arbouses.

Les caractéristiques sylvicoles dendrométriques et d'exploitation sont ainsi énumérées (Tab.16) :

Tableau 16 : Caractéristiques forestières de la zone d'étude

Paramètres	Description
Origine du peuplement	Naturelle
Régime et traitement	Taillis sous futaie, futaie jeune et futaie adulte
Nature du peuplement	Mélangé à la bruyère arborescente qui dépasse les 7 m de hauteur
Roche mère	Schisteuse
Embroussaillage	Très fort
Densité	200 pieds/ha
Fréquentation humaine	Très forte
Sous-bois	Dense et impénétrable
Concurrence	Forte
Travaux sylvicoles	Néant
Aménagement	Néant
Circonférence (cm)	96,48±9,72
Hauteurs(m)	9,46±0,73
Epaisseur (mm)	25,04±3,34
Hauteurs d'écorçage(m)	1,82±0,25
Coefficient d'écorçage	1,88

Le chêne liège dans cette région est livré à lui-même sans gestion et aménagement appropriés, les opérations sylvicoles sont absentes (Pl.14).



Chêne liège étouffé par le sous bois



Sous bois dépassant 7 m de hauteur



Coupe illicite du liège



Sol à base de schiste

Planche 14 : Certains aspects végétatifs et anthropiques de la zone d'étude(Original)

IV.1.3- Caractérisation des arbres-échantillons

La caractérisation des arbres échantillons selon leurs paramètres dendrométriques et d'exploitation est mentionnée dans les figures 15 et 16.

IV.1.3.1-Par classes de circonférence

Les circonférences mesurées sur arbres sont illustrées par classes dans la figure 15.

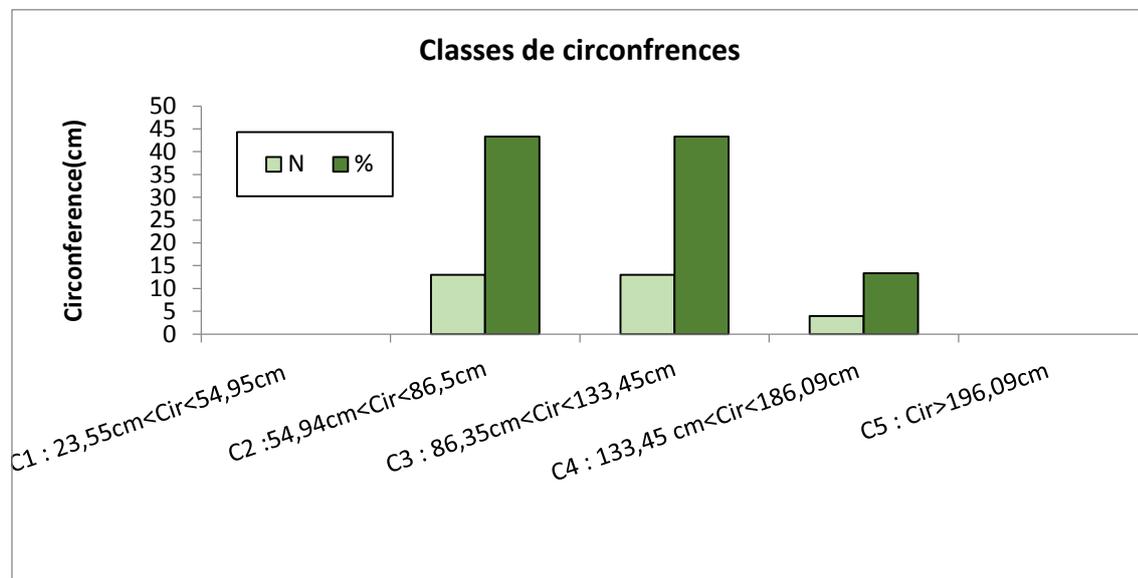


Figure 15 : Répartition des arbres échantillon selon leurs circonférences

D'après la figure 15, nous constatons que classe 1 et 5 sont absentes sur nos arbres-échantillons. En effet, les circonférences dominant dans la classe C2 et C3 avec des taux respectifs de l'ordre de 43%. La classe C4, ne participe qu'avec un taux minime de 13%. Le coefficient de variation est de 30%. Ce chiffre indique la structure jardinée de notre peuplement.

IV.1.3.2- Par classes d'hauteurs des arbres

La figure expose les classes des hauteurs comptabilisées sur les arbres-échantillons (Fig .16).

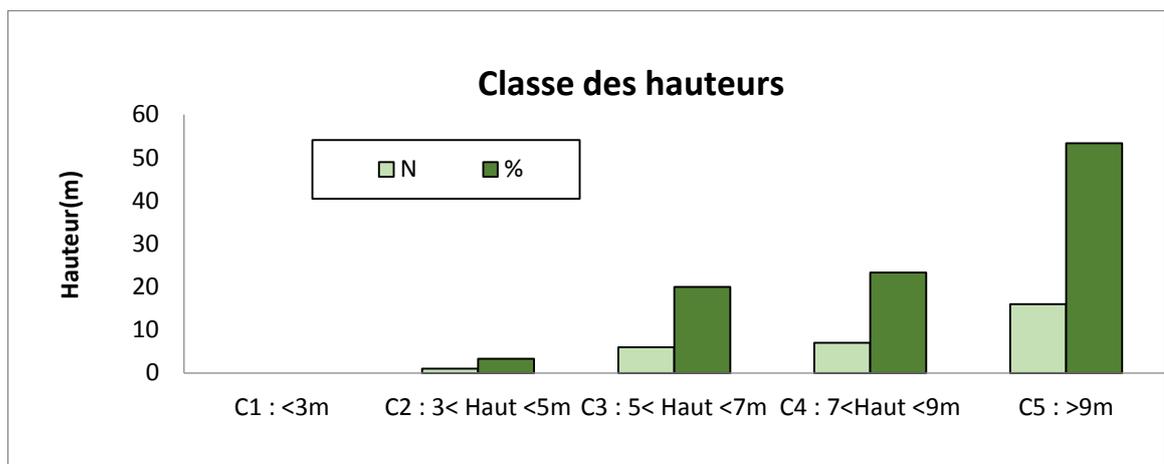


Figure 16 : Répartition des arbres échantillon selon leurs hauteurs

La figure 15, illustre clairement l'appartenance des arbres à la classe5 (>9m) aux alentours de 53, 33%. Par ailleurs, la classe 4 se positionne avec 23, 33% tandis que la classe 3 avec 20%. Ces résultats renforcent le côté héliophile de l'espèce. En effet, nos arbres sont très concurrencés par le sous-bois dense et haut, seules les arbres adultes >7m parviennent à évincer l'arbousier et la filaire.

IV.1.3.3- Par classes d'hauteurs d'écorçage

Nos arbres ont été soumis à plusieurs classes d'écorçage (Fig.16).

Il ressort de la figure que les arbres-échantillons ont été écorcés à 60% dans la classe2. Les sujets faiblement écorcés appartenant à la classe1, enregistrent un taux de l'ordre de 33%. En revanche, les individus excessivement écorcés sont les classes 3 et 4(3,3% chacun).

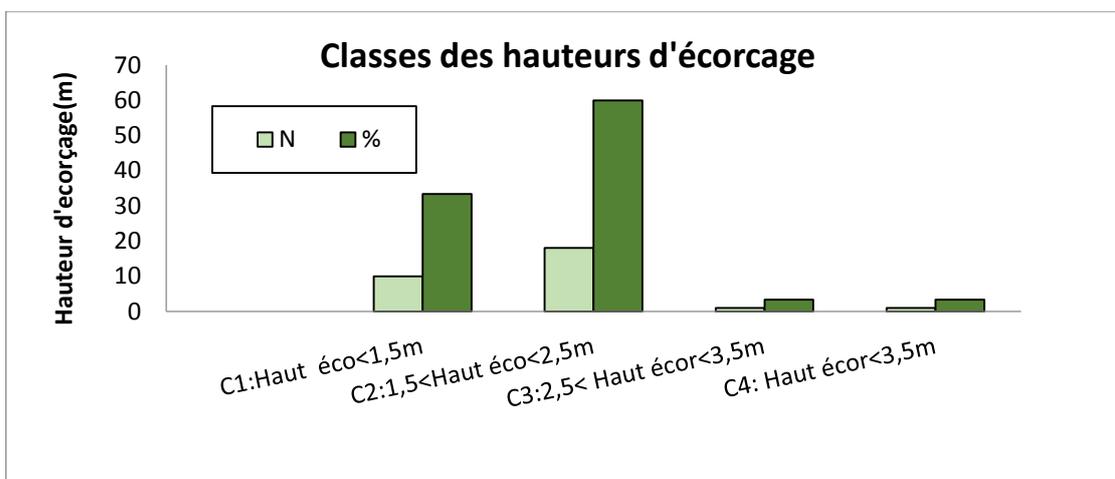


Figure 16 : Répartition des arbres échantillon selon leurs hauteurs d'écorçage

IV.1.4- Caractérisation du liège récolté

Le matériel récolté, traité et ordonné selon le numéro de chaque arbre a subi plusieurs mesures au laboratoire :

IV.1.4.1-L'âge du liège

Le liège récolté sur les 30 arbres-échantillons présente une mosaïque d'âge varié. Cette variation d'âge, est une indication que l'exploitation du liège dans cette forêt n'obéit à aucune règle puisque la majorité des arbres sont sujets à des opérations d'exploitation illicites. La répartition des âges du liège selon leur nombre et fréquence est illustrée dans la figure 17 :

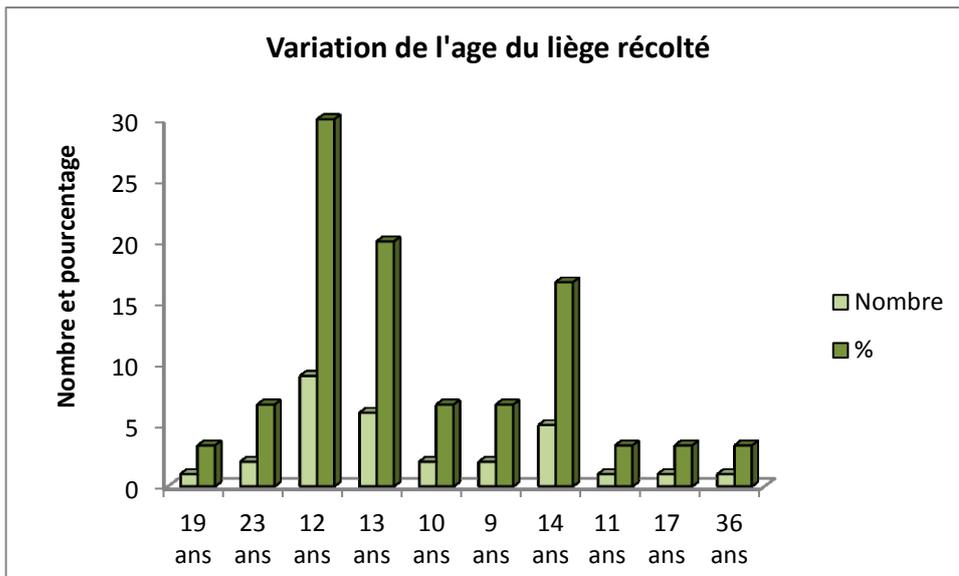
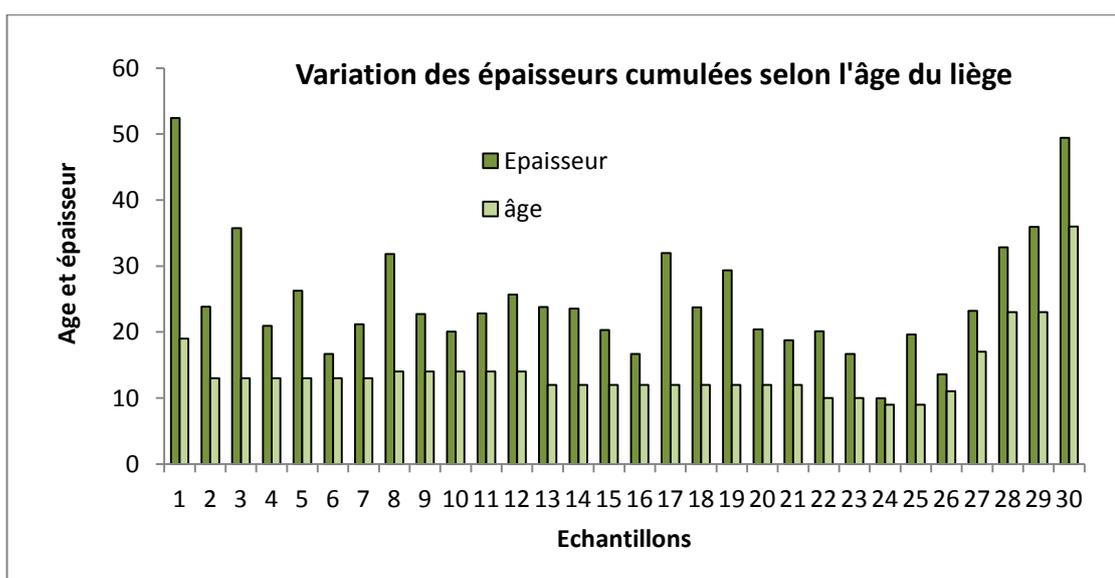


Figure 17: Variation des âges du liège de Beni-Ouarsous

D'après la figure 17, nous constatons que le liège extrait des troncs des arbres présente un coefficient de variation élevé de 92,23%. Les âges extrêmes varient de 9 ans à 36 ans. Les échantillons âgés de 12 ans, 13 ans et 14 ans représentent ensemble un taux de l'ordre de 66,67% de l'effectif(Fig.18).



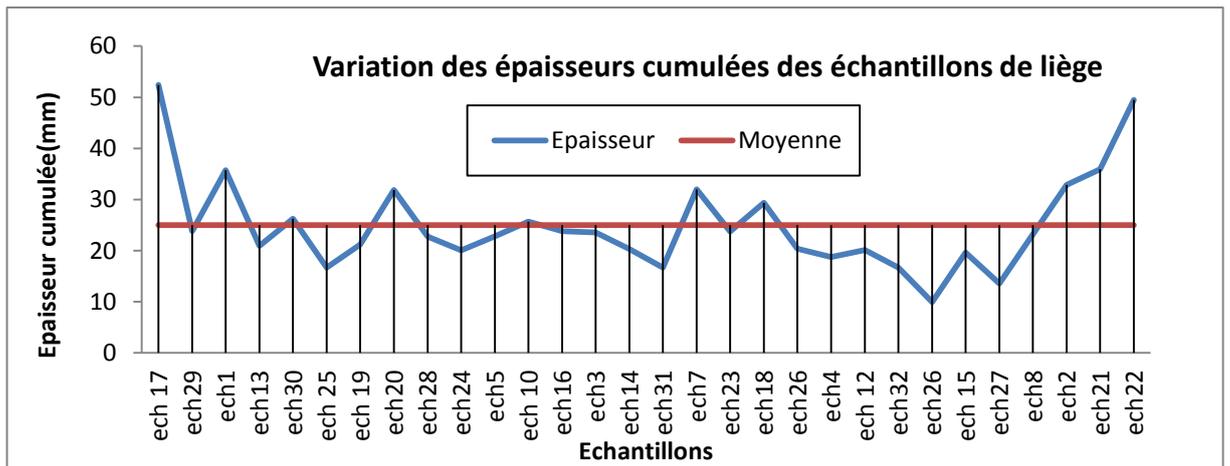


Figure 18 : Variation des épaisseurs cumulées des 30 échantillons

D'après la figure 18, on remarque que le liège des 30 échantillons présentant des âges variés qui ne sont pas significativement différents point de vue épaisseurs cumulées et aussi entre échantillons (Tab.17).

Tableau 17: Analyse Type III Sum of Squares (âge) :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Epaisseur	1	4,500	4,500	0,000	1,000
Echantillons	28	364,484	13,017	0,000	1,000

Ce résultat, nous pousse à uniformiser l'âge pour l'ensemble des échantillons et cela par l'étude des accroissements annuels.

IV.1.4.2-Etude de la croissance du liège de Beni-Ouarsous

IV.1.4.2.1- Les accroissements annuels

L'accroissement annuel du liège est considéré comme un paramètre de valeur très importante parce qu'il régule les opérations d'exploitation et les utilisations ultérieures du liège. Cette quantité de suber produite durant 7 mois de chaque année n'est pas toujours stable, elle obéit aux conditions du

milieu physique auquel sont sujets les arbres (Natividade, 1956 ; Ferreira et al., 1998 ; Dehane, 2012).

L'existence de plusieurs cycles de production de durée différente (9 ans et 36 ans) rend vaine toute tentative de comparaison des accroissements annuels entre les arbres. Toutefois, cet obstacle a été surpassé en considérant seulement les 9 années de croissance complète qui sont communes dans l'ensemble des échantillons.

La répartition des accroissements homogènes du liège des 30 arbres-échantillons est citée dans la figure 19.

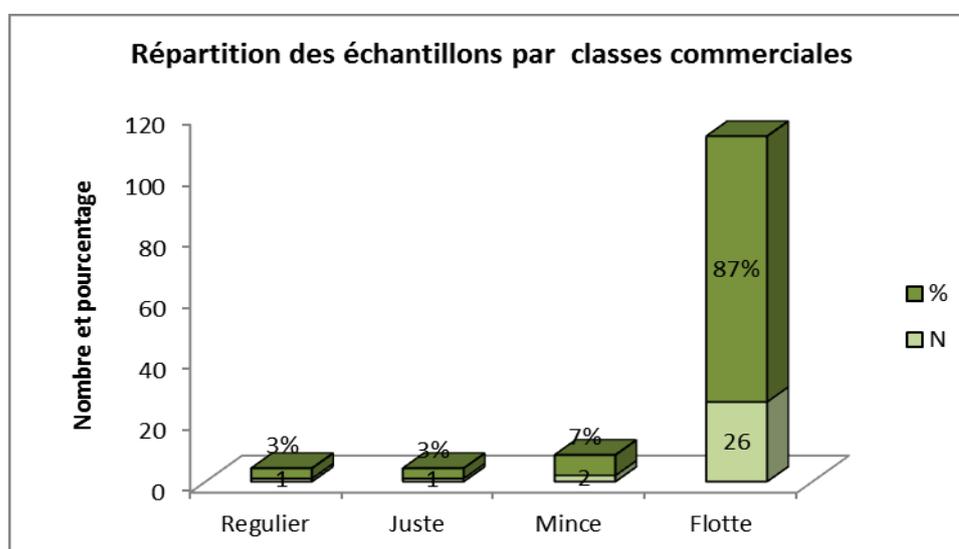


Figure 19 : Répartition des accroissements annuels selon leurs classes commerciales

Selon la figure 19, nous observons une dominance du liège flotte de l'ordre de 87%. Les autres classes enregistrent seulement 7%(Liège mince) et 3% (liège régulier et juste). Ce résultat est très logique vu les conditions stationnelles sur lesquelles les arbres croissent.

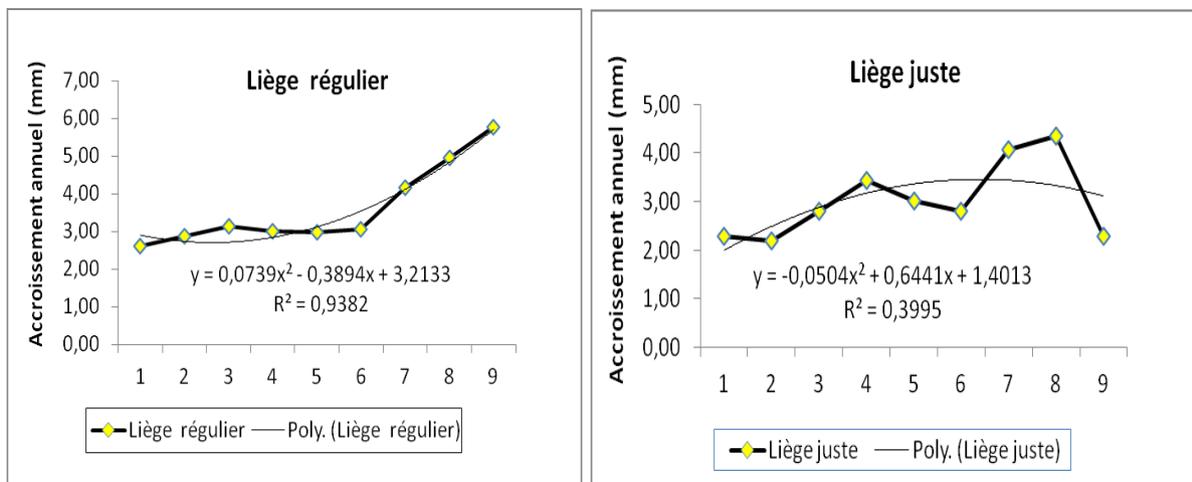
En effet, les accroissements annuels varient d'une classe à une autre. Le tableau 18 synthétise ces variations annuelles.

Tableau 18: Croissance annuelle du liège par classes d'épaisseur commerciale. Comme moyenne annuelle un cycle de production de 9ans ; Moyenne générale ± l'intervalle de confiance.

Suberaie de Beni-Ouarsous				
Croissance moyenne annuelle (mm)	2,77±0,45			
Accroissements annuels (mm)	Flotte	Mince	Juste	Régulier
1 ^{er} ac	1,70	2,16	2,30	2,60
2 ^e ac	1,66	3,44	2,19	2,86
3 ^e ac	1,63	2,58	2,80	3,13
4 ^e ac	1,62	3,22	3,43	3,01
5 ^e ac	1,64	2,07	3,01	2,97
6 ^e ac	1,67	3,87	2,80	3,05
7 ^e ac	1,72	2,18	4,07	4,16
8 ^e ac	1,79	3,33	4,36	4,95
9 ^e ac	1,87	1,40	2,29	5,76
Moyenne	1,70	2,69	3,02	3,61

D'après le tableau 18, nous remarquons que le liège flotte enregistre les accroissements les plus minimes (1,70mm/an) par rapport aux autres classes (Liège mince : 2,69mm/an ; liège juste : 3,02mm/an ; liège régulier 3,61mm/an).

Les figures ci-dessous exposent les variations des accroissements annuels (Fig.20).



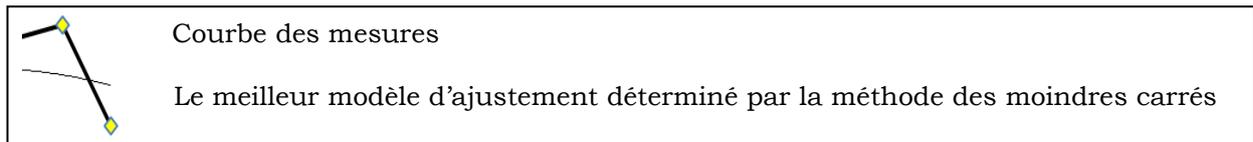
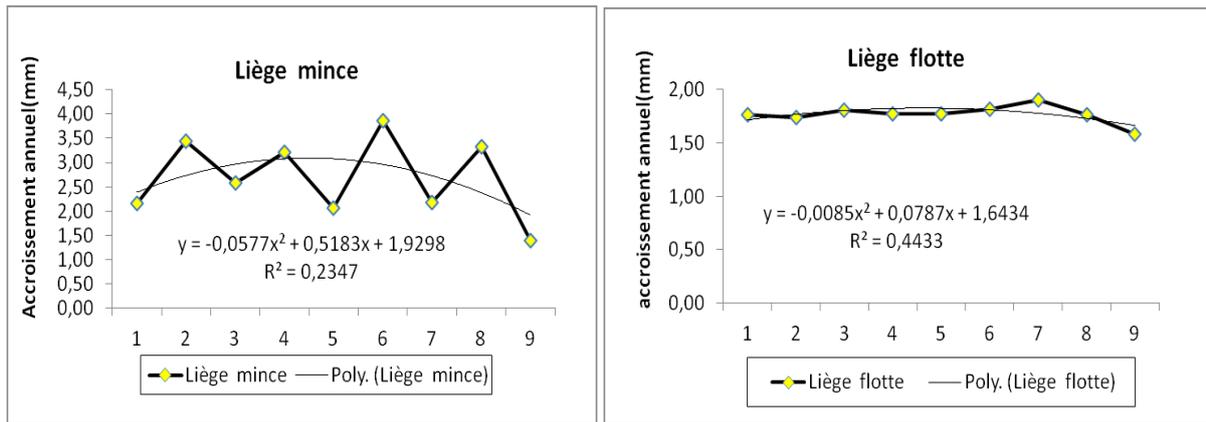


Figure 20 : Variations annuelles des accroissements du liège selon les classes commerciales

Les modèles mathématiques adoptés pour les classes sont mentionnés dans le tableau 19 tandis que les planches 15 et 16 illustrent l'aspect réel de ces classes :

L'ajustement du modèle mathématique polynomiale $y=ax^2+bx+c$ auquel correspondent les équations suivantes :

Liège régulier : $y = 0,0739x^2 - 0,3894x + 3,2133$ ($R^2 = 0,93$)

Liège juste : $y = -0,0504x^2 + 0,6441x + 1,4013$ ($R^2 = 0,39$)

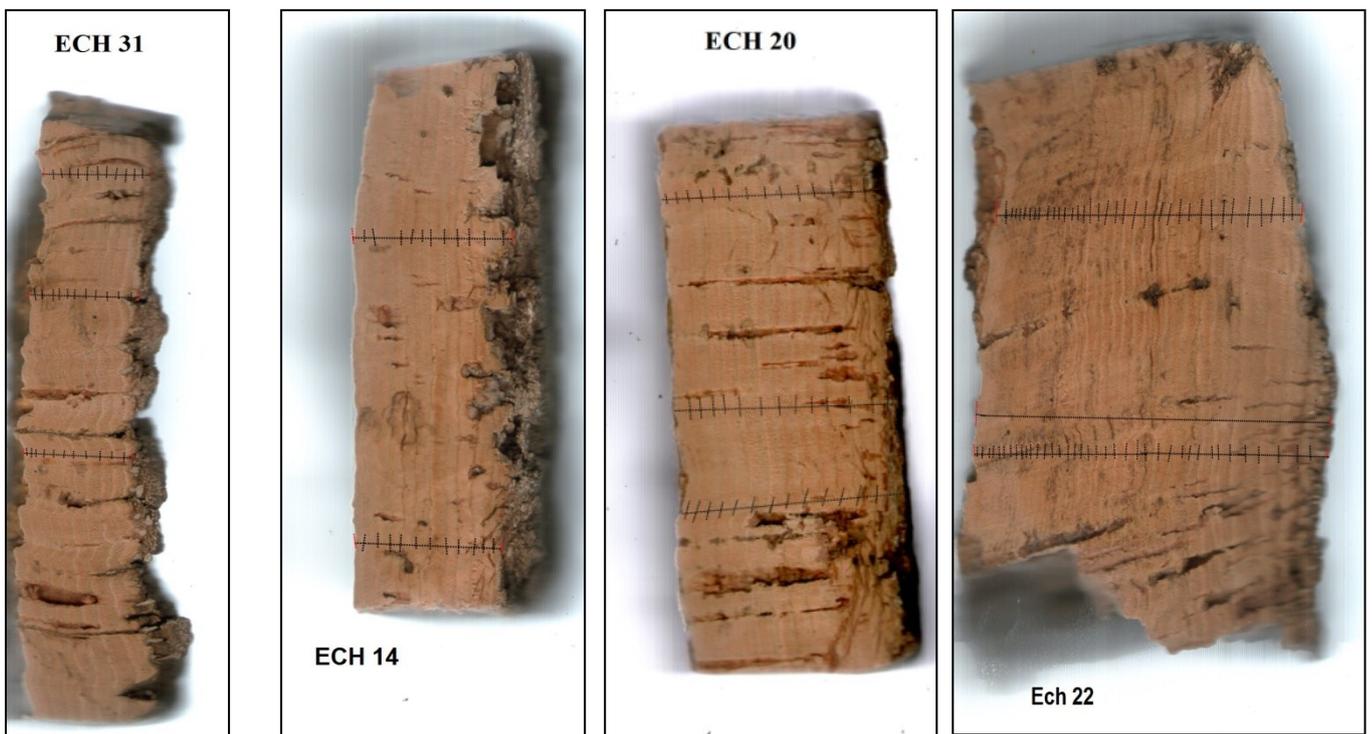
Liège mince : $y = -0,0577x^2 + 0,5183x + 1,9298$ ($R^2 = 0,23$)

Liège flotte : $y = -0,0085x^2 - 0,0787x + 1,6434$ ($R^2 = 0,44$).

Où **y** représente l'accroissement et **x** le temps exprimé en année.



Planche 15: Types de lièges récoltés des arbres échantillons (Original)



Liège flotte

Liège mince

Liège juste

Liège régulier

Planche 16: Les quatre classes de lièges rencontrés dans la suberaie de Beni-Ouarsous

IV.1.4.2.2- Les indice d'accroissements

Le calcul des indices des accroissements (Iac) permet de bien quantifier les performances de croissance de chaque classe commerciale.

En visualisant la figure 21, on s'aperçoit que la croissance annuelle du liège est stable seulement pour le liège flotte et régulier.

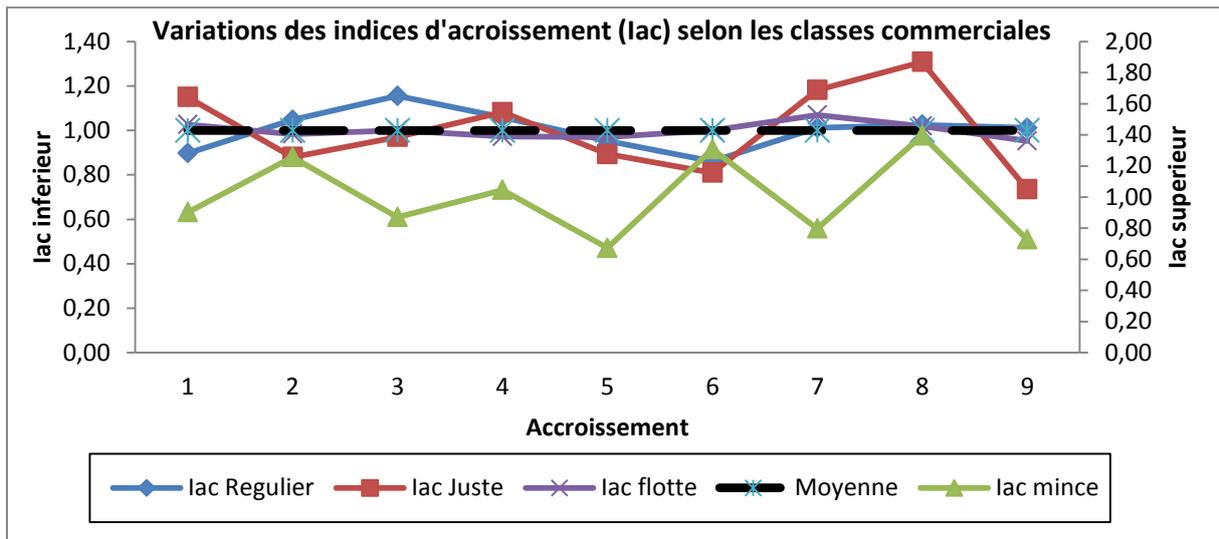


Figure 21 : Variation des indices des accroissements (Iac) des classes d'épaisseur commerciale

IV.1.4.3- Etude du climat de la période analogue à la croissance du liège

Afin de mieux étudier la relation climat-croissance annuelle du liège, nous avons réalisé une caractérisation simple des conditions climatiques faisant référence à la période de croissance du liège (2008 à 2016):

IV.1.4.3.1-Indice d'aridité mensuel et annuel de De Martonne (1926)

De Martonne (1926) a défini un indice d'aridité utile pour évaluer l'intensité de la sécheresse mensuelle et annuelle, exprimé par les relations suivantes :

$$I = 12P / (T + 10)$$

P : Pluviométrie moyenne mensuelle (mm).

T : Température moyenne mensuelle (°C).

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

P : Pluviométrie moyenne annuelle (mm).

T : Température moyenne annuelle (°C).

I<5: climat désertique.

5<I<7,5: climat hyper-aride.

7,5<I<10: climat aride.

10<I<20: climat semi-aride.

20<I<30: climat sub-humide.

30<I<60: climat humide

I>60 : climat per-humide

Ces indices permettent d'étudier spécialement les rapports du climat avec la végétation forestière et de positionner la zone d'étude dans un climat précis par rapport au degré du manque l'eau (Tab. 19).

D'après le tableau on constate que notre zone d'étude se caractérise par une humidité déficiente et temporaire durant la période 2008-2016. Les deux indices calculés sont inférieurs à 20 (d'après la classification de De Martonne).

Tableau 19: Indices de De Martonne calculés pour la zone d'étude

Indice de De Martonne	I	Signification
Indice d'aridité mensuel	14,13	Humidité mensuelle déficiente plus maritime
Indice d'aridité annuel	14,13	Zone semi-aride à écoulement temporaire

IV.1.4.3.2-Durée de la période sèche

Pour la végétation particulièrement méditerranéenne, la durée de la période sèche est déterminante parce qu'elle coïncide avec le stress hydrique et les températures extrêmes (Fig.22).

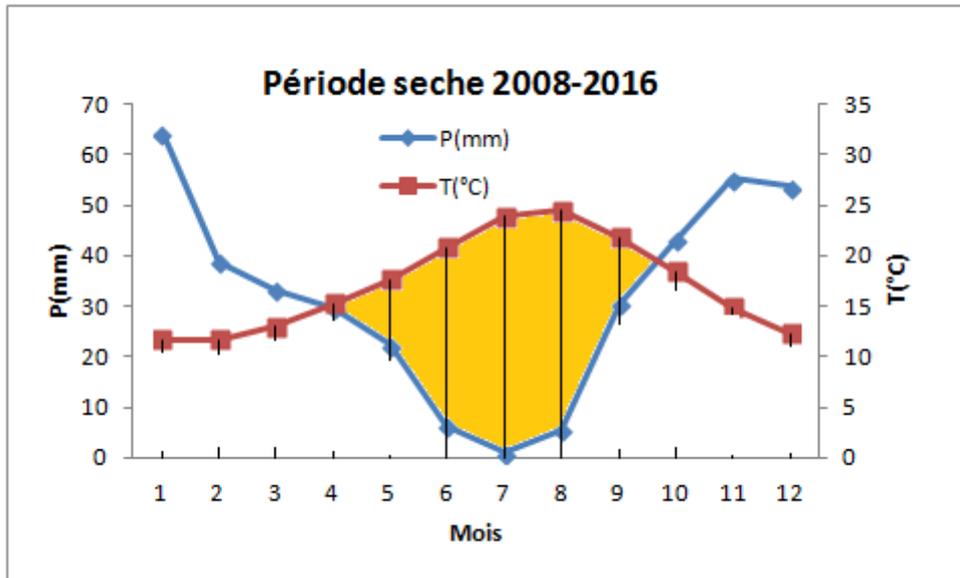


Figure 22 : Durée de la période sèche dans la forêt de Beni-Ouarsous

D'après la figure 22, nous constatons que durant la période 2008-2016, la période sèche s'étale sur plus de 5 mois soit une pluviométrie moyenne de 95mm. La température moyenne est douce soit un T de 21°C.

IV.1.4.3.3-Climogramme pluviométrique de Taylor(1918)

Il s'agit d'un diagramme de coordonnées cartésiennes dans lequel sont représentées les pluviométries moyennes mensuelles en abscisse et les températures moyennes mensuelles en ordonnées. La concordance ou la discordance entre les deux variables (P ,T) permettent de définir si la zone est favorable à la croissance d'une espèce ou non.

-

Le principe de la zone de confort se résume comme suivant :

« $40\text{mm} < P < 160\text{mm}$ et $5^{\circ}\text{C} < T < 20^{\circ}\text{C}$ = « Zone de confort pour l'espèce végétale » (Fig.23)

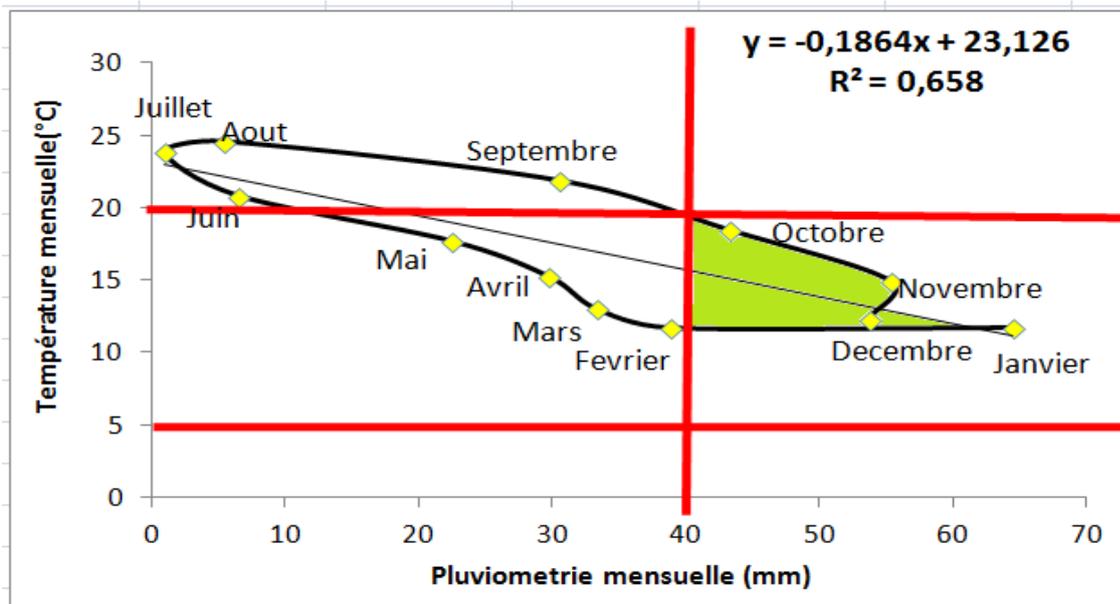


Figure 23 : Représentation statistique de la zone de confort pour le chêne liège de Beni-Ouarsous

D'après la figure 23, on constate que la zone de confort (couleur verte) de l'espèce se situe entre les mois d'Octobre, Novembre, Décembre, Janvier et d'un degré moins le mois de Février. Ce qui renforce le caractère littoral de la zone d'étude (précipitations Automno-hivernales) où la pluviométrie moyenne mensuelle dépasse 40mm et la moyenne mensuelle des températures équivaut 15°C.

Le coefficient de corrélation entre la pluviométrie et la température « r » est négatif ($r = -0,81$ avec $R^2 = 0,65$), cela signifie que à chaque fois qu'on pénètre dans la saison humide (Automne, hiver) les températures fléchissent et les réserves hydriques augmentent et juste dans le cas contraire. En effet, les mois de Juin, Juillet, Aout, Septembre représentent les mois de stress hydrique dans cette zone.

IV.1.4.3.4-Le déficit pluviométrique

Le déficit pluviométrique (DP) exprime l'écart à la moyenne pluviométrique d'une période donnée. Cet écart à la moyenne est la différence entre la hauteur de précipitations d'une année **Pi** et la hauteur moyenne annuelle de précipitations **Pm** de la période. La formule est

$$DP = Pi - Pm$$

Le DP est positif pour l'année humide et négative pour l'année sèche.

Les valeurs enregistrées par rapport à la moyenne pluviométrique de référence de (2008-2016) dégagent en même temps le déficit et l'excédent pluviométriques (Fig.24).

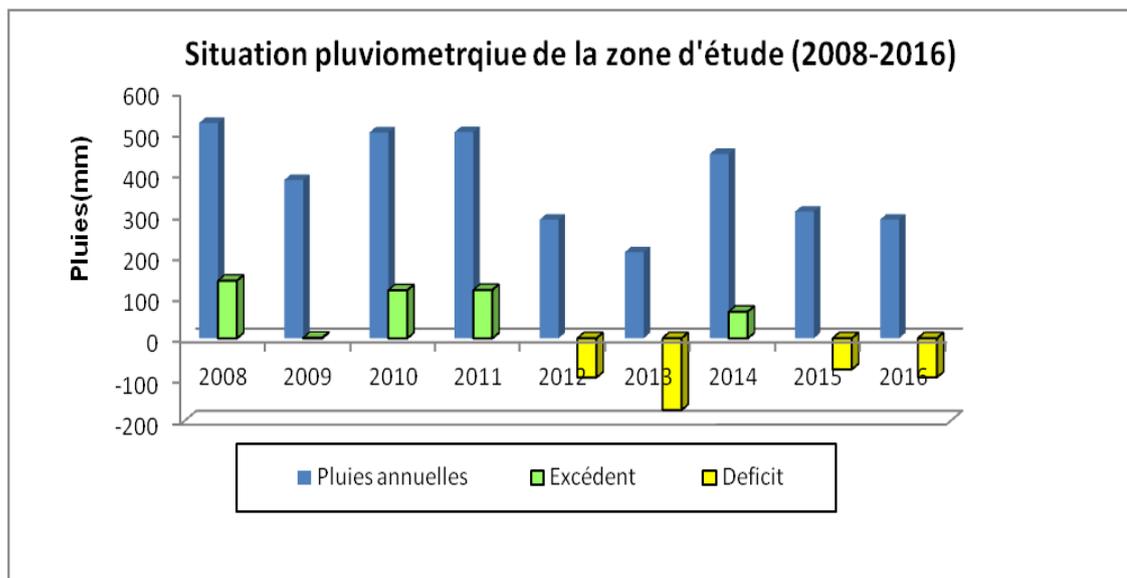


Figure 24 : Déficit pluviométrique enregistré durant la période 2008-2016

Durant la période 2008-2016, la forêt de Beni-Ouarsous, a reçu une moyenne pluviométrique de l'ordre de 383,91 mm. Les séquences déficitaires concernent particulièrement les années 2012(-95mm), 2013(-174mm), 2015(-76mm), 2016(-95mm). Par contre, les années excédentaires s'enregistrent en 2008(140mm), en 2009(1mm), en 2010(117mm), 2011(118mm) et en 2014(65mm).

IV.1.4.3.5-Indice du déficit pluviométrique

Les variations annuelles de l'indice de déficit pluviométrique (IDP) sont illustrées dans la figure 25 .

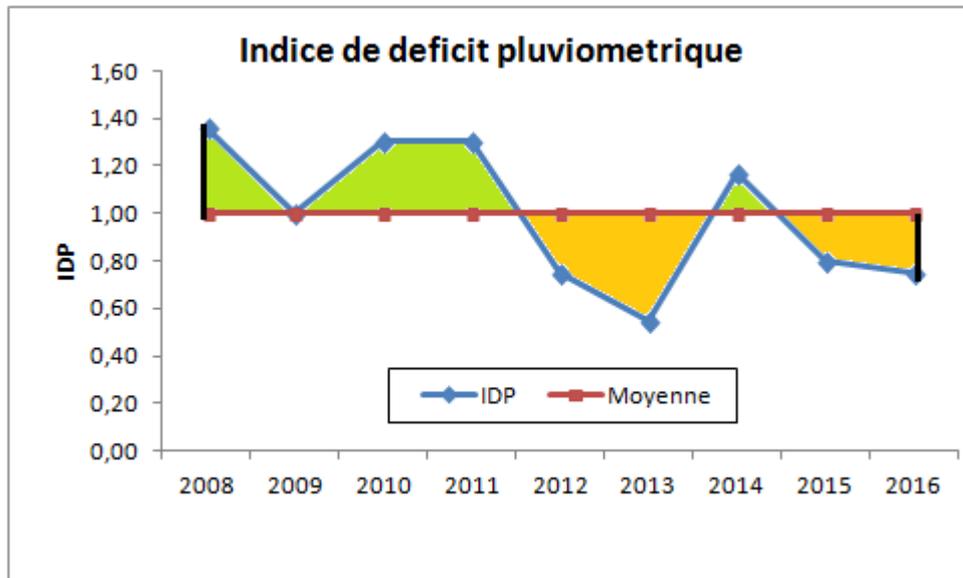


Figure 25: Indices de déficit pluviométrique calculés pour la période 2008-2016

Selon la figure 25, les $IDP > 1$ caractérisent les années 2008, 2009, 2010, 2011 et 2014. Cette séquence de cinq années est synonyme d'une période humide (couleur verte). La période sèche au $IDP < 1$ débute de 2012 à 2013 puis de 2015 à 2016, soit une séquence de quatre années.

Dans les deux séquences (humide et sèche), l'indice de déficit pluviométrique maximal et minimal sont enregistrés durant l'année 2008 et 2013 avec une valeur de l'ordre de 1,37 et de 0,55.

IV.2-Etude de l'impact du climat sur la croissance du liège à Beni-Ouarsous

Les changements qui surviennent dans les températures et la disponibilité d'eau dans le sol causent souvent une augmentation du stress dû à la sécheresse, risquent aussi d'accroître la vulnérabilité des forêts et déterminent probablement des variations de la productivité des écosystèmes

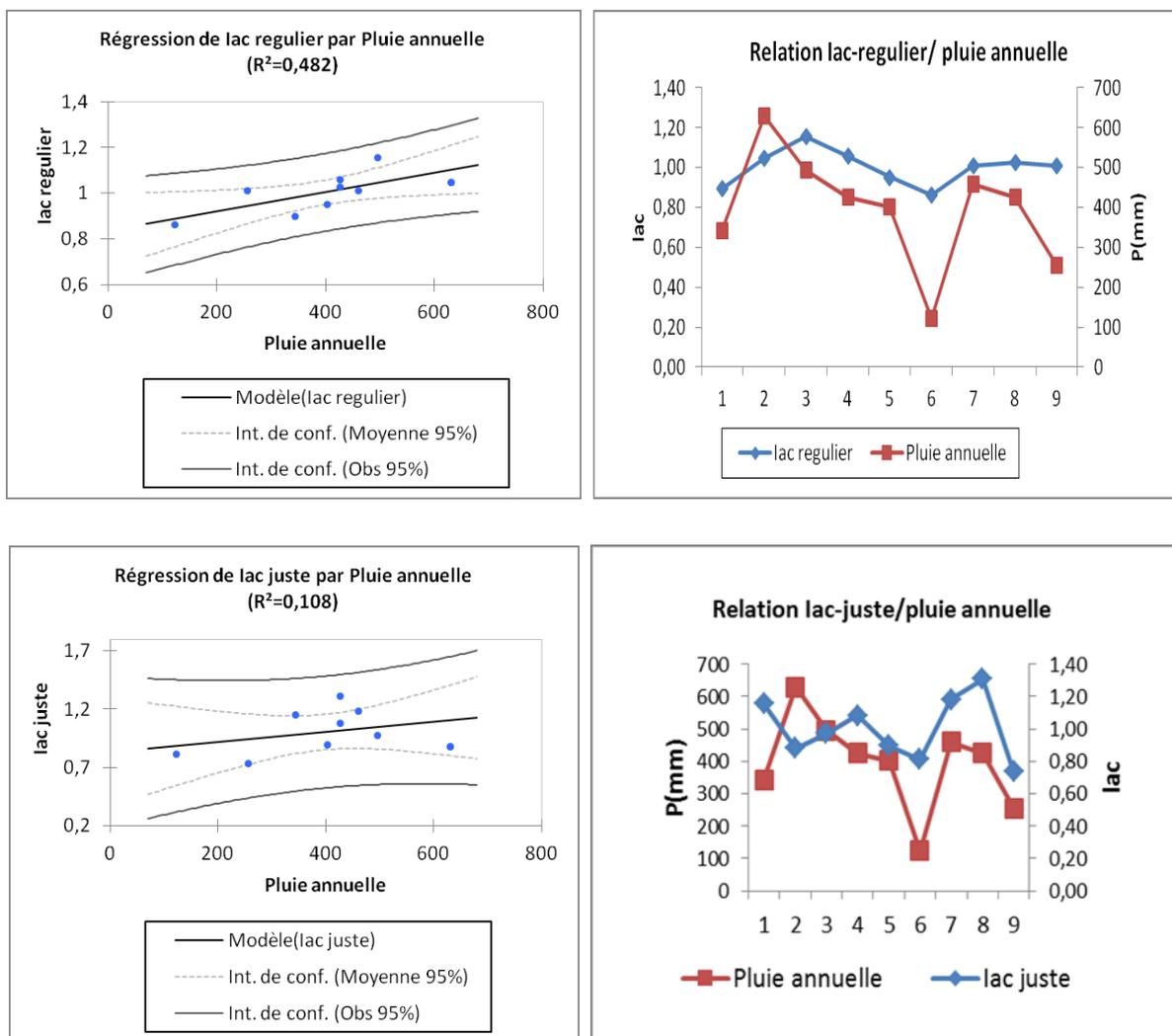
forestiers (Maroschek et *al.*, 2009). Dans notre cas, ces probables conséquences ont été décelées à travers plusieurs relations :

IV.2.1-Relation indices d'accroissement/pluviométrie

La croissance annuelle du liège a été mise en relief à la pluviométrie pour des sequences bien précises très liée aux exigences du chêne liège :

IV.2.1.1-Relation lac-pluie annuelle

La relation lac-pluie annuelle de la l'année hydrologique ainsi que sa régression linéaire sont mentionnées dans la figure 26.



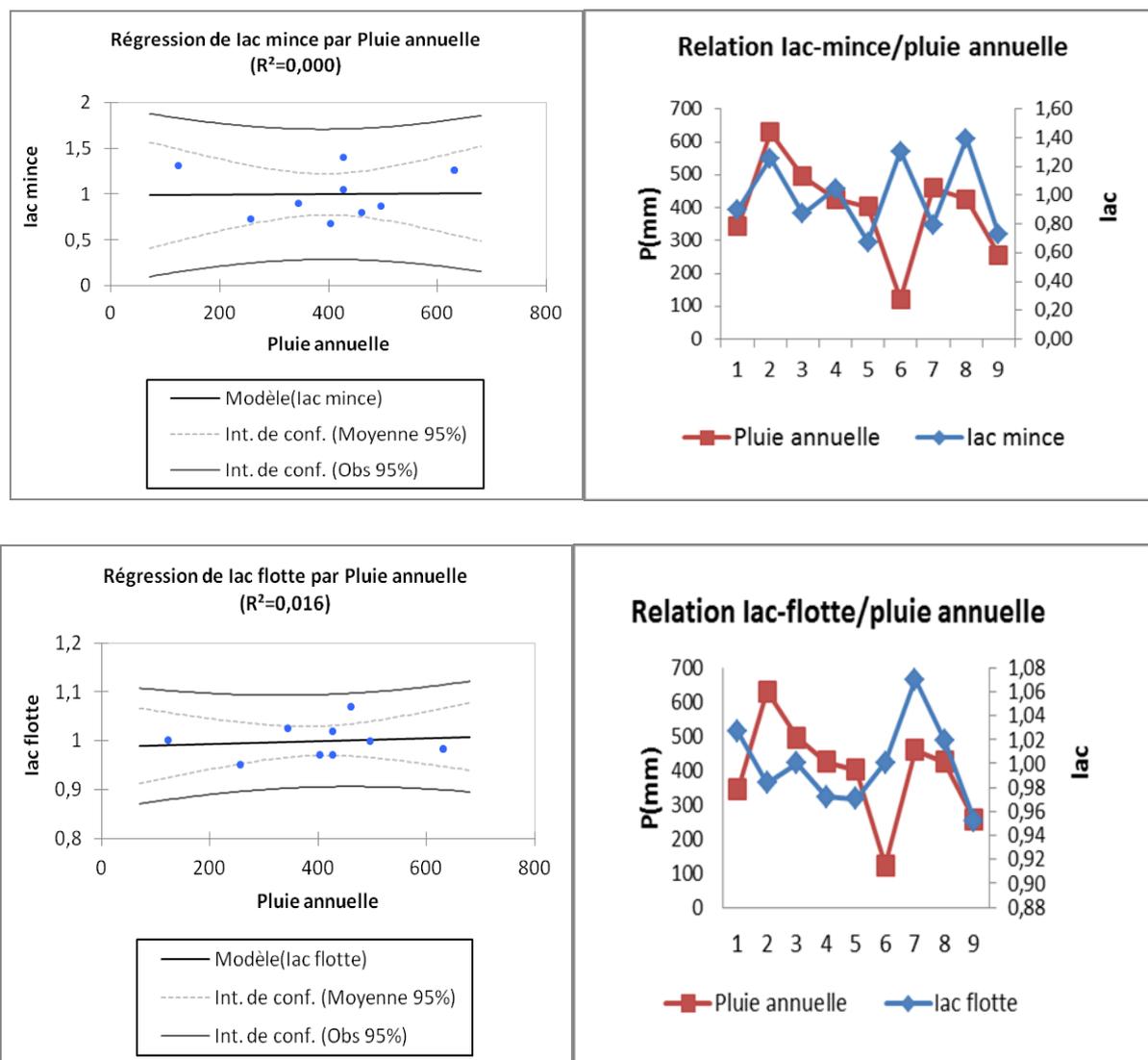


Figure26 : Relations probables entre lac et les pluies annuelles

A travers les coefficients de corrélation obtenus pour les quatre type de liège, il apparait que la relation lac- pluies annuelle de l'année est faible positive. Elle est proche de 0 que de 1 ou-1.Elle est forte positive pour le liège régulier ($r=0,69$)(Tab.20).

Tableau 20 : Résultats des corrélations entre lac et pluie annuelle

Pluie annuelle	lac-régulier	Iac- juste	lac- mince	Iac-flotte
Coefficient de corrélation	0,69	0,32	0,015	0,12
p value(95%)	0,038	0,388	0,968	0,745
Coefficient de détermination	0,482	0,108	0,000	0,016
R carré (ajusté)	0,408	-0,019	-0,143	-0,125

Equations de régression

- Pluie annuelle/lac regulier :

$$\text{Iac regulier} = 0,83 + 4,25 \cdot 10^{-4} \cdot \text{Pluie annuelle}$$

- Pluie annuelle/lac juste :

$$\text{Iac juste} = 0,83 + 4,33 \cdot 10^{-4} \cdot \text{Pluie annuelle}$$

- Pluie annuelle/lac mince:

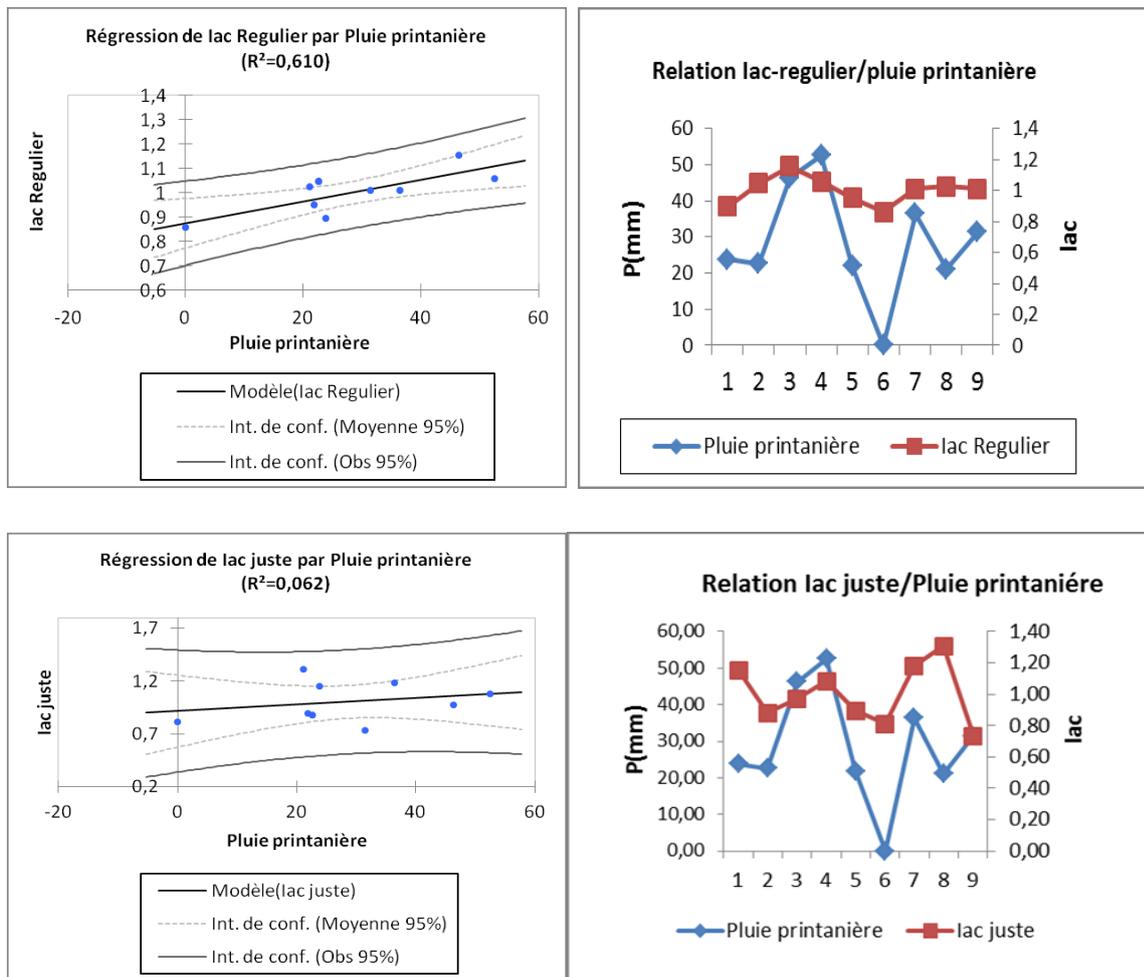
$$\text{Iac mince} = 0,98 + 2,90 \cdot 10^{-5} \cdot \text{Pluie annuelle}$$

- Pluie annuelle/lac flotte:

$$\text{Iac flotte} = 0,98 + 3,11 \cdot 10^{-5} \cdot \text{Pluie annuelle}$$

IV.2.1.2-Relation Iac-pluie printanière

La relation Iac-pluie printanière ainsi que sa régression linéaire sont mentionnées dans la figure 27.



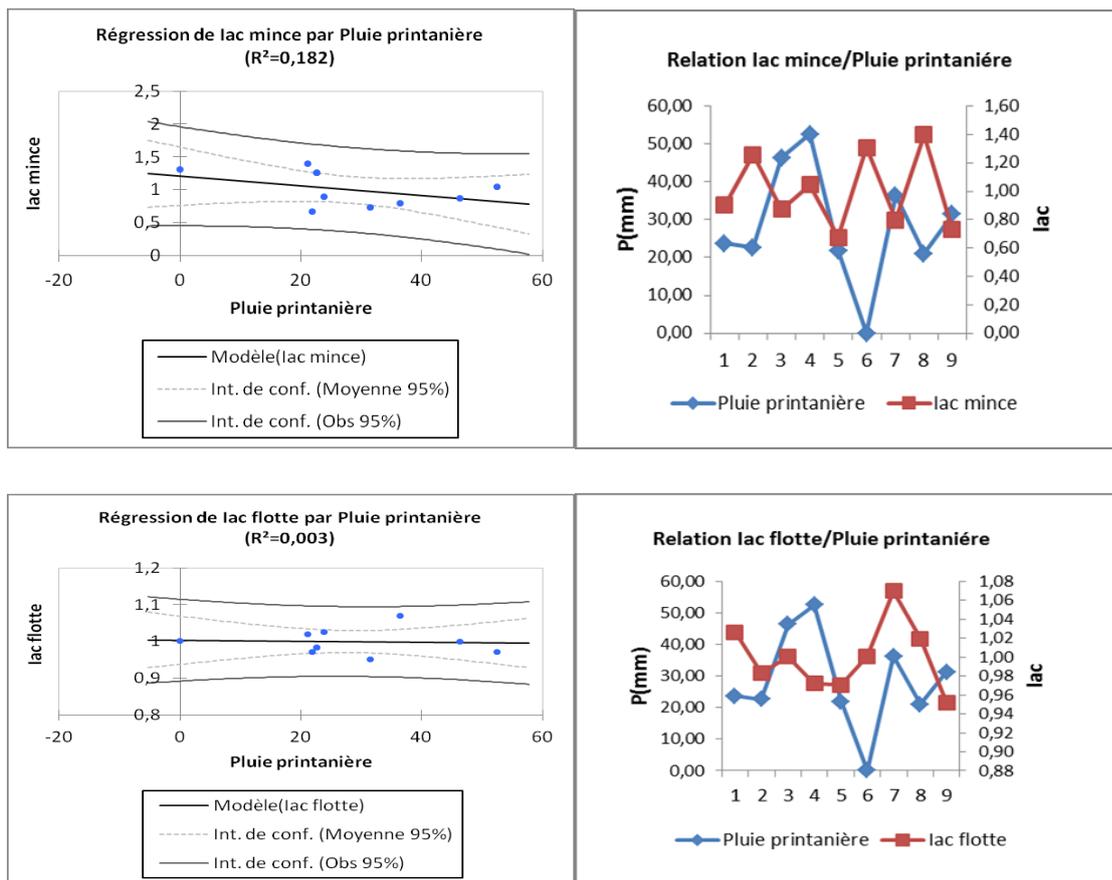


Figure27: Relations probables entre lac et la pluie printanière

Les précipitations qui jouent un rôle primordial dans l'alimentation hydrique des arbres sont souvent les premiers facteurs mis en évidence dans de nombreux travaux de recherche pour expliquer ce processus. Pour de nombreux auteurs, la déficience hydrique du sol est la conséquence d'une réduction des précipitations printanières (Oliveira et *al.*, 1992 ; David et *al.*, 1992 ; Méthy et *al.*, 1996).

A travers les coefficients de corrélation obtenus pour les quatre type de liège, nous constatons que la relation lac- pluies printanière est faible parfois positive et parfois négative. Elle est proche de 0 que de 1 ou -1. La seule relation significative concerne le liège régulier($r=0,72$) (Tab.21).

Tableau 21 : Résultats des corrélations entre Iac et pluie printanière

Pluie printanière	Iac-régulier	Iac- juste	Iac- mince	Iac-flotte
Coefficient de corrélation	0,72	0,24	-0,42	-0,05
p value(95%)	0,013	0,515	0,252	0,884
Coefficient de détermination	0,610	0,062	0,182	0,003
R carré (ajusté)	0,554	-0,072	0,062	-0,139

Equations de régression

- Pluie printanière/Iac regulier :

$$\text{Iac Regulier} = 0,87 + 4,45\text{E-}03 * \text{Pluie printanière}$$

- Pluie printanière /Iac juste :

$$\text{Iac juste} = 0,9 + 3,05\text{E-}03 * \text{Pluie printanière}$$

- Pluie printanière /Iac mince :

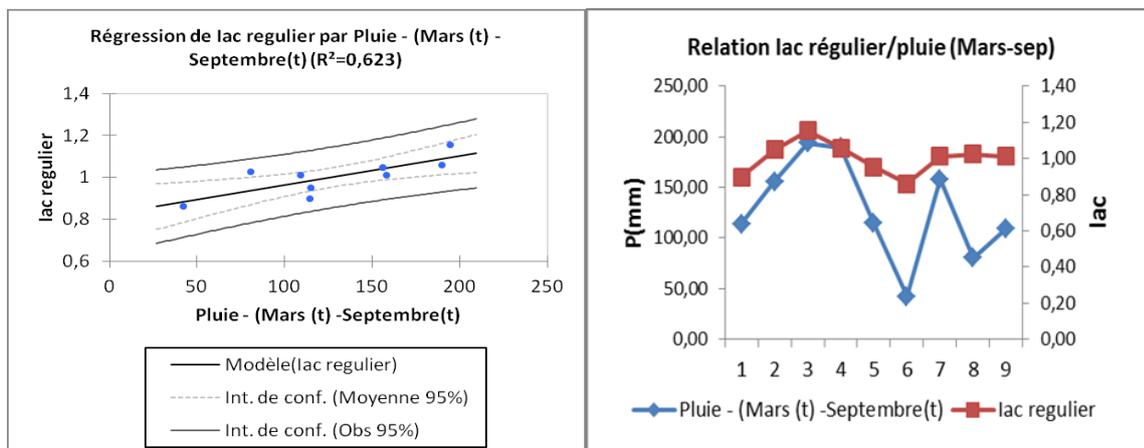
$$\text{Iac mince} = 1,20 - 7,31\text{E-}03 * \text{Pluie printanière}$$

- Pluie printanière /Iac flotte:

$$\text{Iac flotte} = 1,00 - 1,30\text{E-}04 * \text{Pluie printanière}$$

IV.2.1.3- Relation Iac –pluie de l’année végétative du liège

La relation Iac-pluie de l’année végétative ainsi que sa régression lineaire sont mentionnées dans la figure 28.



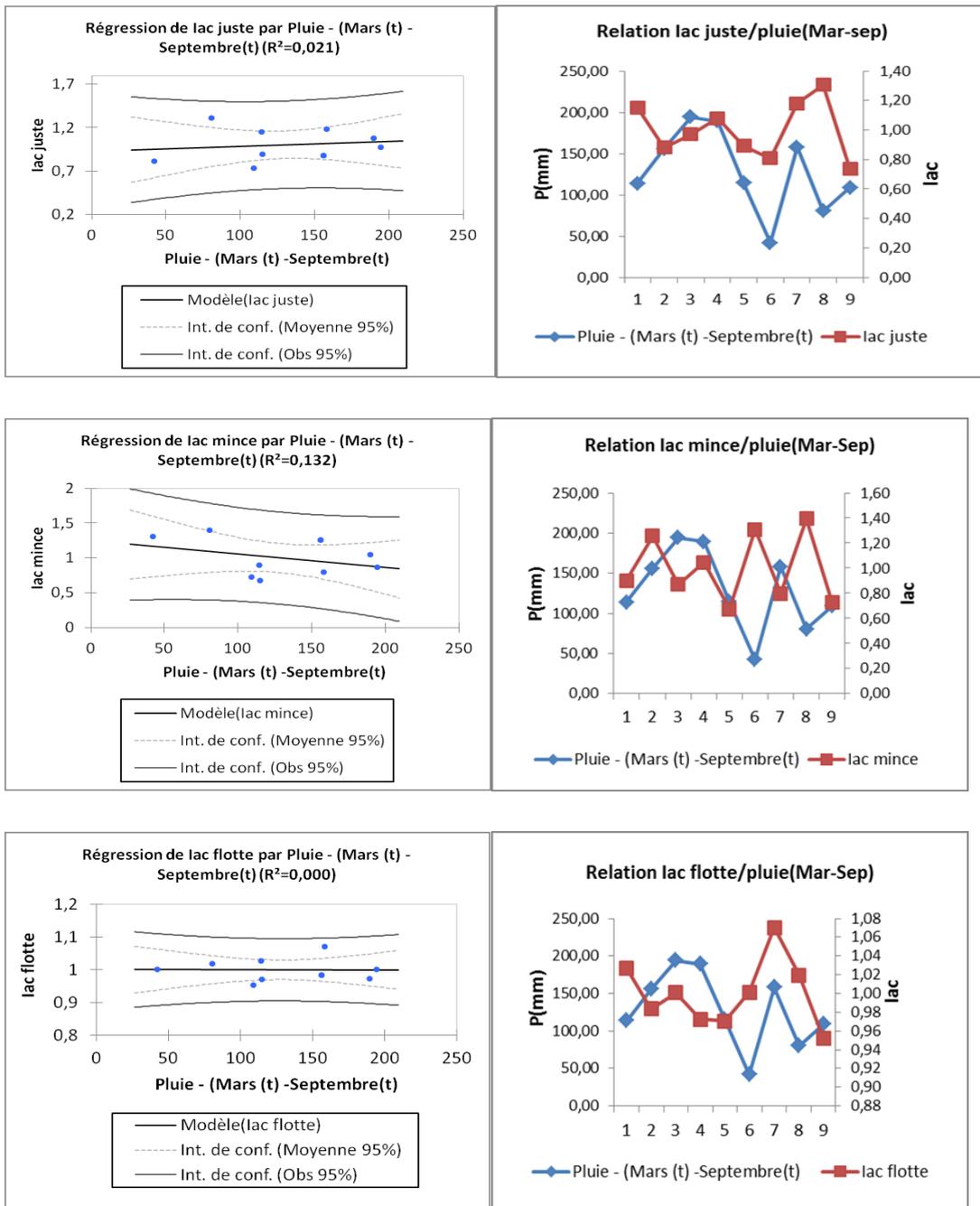


Figure28: Relations probables entre Iac et la pluies de l'année végétative

A travers les coefficients de corrélation obtenus pour les quatre type de liège, nous constatons que la relation Iac- pluie de l'année végétative du liège (Mars (t) -Septembre(t)) est faible parfois positive et parfois négative. Elle est proche de 0 que de 1 ou -1. La seule relation significative concerne le liège régulier($r=0,79$)(Tab.22).

Tableau22 : Résultats des corrélations entre Iac –pluie de l’année végétative du liège (Mars (t) -Septembre(t))

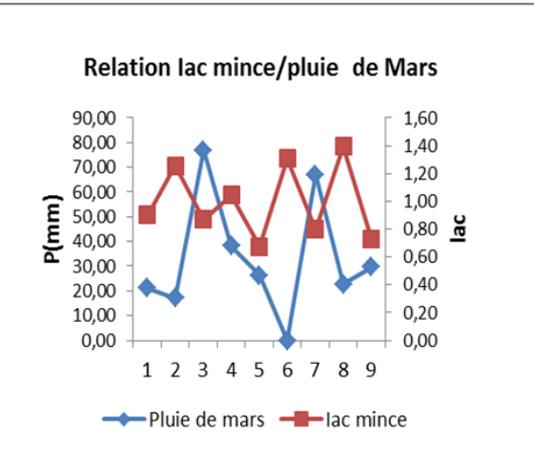
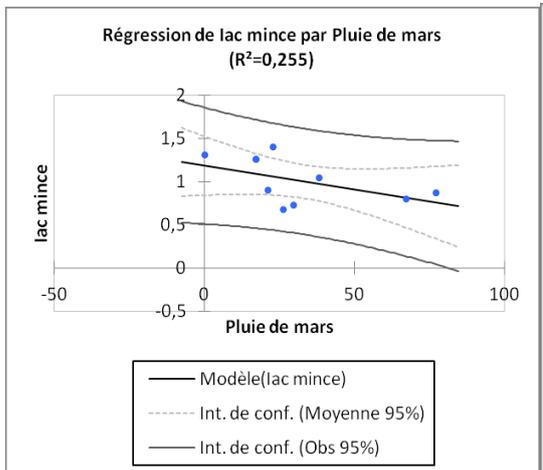
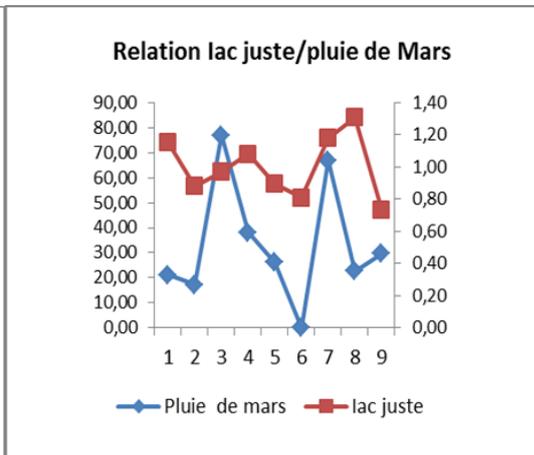
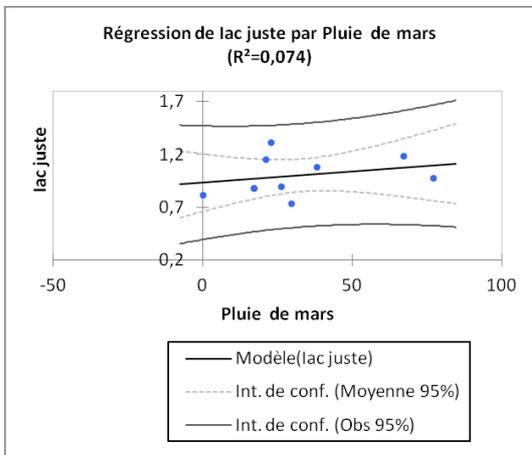
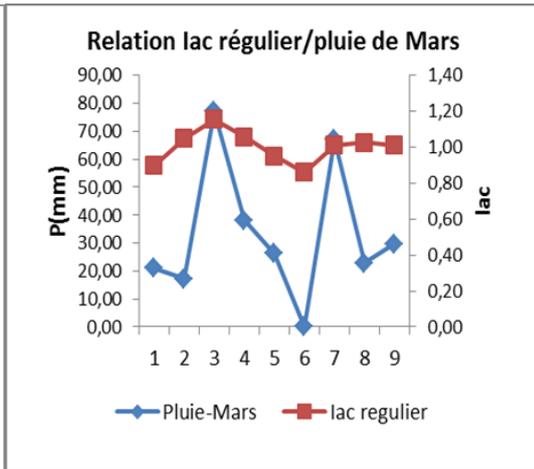
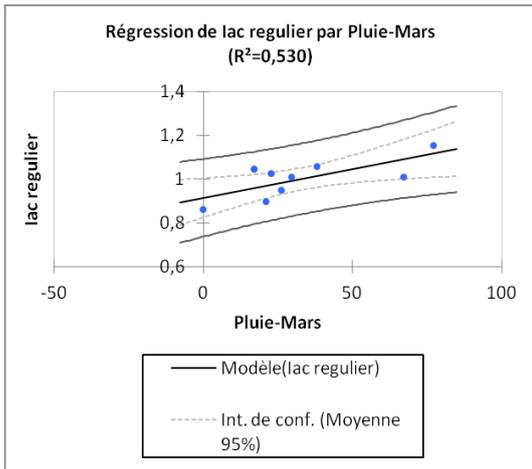
Pluie de l’année végétative	Iac-régulier	Iac- juste	Iac- mince	Iac-flotte
Coefficient de corrélation	0,79	0,15	-0,36	-0,008
p value(95%)	0,011	0,710	0,983	0,884
Coefficient de détermination	0,623	0,021	0,000	0,003
R carré (ajusté)	0,569	-0,019	-0,143	-0,139

Equations de régression

- Pluie pluie de l’année végétative du liège /Iac regulier :
Iac regulier = $0,82+1,39E-03*Pluie - (Mars (t) -Septembre(t))$
- Pluie pluie de l’année végétative du liège /Iac juste :
Iac juste = $0,93+5,48E-04*Pluie - (Mars (t) -Septembre(t))$
- Pluie pluie de l’année végétative du liège /Iac mince :
Iac mince = $1,24-1,92E-03*Pluie - (Mars (t) -Septembre(t))$
- Pluie pluie de l’année végétative du liège /Iac flotte :
Iac flotte = $1,00-5,74E-06*Pluie - (Mars (t) -Septembre(t))$

IV.2.1.4-Relation Iac- Pluie du mois de Mars

La relation Iac-pluie annuelle ainsi que sa regression linéaire sont mentionnées dans la figure 29.



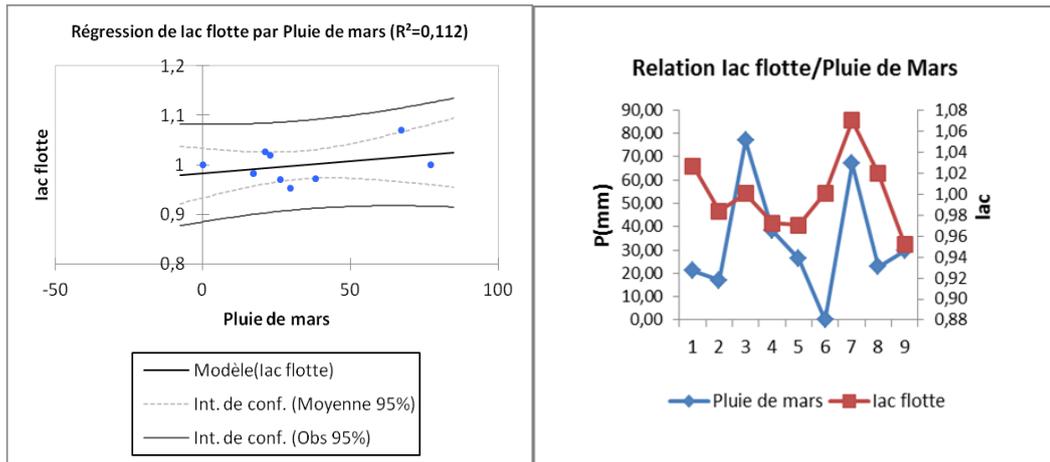


Figure29 : Relations probables entre Iac et la pluie de Mars

A travers les coefficients de corrélation obtenus pour les quatre type de liège, nous constatons que la relation Iac- pluie de mars est faible parfois positive et parfois négative. Elle est proche de 0 que de 1 ou-1. La seule relation significative concerne le liège régulier($r=0,72$)(Tab.23).

Tableau23 : Résultats des corrélations entre Iac –pluie de Mars

Pluie du mois de Mars	Iac-régulier	Iac- juste	Iac- mince	Iac-flotte
Coefficient de corrélation	0,72	0,27	-0,5	0,33
p value(95%)	0,026	0,480	0,166	0,884
Coefficient de détermination	0,530	0,074	0,255	0,003
R carré (ajusté)	0,463	-0,059	-0,149	-0,139

Equations de régression

- Pluie pluie de Mars /Iac regulier :

$$\text{Iac regulier} = 0,91 + 2,64E-03 * \text{Pluie-Mars}$$

- Pluie pluie de Mars /Iac juste :

$$\text{Iac juste} = 0,93 + 2,12E-03 * \text{Pluie de mars}$$

- Pluie pluie de mars /Iac mince :

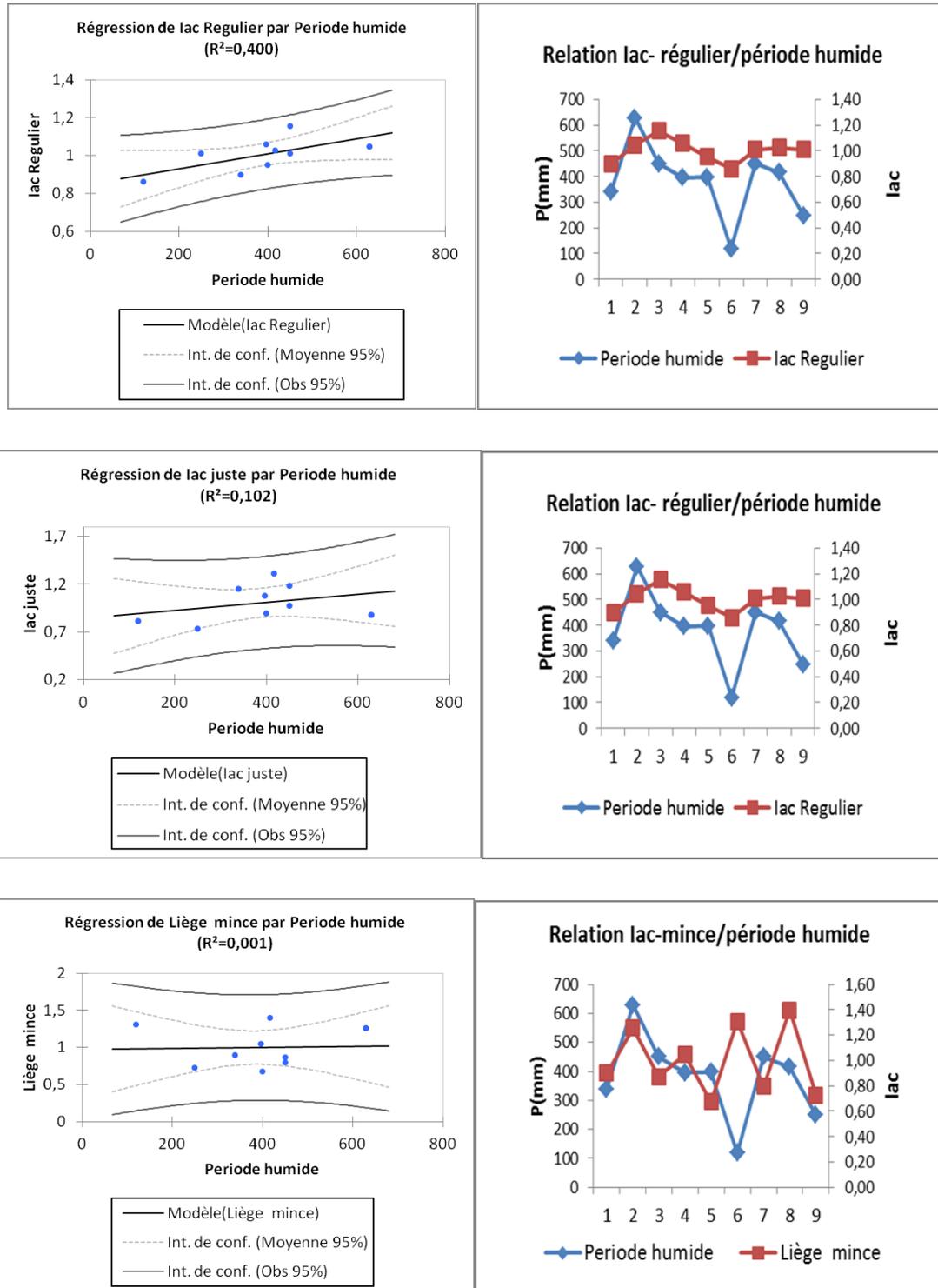
$$\text{Iac mince} = 1,18 - 5,51E-03 * \text{Pluie de mars}$$

- Pluie pluie de l'année végétative du liège /Iac flotte :

$$\text{Iac flotte} = 0,98 + 4,89E-04 * \text{Pluie de mars}$$

IV.2.1.5-Relation lac – période humide

La relation lac-année humide ainsi que sa regression linéaire sont mentionnées dans la figure 30.



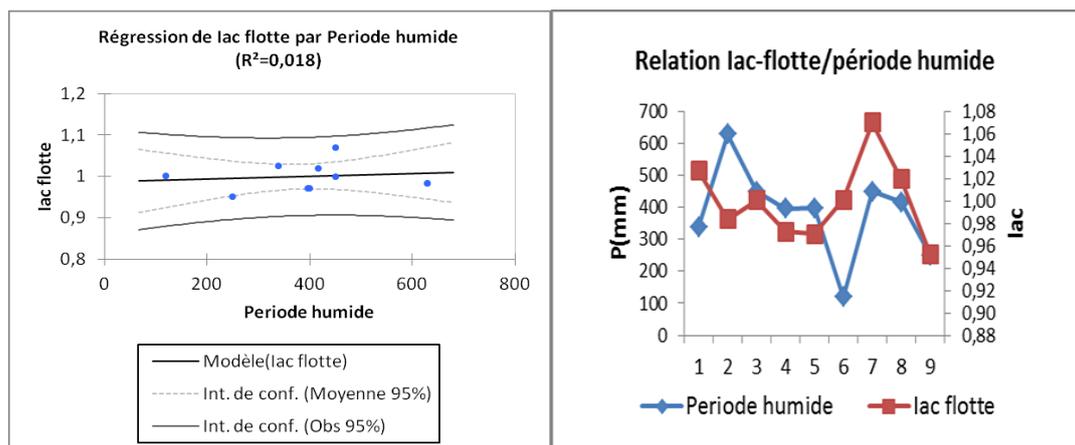


Figure30 : Relations probables entre Iac et la période humide

A travers les coefficients de corrélation obtenus pour les quatre type de liège, nous constatons que la relation Iac-période humide est faible. Elle est proche de 0 que de 1 ou -1. La seule relation significative concerne le liège régulier($r=0,63$ (Tab.24).

Tableau24 : Résultats des corrélations entre Iac –période humide

Période humide	Iac-régulier	Iac- juste	Iac- mince	Iac-flotte
Coefficient de corrélation	0,63	0,31	0,029	0,13
p value(95%)	0,068	0,402	0,940	0,729
Coefficient de détermination	0,400	0,102	0,001	0,018
R carré (ajusté)	0,314	-0,026	-0,142	-0,122

Equations de régression

- Pluie periode humide /Iac regulier :

$$\text{Iac Régulier} = 0,85 + 3,96E-04 * \text{Période humide}$$

- Pluie periode humide /Iac juste :

$$\text{Iac juste} = 0,83 + 4,31E-04 * \text{Période humide}$$

- Pluie periode humide /Iac mince :

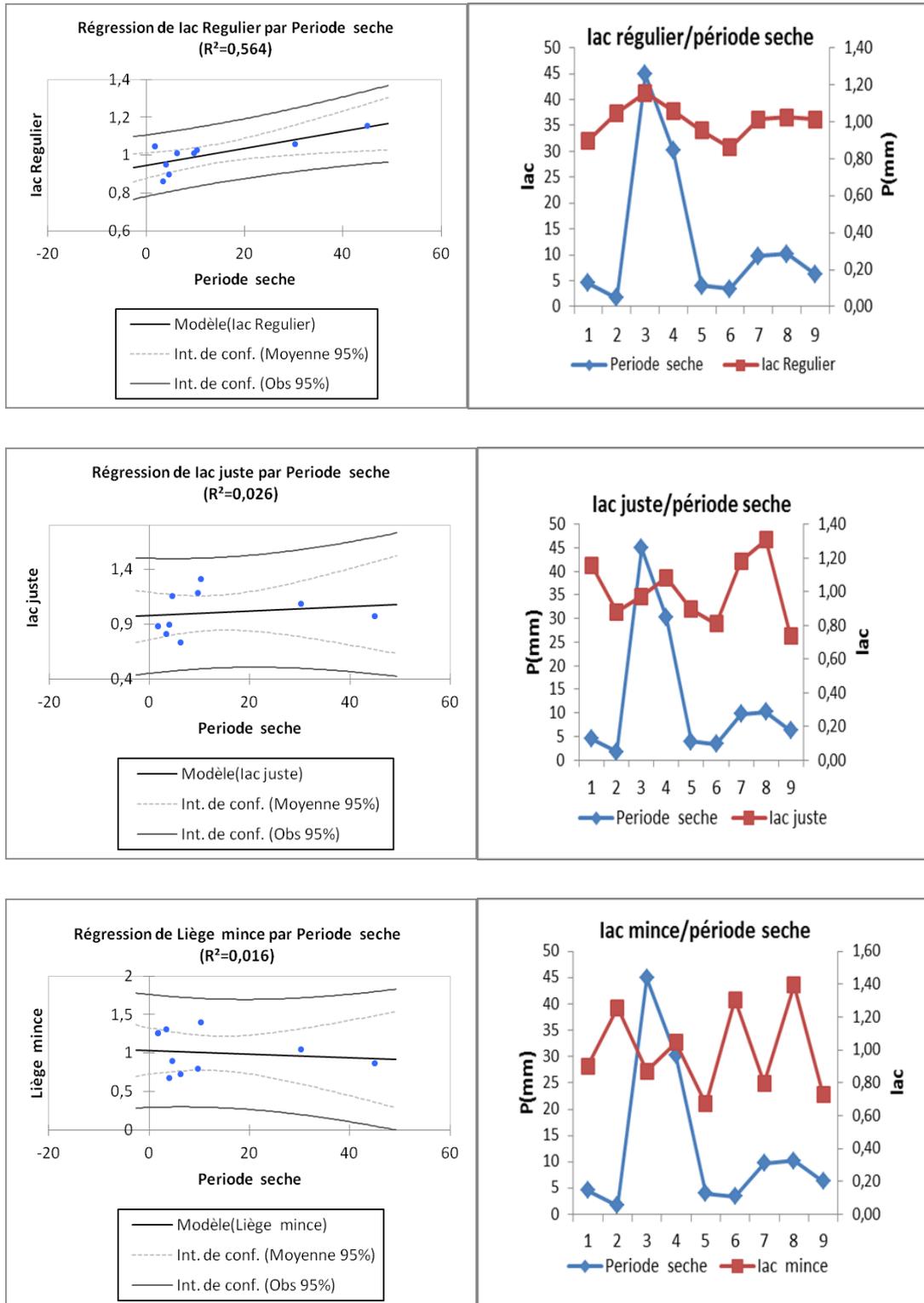
$$\text{Iac mince} = 0,97 + 5,55E-05 * \text{Période humide}$$

- Pluie periode humide /Iac flotte :

$$\text{Iac flotte} = 0,98 + 3,39E-05 * \text{Période humide}$$

IV.2.1.5-Relation lac – période sèche

La relation lac-année sèche ainsi que sa regression linéaire sont reportées dans la figure 31.



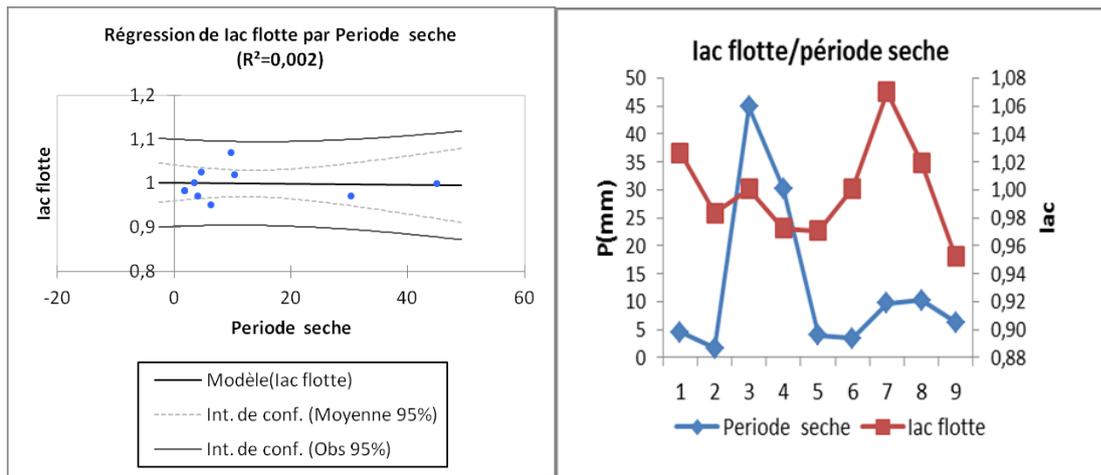


Figure31 : Relations probables entre Iac et la période sèche

A travers les coefficients de corrélation obtenus pour les quatre type de liège, nous remarquons que la relation Iac- période sèche est très faible parfois absente. Elle est proche de 0 que de 1 ou -1. La seule relation significative concerne le liège régulier($r=0,75$)(Tab.25).

Tableau 25 : Résultats des corrélations entre Iac –période sèche

Période sèche	Iac-régulier	Iac- juste	Iac- mince	Iac-flotte
Coefficient de corrélation	0,75	0,16	0,12	-0,04
p value(95%)	0 ,020	0,679	0,745	0,899
Coefficient de détermination	0,564	0,026	0,016	0,002
R carré (ajusté)	0,502	-0,113	-0,124	-0,140

Equations de régression

- Pluie periode humide /Iac régulier :

$$\text{Iac Régulier} = 0,94 + 4,49\text{E-}03 * \text{Période sèche}$$

- Pluie periode humide /Iac juste :

$$\text{Iac juste} = 0,97 + 2,07\text{E-}03 * \text{Période sèche}$$

- Pluie periode humide /Iac mince :

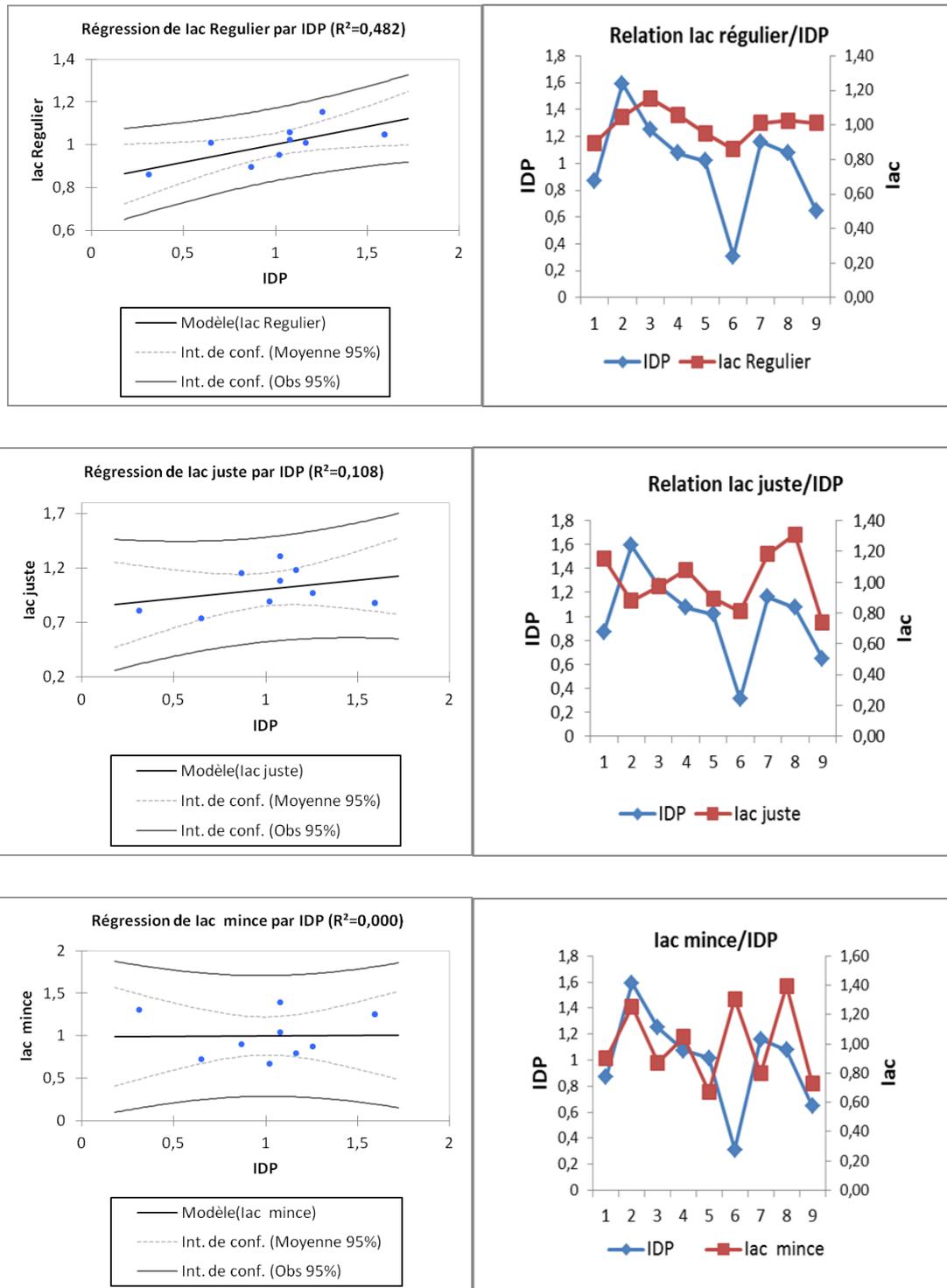
$$\text{Liège mince} = 1,02 - 2,28\text{E-}03 * \text{Période sèche}$$

- Pluie periode humide /Iac flotte :

$$\text{Iac flotte} = 1,00 - 1,20\text{E-}04 * \text{Période sèche}$$

IV.2.1.6-Relation Indice d'Accroissements / Indice de Déficit Pluviométrique

La relation lac-IDP ainsi que sa régression linéaire sont présentées dans la figure 32.



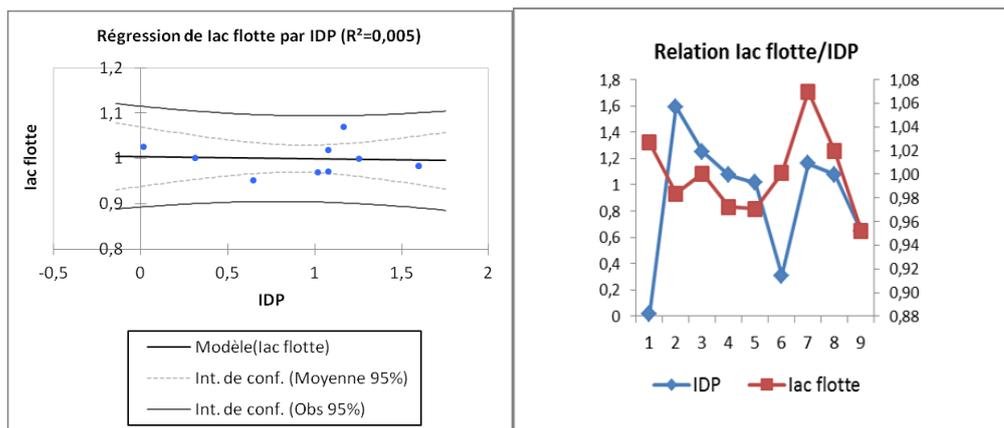


Figure32 : Relations probables entre Iac et l'Indice de Déficit Pluviométrique

A travers les coefficients de corrélation obtenus pour les quatre type de liège, nous constatons que la relation Iac- IDP est faible à très. Elle est proche de 0 que de 1 ou-1. La seule relation significative vient du liège régulier($r=0,69$)(Tab.26).

Tableau26 : Résultats des corrélations entre Iac -IDP

Indice de Déficit Pluviométrique	Iac-régulier	Iac- juste	Iac- mince	Iac-flotte
Coefficient de corrélation	0,69	0,32	0,015	-0,007
p value(95%)	0,038	0,388	0,968	0,858
Coefficient de détermination	0,482	0,108	0,000	0,005
R carré (ajusté)	0,408	-0,019	-0,143	-0,137

Equations de régression

- IDP /Iac régulier :

$$\text{Iac Regulier} = 0,83 + 0,16 * \text{IDP}$$

- IDP /Iac juste :

$$\text{Iac juste} = 0,83 + 0,17 * \text{IDP}$$

- IDP/Iac mince :

$$\text{Iac mince} = 0,98 + 1,15E-02 * \text{IDP}$$

- IDP /Iac flotte :

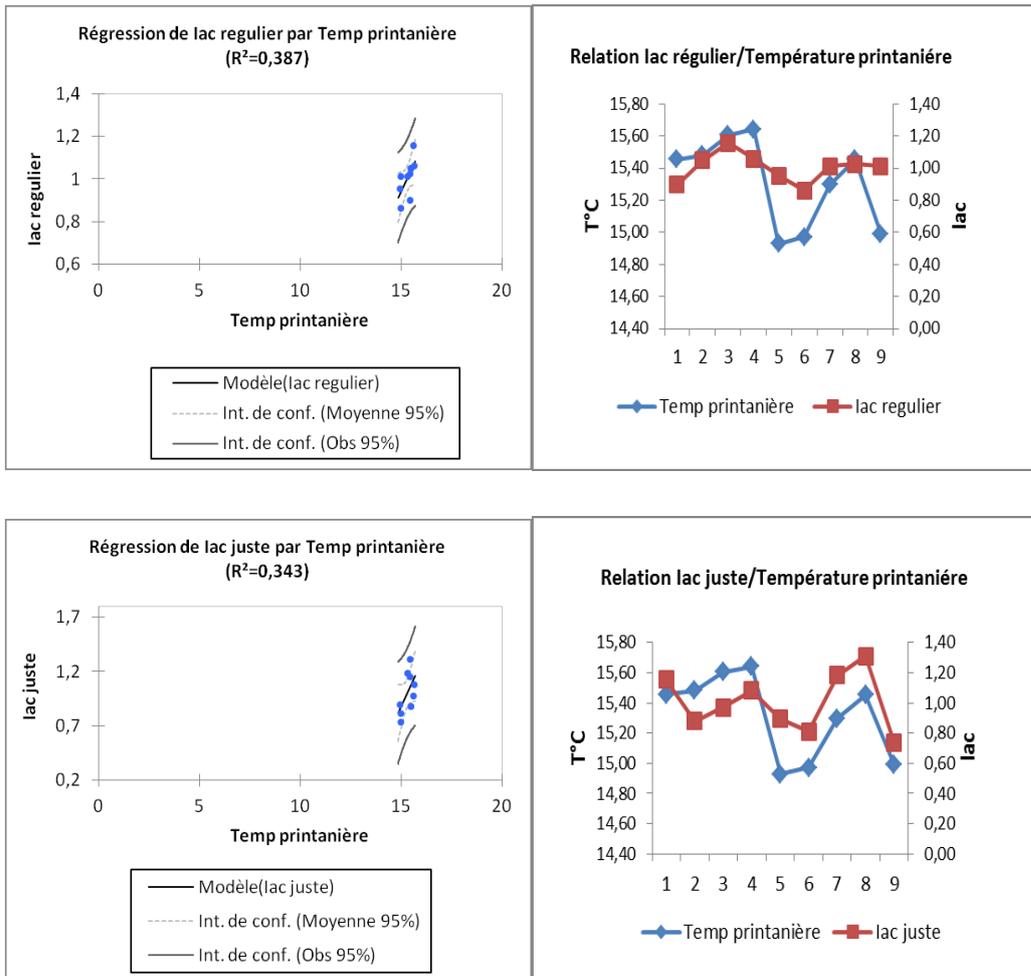
$$\text{Iac flotte} = 1,00 - 5,06E-03 * \text{IDP}$$

IV.2.2-Relation indice d'accroissement (Iac)/ température

La relation Iac-Température printanière et estivale ainsi que leur régression linéaire sont mentionnées dans les figures 35 et 36.

IV.2.2.1 – Température printanière

La figure 33 illustre la relation probable entre lac et la température printanière.



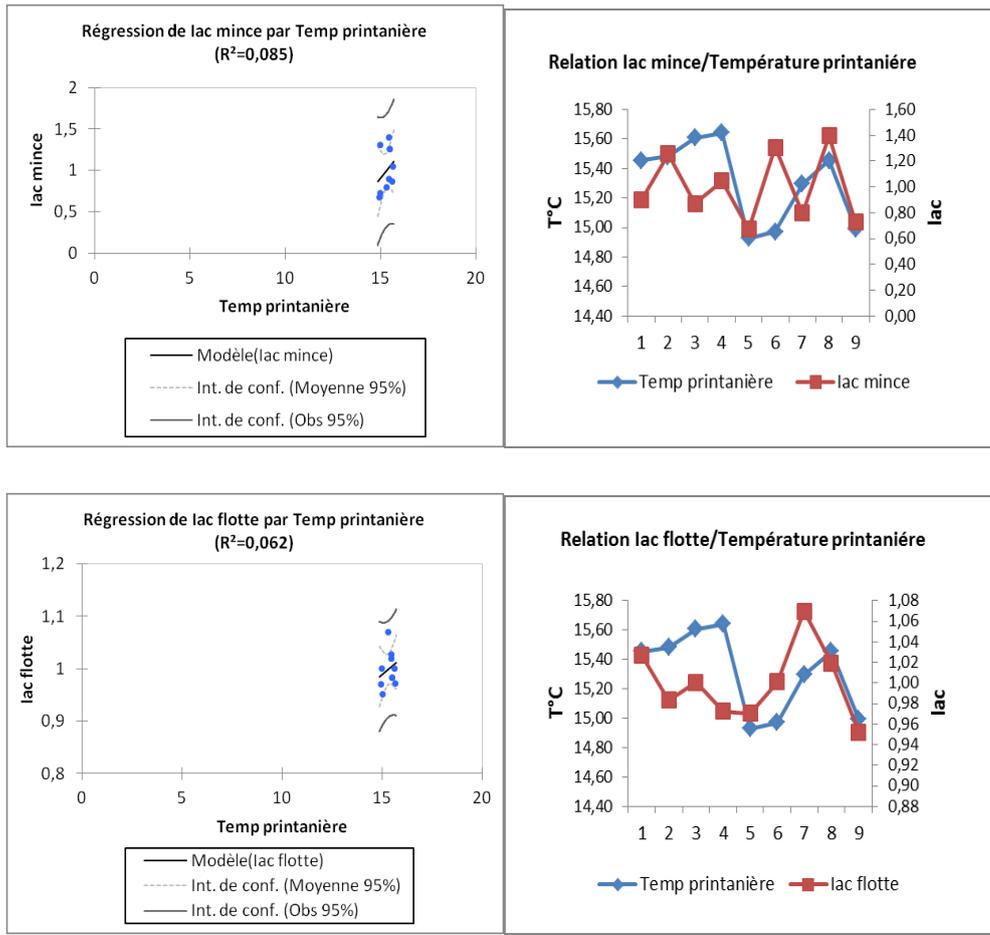


Figure33 : Relations probables entre Iac et les températures printanières

A travers les coefficients de corrélation obtenus pour les quatre type de liège, nous constatons que la relation Iac-température printanière est faible positive. Elle est proche de 0 que de 1 ou -1. La seule relation significative concerne le liège régulier($r=0,62$)et le liège juste ($r=0,58$)(Tab.27).

Tableau27 : Résultats des corrélations entre température printanière

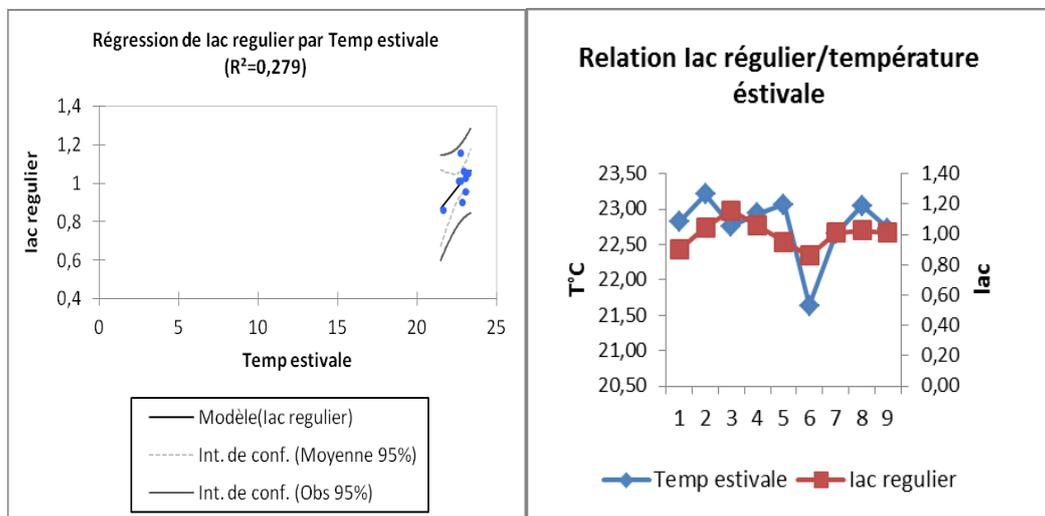
Température printanière	Iac-régulier	Iac- juste	Iac- mince	Iac-flotte
Coefficient de corrélation	0,62	0,58	0,29	0,24
p value (95%)	0,074	0,097	0,447	0,518
Coefficient de détermination	0,387	0,343	0,085	0,062
R carré (ajusté)	0,299	0,250	-0,046	-0,072

Equations de régression

- Température printanière /Iac régulier :
Iac régulier = $-2,00+0,19*\text{Temp. Printanière}$
- Température printanière /Iac juste :
Iac juste = $-5,09+0,39*\text{Temp. printanière}$
- Température printanière /Iac mince :
Iac mince = $-3,23+0,27*\text{Temp. printanière}$
- Température printanière /Iac flotte :
Iac flotte = $0,51+3,15\text{E-}02*\text{Temp. printanière}$

IV.2.2.2-Température estivale

La figure 34 illustre la relation probable entre lac et la température estivale.



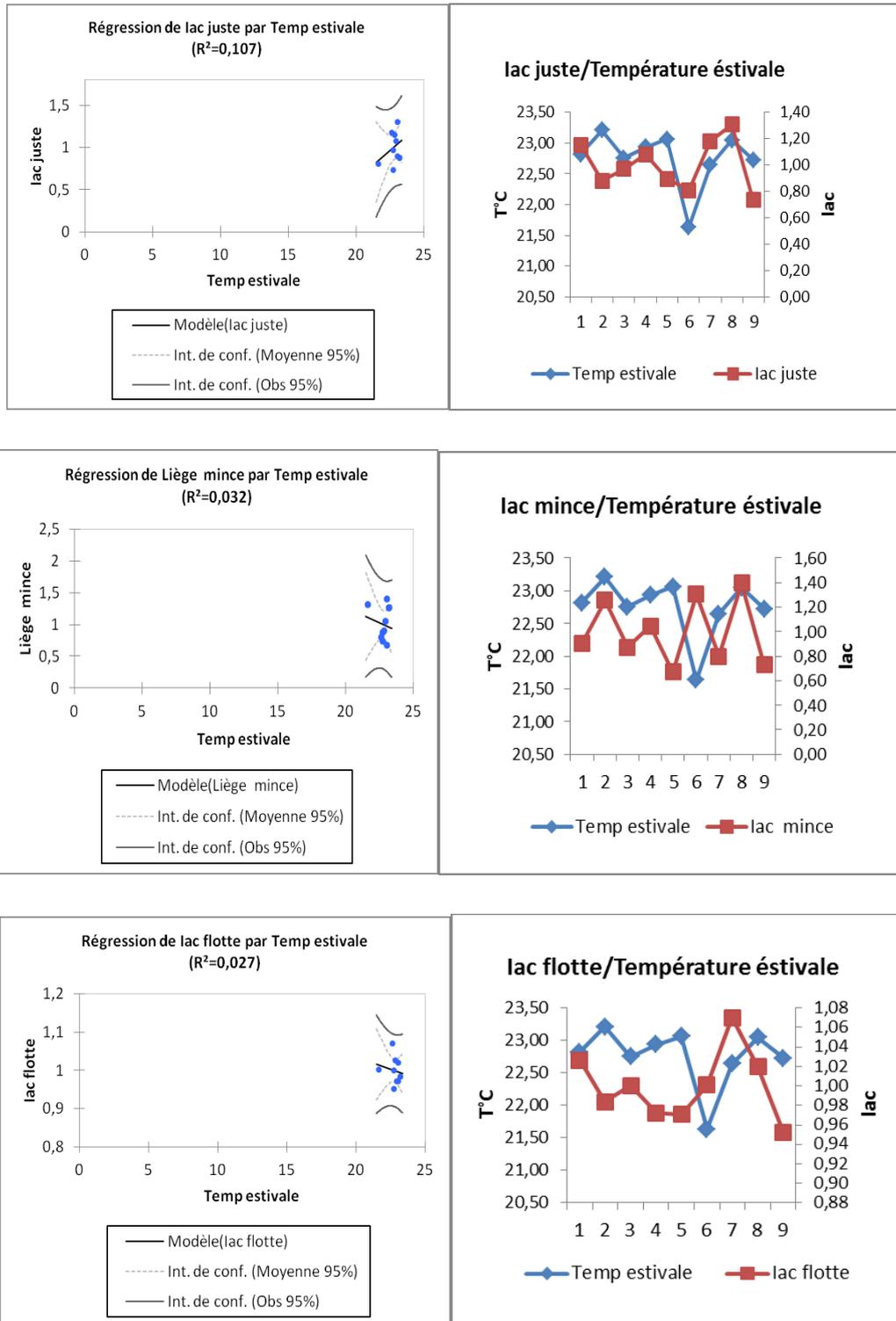


Figure34: Relations probables entre Iac et la température estivale

A travers les coefficients de corrélation obtenus pour les quatre type de liège, nous constatons que la relation Iac-température estivale est faible positive. Elle est proche de 0 que de 1 ou -1. La seule relation significative concerne le liège régulier($r=0,52$)(Tab. 28).

Tableau28 : Résultats des corrélations entre température estivale

Température estivale	Iac-régulier	Iac-juste	Iac-mince	Iac-flotte
Coefficient de corrélation	0,52	0,32	0,29	-0,16
p value (95%)	0,143	0,391	0,644	0,673
Coefficient de détermination	0,279	0,107	0,032	0,027
R carré (ajusté)	0,177	-0,021	-0,106	-0,112

Equations de régression

- Température estivale /Iac régulier :

$$\text{Iac juste} = -2,08 + 0,13 * \text{Temp estivale}$$

- Température estivale /Iac juste

$$\text{Iac régulier} = -1,3 + 0,10 * \text{Temp estivale}$$

- Température estivale /Iac mince

$$\text{Iac flotte} = 1,28 - 1,27E-02 * \text{Temp estivale}$$

- Température estivale /Iac flotte

$$\text{Liège mince} = 3,37 - 0,10 * \text{Temp estivale}$$

Globalement, nous pouvons avancer que le liège de la suberaie de Beni-Ouarsous n'est pas influencé par le climat. Les coefficients de corrélation calculés pour les quatre types de liège selon des séquences climatiques bien déterminées ne relevent aucune concordance. La seule liaison possible a été révélée sur le liège de type régulier. Dans notre opinion, ce résultat est dû essentiellement aux accroissements rapides de ce type de liège puisque la majorité des échantillons appartient à la classe du liège flotte à accroissement faible.

Ces résultats ne sortent pas de ce qui est cité dans la bibliographie. La plupart des études menées sur les suberaies méditerranéennes confirment le rôle secondaire des variations climatiques (stress hydrique et température

élevées) dans la chute de la production des peuplement que ce soit dans la rive nord ou sud de la méditerranée (Caritat et al., 2000 ; Costa et al.,2002 ; Oliveira et al.,2002 ; Sacherz-Gonzalez et al., 2007 ; Lecomte, 2010).

En effet, le liège de Beni-Ouarssous est bien adapté au contraste climatique de cette région. Natividade (1956) signale que le tempérament xérophyte du chêne liège fait qu'un minimum de conditions lui est nécessaire pour vivre, en dehors desquelles les arbres entrent en régression. Aronson et al.(2009) ; Blanco et al.(1997), stipulent qu'une pluviométrie annuelle variant de 400 à 800mm et une température moyenne de 15°C suffisent à maintenir l'espèce en bonne vitalité.

La subéraie de Beni-Ouarssous est de type littoral, elle bénéficie d'une ambiance maritime en continue et arrive très facilement à combler son bilan hydrique durant toute l'année. La taille importante du sous-bois dans cette forêt nous donne une indication que les réserves hydriques dans le sol sont très consistantes. Effectivement, les extrêmes climatiques qui entravent la performance des arbres (croissance et reproduction) sont réduits dans cette zone. La croissance annuelle est limitée plutôt par la température basse et froide pendant l'hiver (la gelée) et le stress hydrique des températures extrêmes de l'été, ces deux paramètres sont absents dans cette forêt

Notre zone d'étude et aussi comme dans la plupart des autres subéraies, la production du liège n'obéit à aucune logique. Chaque individu possède une forme botanique qu'il lui dicte le type d'accroissement à produire chaque année. Dans le seul périmètre de 30 m, on peut rencontrer une multitude de phénotypes et de génotypes poussant sur des conditions de croissance similaire (UPIC, 1990).

Par contre, c'est le mode de gestion des subéraies (aménagement et sylviculture, lutte contre les maladies et les insectes nuisibles...) qui va améliorer ou dégrader la vitalité des arbres. Il a été constaté que :

- le calibre est meilleur dans les stations à climat humide et aux sols fertiles que celles à climat sec et aux sols pauvres (Montero, 1987).

- La hauteur d'écorçage : l'épaisseur du liège est décroissante dans la partie supérieure du tronc (elle baisse de 25 mm au-delà de 4 m de hauteur) que dans sa partie inférieure (Montero et Vallejo, 1990).
- Classe de circonférences : les meilleures épaisseurs sont obtenues dans les classes de circonférences centrales (107-140cm) à (172-204cm) (Montero et Vallejo, 1990).
- L'âge des arbres : à un âge avancé des arbres, le calibre des planches ayant 9 à 10 ans diminue fortement de telle sorte que l'exploitation du liège ne présente plus d'intérêts (Natividade, 1956).
- Nombre des récoltes : le calibre du liège augmente progressivement jusqu'à la 6^{ème} et la 7^{ème} récolte puis fléchit de 25 mm à partir de la 10^{ème} récolte et ne rentre plus dans la l'icône du liège bouchonnable (Montero et Cañellas, 1999).
- Une trop grande densité entre peuplement engendrera une forte concurrence des arbres entre eux, un faible état végétatif avec un faible accroissement du bois et du liège (Bossuet, 1988).

Ce dernier point semble très marqué dans la forêt de Beni Ouarssous. En effet, l'embroussaillent dépasse les limites sur l'ensemble de la subéraie, aucun arbre n'est épargné. Les sujets ne bénéficient pas d'une bonne aération et présentant une architecture moins étalée et un port élancé qu'un chêne liège ordinaire, du fait de la course continue vers la lumière et la photosynthèse (Pl.17).

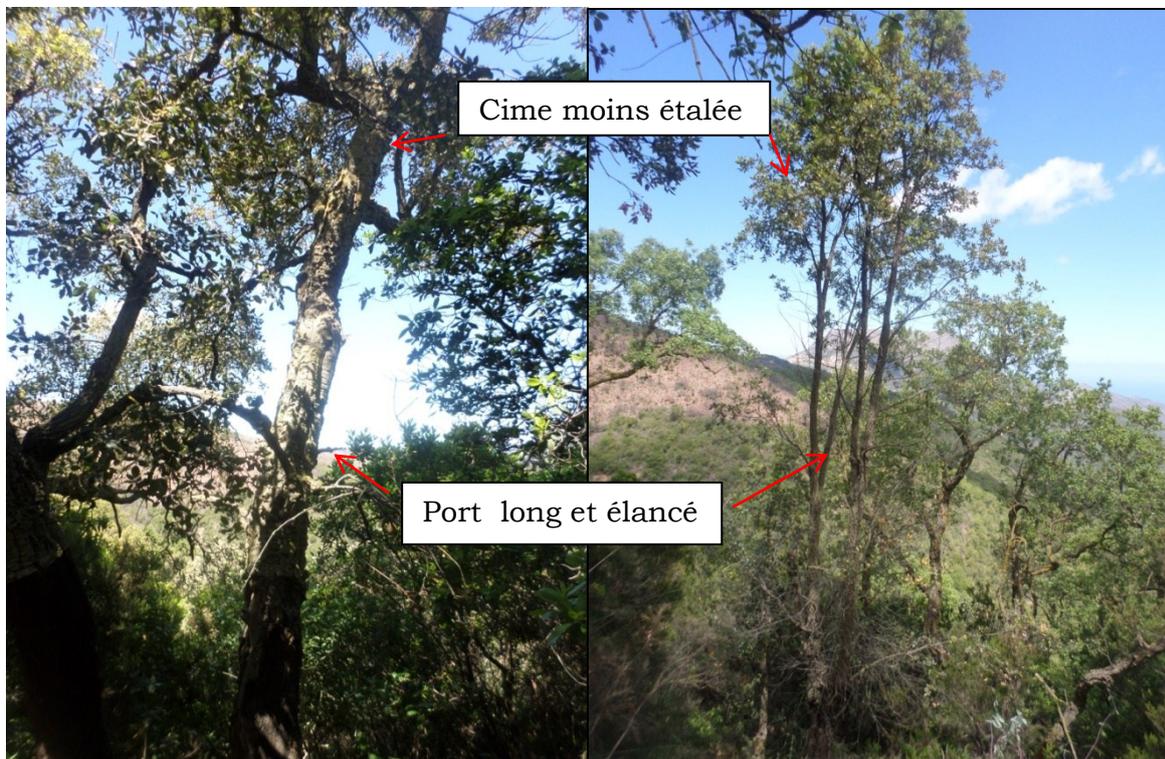


Planche17 : Chêne liège confronté à la concurrence du sous bois (Original)

Dans notre opinion, la faible croissance annuelle du liège dans la subéraie de Beni-Ouarssous est délibérément liée à la forte concurrence des autres espèces accompagnatrices du chêne liège telles que l'arbousier, la filaire, le genévrier oxycedre, le lentisque...

Le chêne liège de cette forêt investi dans la croissance en hauteur plutôt que la croissance en largeur. En d'autres mots se sont les méristèmes primaires qui prennent le dessus sur les méristèmes secondaires.

Ce taux important de sous-bois à rendu la subéraie très vulnérable aux attaques d'insecte xylophages et particulièrement aux déclenchements des incendies.

IV.3-Etude de la qualité du liège de Beni-Ouarssous

L'étude de la qualité du liège de cette forêt s'est limitée à l'étude des défauts les plus fréquents sur le liège récolté des arbres échantillons (Fig.35)

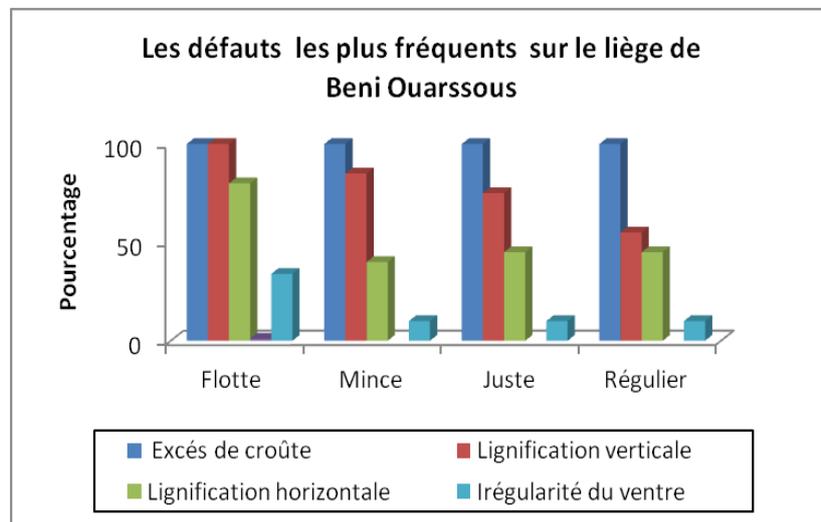


Figure35 : Défaut rencontrés sur le liège de Beni-Ouarssous

D'après la figure 35 nous remarquons que le liège de Beni-Ouarssous renferme un nombre limité de défauts. Il s'agit essentiellement :

- Les défauts de croissance : l'excès de croûte et l'irrégularité du ventre
- Des anomalies physiologique : la lignification verticale et horizontale.
- Les défauts génétiques liés à la porosité.

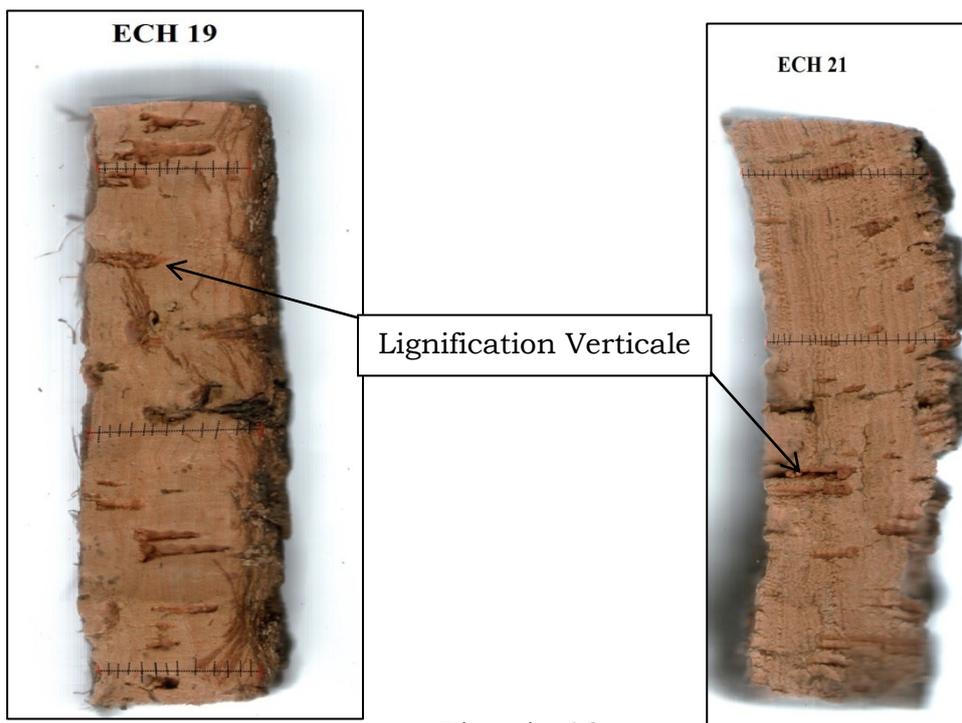
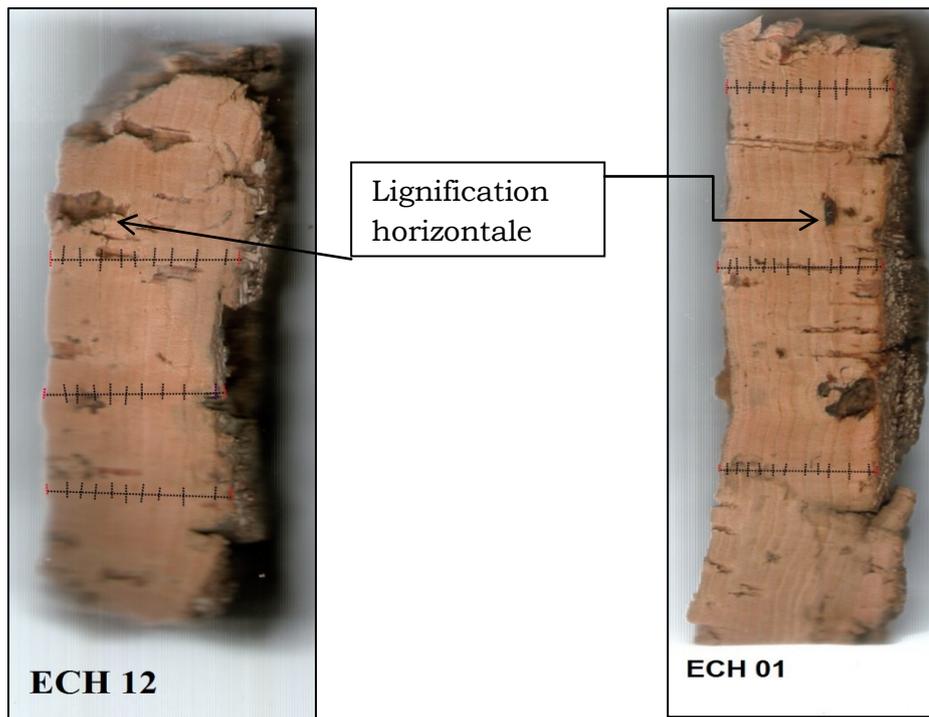


Planche 18 : Exemple de la lignification verticale et Horizontale(Original)

En effet, la présence de ces défauts semble typique pour ce type de liège.

- L'excès de croûte : à l'inverse des autres lièges de littoral, où l'épaisseur de la croûte est minimisée (<3mm), ce liège liège contient une croûte épaisse (>7mm). Dans notre opinion cela est du à la lenteur de la croissance radiale et subéreuse dans cette forêt.
- L'irrégularité du ventre du liège : Ce défaut est très fréquent dans le liège flotte et il est dû à l'abondance des inclusions ligneuses dans le liège.
- La lignification verticale horizontale est liée à l'excès de densité du liège. En effet, le liège apparait boisé ou ligneux à cause du développement excessif des éléments de sclérenchymes inclus dans le suber. Cette dureté transmis au liège une très grande élasticité. Ce défaut est du généralement à la prédominance de cellules d'été et d'automne de hauteur réduite et à parois épaisses (Dehane, 2006).
- La porosité étudiée est celle définie par Natividade (1956) et Roldao (1987). Ce type de porosité qui n'est pas quantifiable comme la porosité ordinaire mais appréciable à l'œil nu en forme de cavités. Ce défaut se distribue en six classes de porosité ordonnées comme suit : 4/6, 2/4, 2/3, 3, 3/5 et 1/3 (Fig.36).

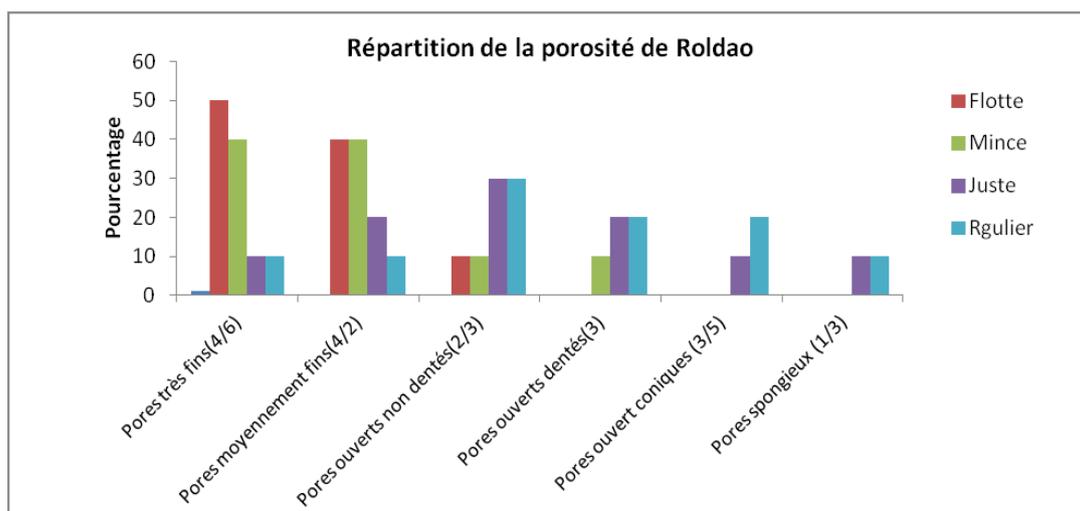


Figure36: Fréquences de la porosité de Roldao sur le liège de Beni-Ouarssous

La figure 36 nous renseigne que les pores très fins (4/6) sont très fréquents sur le liège flotte et mince entre 50% et 40%. Par contre, les pores spongieux (1/3) sont présents sur le liège juste et régulier avec 10% chacun(Pl.19).

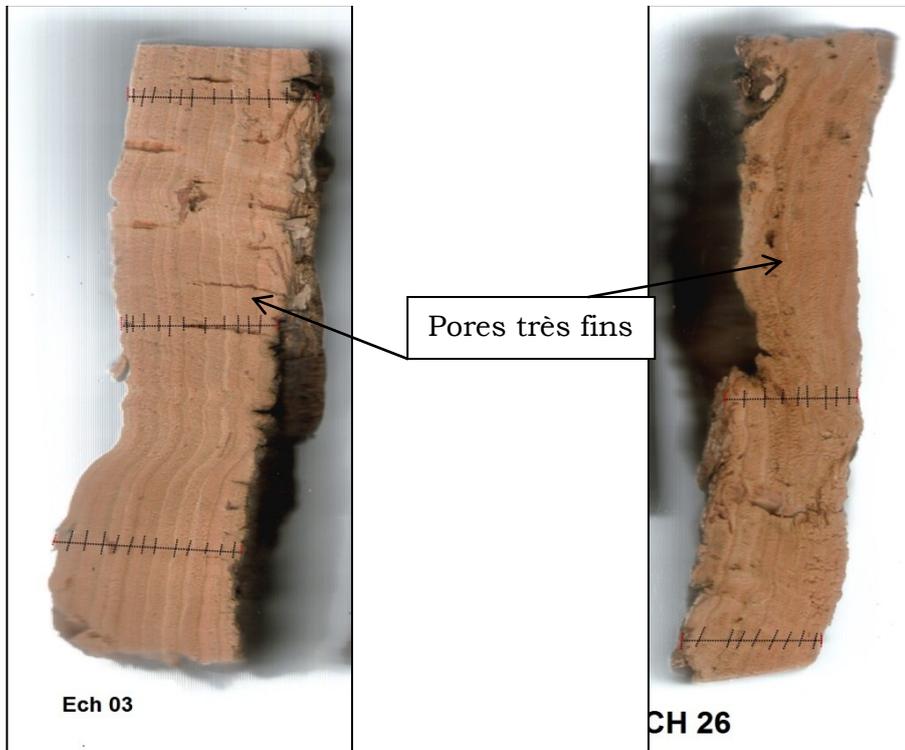


Planche19 : Liège flotte sain, d'une porosité superficielle(Original)

Ce résultat est une indication que la porosité est proportionnelle à croissance du liège. Plus le liège est épais plus il est parsemé de porosité. D'après Saccardy (1937) ces soufflures sont des déchirures internes sous la double action de la tension des couches subéreuses et du retrait imposé par la dessiccation.

- Le liège de la suberaie de Beni-Ouarsous se distingue aussi d'une grande densité volumétrique qui est en moyenne de l'ordre de 348,98 kg/m³ (tous échantillons confondus).

La répartition de la densité selon le type de liège montre que cette densité est très marquée sur le liège flotte (668,47kg/m³) et

moyennement basse mais reste forte sur le liège régulier (231,48 kg/m³) (Tab.29).

Tableau29 : Densité du liège de Beni-Ouarssous

Classes	Limite de la densité (Kg/m ³)	Appellation	Flotte	Mince	Juste	Régulier
1	120-150	Densité basse				
2	160-250	Densité moyenne				
3	260-300	Densité forte				231,48
4	>300	Densité très forte	668,47	459,7	459,22	

En effet, la forte densité du liège est corrélée à sa dureté. Cette dernière est aussi liée aux inclusions ligneuses qui traversent le liège ce qui le rend très élastique (Gonzalez Hernandez,2000). Etonnement, le liège de Beni-Ouarssous qui ne subit pas directement de contraintes climatiques est très dur au toucher, d'une élasticité très faible qui rend sa qualité médiocre. La souplesse du liège accompagne la faible densité. Selon Saccardy (1937), cela est traduit par les épaisseurs des parois cellulaires qui sont plus grands que le volume des cellules.

Globalement nous pouvons dire que la qualité du liège de Beni Ouassous n'est pas liée aux conditions climatiques mais plutôt à la condition de croissance qui règne dans cette forêt (une forte concurrence du sous bois, un ombrage très excessif qui imposent une croissance lente du liège aux anneaux très serrés).

Conclusion générale

Conclusion générale

L'impact du climat sur la croissance annuelle et la qualité du liège de la suberaie de Beni-Ouarsous a montré une certaine discordance entre les paramètres mis en relation.

- La pluviométrie annuelle ainsi que printanière et celle de la saison estivale se sont révélées non corrélées aux indices d'accroissement du liège. Dans ce schéma suivent la saison humide et sèche, et même la saison végétative de l'espèce.
- Le déficit pluviométrique et l'indice de déficit pluviométrique n'ont aucune influence sur la croissance du liège.
- La température printanière et estivale suit le même cheminement.
- Les arbres de cette forêt produisent tous les types de liège mais à dominance faible, le liège flotte domine avec 87% soit un accroissement moyen annuel de l'ordre de 1,70mm.
- Ce résultat semble très corrélé plutôt à la concurrence du sous bois qui domine entre les arbres.
- La qualité du liège appréciée à l'œil nu s'est montrée médiocre à cause d'une forte dureté du liège due à un excès de densité et aussi à la présence importante d'inclusions ligneuses dans le tissu subéreux, indépendamment des conditions climatiques.

La suberaie de Beni-Ouarsous est une très belle forêt ne souffrant pas de stress hydrique ni de déficit hydrique, elle nécessite une prise en charge convenable par les services forestiers à savoir :

- Une réhabilitation urgente par l'application raisonnée des travaux sylvicoles comme le nettoyage, le dépressage, le débroussaillage...
- Ces travaux auront pour objectif la revitalisation des arbres et la lutte contre les incendies.

- La mise en défends par l'instauration d'une clôture le long de la route qui traverse cette forêt afin de minimiser les mutilations auxquelles sont sujets les arbres.
- Le démasclage du liège mâle à une hauteur d'écorçage égale à 1,5m.
- L'écorçage du liège femelle et de reproduction en seul tenant pour réajuster la rotation qui est dans notre opinion de 10 ans au maximum.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **AIFM .,2006** - Synthèse du Séminaire « Vitalité des peuplements de chêne-liège et chêne vert : situation actuelle, état des connaissances et actions à entreprendre » Évora, Portugal 25-26 Oct. 2006.
- **Alcaraz c., 1982**- la végétation de l'ouest algérien. thèse docteur ès-sciences, université de perpignan,415p. +annexes.
- **Anonyme.,1992** - 4-Fiche technique de mise en valeur du chêne-liège dans le canton EL-M'nara, Circonscription de Ghazaouet, Conservation de Tlemcen, 1992,2p.
- **Aronson J., Pereira J.S., Puasas, J.G., 2009** -Cork Oak Woodland on the edge. Islandpress. Washington. Covelo. London. 350 p.
- **ASPEWIT,2008**-Atlas 2008 de l'environnement de la wilaya de Tlemcen.239p.
- **Bagnouls F., et Gausson H., 1953** - Saison sèche et indice xérothermique. Bull. Soc.Hist. Nat. Toulouse. 88(3-4).pp.193-239., Steward (1969).
- **Benabid A., 2000** - Flore et ecosysteme du Maroc, Evaluation et preservation de la biodiversite.
- **BenkouF.,Aouar,A.M.,Chaïf,O.,2013**-Caractérisation anthropogénétique de la population des Monts de Traras (Nord Ouest algérien) sur la base de l'analyse du polymorphisme des dermatoglyphes digitaux. Analyse comparative à l'échelle Méditerranéenne
- **Bernier P., et Schoene D.,2009** - Adapter les forêts et leur gestion aux changements climatiques: un aperçu. Unasylya 231/232, Vol. 60,pp: 5-16.
- **Bossuet G.,1 988** - Sylviculture du liège et rénovation de la suberaie. Forêt Méditerranéenne, X (1), 1 62- 1 63 .
- **Boudy P.,1950** - Economie forestière Nord-Africaine. Monographie et traitement des essences. Ed. Larose-ris. pp29-249.
- **Bouhraoua R.T., 2003** - Situation sanitaire de quelques forêts de chêne -liège de l'ouest algérien.Etude particulière des problèmes posés par les insectes.Thèse. Doct. Dept. Forest. Fac.Sci.,Univ.Tlemcen , 267 p.
- **Bouslihim O., 1996** - Contribution a l'étude socio-economique de la filiere liege au Maroc. DES.,Sci.Econm., univ.Mohamed V Rabat.p342.
- **C.O.I.T.,1937**-Notice sur l'Inventaire des forêts de chêne-liège. Forêt domaniale des Beni Ouarrsous, canton Menarah.Conservation d'Oran, Inspection de Tlemcen, Cantonnement de Tlemcen Ouest, 30.Nov. 1937, 8p.
- **Canal J., 1887**-Monographie de l'arrondissement de Tlemcen, première partie, chapitre III, Nedroma et les pays des Traras.

- **Caritat A., Gutiérrez E., Molinas M., Carita, et al., 2000**- Influence of weather on cork-ring width. *Tree Physiology* 20, 893–900. Heron Publishing—Victoria, Canada
- **Caritat A., Molinas M. & Gutierrez E. 1996**- Annual cork-ring width variability of *Quercus suber* L. in relation to temperature and precipitation (Extremadura, southwestern Spain). *For. Ecol. Manage* 86, pp.113–120.
- **CFWT., 1992**- fascicule de propriété : forêt domaniale des bèneouarsous, 17p + décret présidentiel.
- **Compos et Molinas., 1999** -Application del analisis de imagenes al estudio de parámetros morfométricos del corcho. *SCIENTIA gertindensis*, 24: 47-58.
- **Cook E.R., et Kairiukstis L.A., 1990**- *Methods of Dendrochronology. Applications in the Environmental Sciences.* Kluwer Academic, Dordrecht, 304 pp.
- **Costa A., Pereira H., Oliveira A.,2002**- Variability of radial growth in cork oak mature trees under cork production, *For. Ecol. Manage.*175 (2003) 239–246.
- **Costa A., Pereira H. & Oliveira A., 2002** - Influence of climate on the seasonality of radial growth of cork oak during a cork production cycle. *Ann. For. Sci.* 59, pp. 429-437.
- **Cumbre F., Lopes F., et Pereira H.,2000**- The effect of water boiling on annual ring width and porosity of cork. *Wood FIBER Sci.*32(1):125-133.
- **Da Silva.,2010** - Apontamentos de Tecnologia dos produtos florestais. A Cortiça – su as características e propriedades.UTAD. 33P.
- **Daget, P., 1977**- Le bioclimat méditerranéen : caractères généraux, modes de caractérisation. *Végétation*, 34, p. 1-20.
- **Dahmani M.,1997** -le chêne vert en Algérie. Syntaxonomie physiologique et dynamique des peuplements. Thèse doct.Es science.Univ Houari Boumediene.Alger .383 p.
- **Dahmani M., 1984**- Contribution à l'étude des groupements de chêne vert des Monts de Tlemcen (Ouest Algérie). Approche phytosociologique et phyto-écologique. Thèse Doct 3ème cycle. Univ. Houari Boumediène. Alger. 238 p + annexes.
- **David T.S., Cabral M. T., & Sardinha, R.M.A.,1992**- A mortalidade dos sobreiros e a seca. –Finisterra 27, pp. 17-24.
- **De Martonne E., 1926**- *Traité de géographie physique I, notions générales, hydrographie*, Ed. A. Colin. Paris, 496p.
- **Debrach J., 1953**- Note sur le climat du Maroc occidental. *Maroc médical* 32(342).pp.1122-1134.
- **Dehane B., 2006**-Incidences des facteurs écologiques sur les accroissements annuels et la qualité du liège de quelques suberaies du nord-ouest algérien. Thèse. Mag. Dept. Forest. Fac.Sci.,Univ.Tlemcen , 129 p.
- **Dehane B., 2012**-incidence de l'état sanitaire du chene-liege sur les accroissements annuels et la qualite du liege de deux suberaies

oranaises : M'sila (w.Oran) et Zariéffet (w.Tlemcen).These. Thèse. Doct. Dept. Forest. Fac.Sci.,Univ.Tlemcen , 293 p.

- **Djbaïli S., 1978**-Recherches phytoécologiques et phytosociologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas Saharien Algérien. Thèse. Doct. Univ. Languedoc. Montpellier. 229p + annexes.
- **Duchaufour PH., 1977** - Pédologie. Tome I. Pédogénèse et classification. Edi
- **Durand J.H., 1954** – Les sols d'Algérie. Alger S.E.S. 243p.ELA E. & Benhouhou S., 2007- Evaluation d'un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le bassin méditerranéen (Afrique du nord). C. R. Biologies, 330 : 589–605.
- **Emberger L.,1942** - Un projet de classification des climats du point de vue phytogéographique.Bull.Soc.Hist.Nat.Toulouse.77, pp.97-124.
- **Emberger L., 1939** - Aperçu général sur la végétation du Maroc .Soc.Sci .Nat. Maroc, 40 (157). Neroff. Geobol. Lost. Ribel, 14 Heft, Zurich, Suisse.
- **Emberger L., 1955**- Une classification biogéographique des climats, Recueil Trav. Lab. Géol. Zool. Fac. Sci. Montpellier, pp 3-43.
- **FAO., 2010**- La FAO, les forêts et le changement climatique.20p.
- **Fortes M.A., 2004** – A Cortiça, revista mensal editada pelo Insituto de Produtos Florestais, que se publica desde 1938. pp-35-60.
- **Fos S. and Barreno E., 1994**- Crecimiento radial del corcho de reproducidn de 10s alcomocales catalanes y valencianos. Sci. Gerund., 20: 5-15.
- **García de Ceca J. L., 2001**- "Factores que afectan a la calidad del corcho en planchas" Tesis doctoral, Dpto. Economía y Gestión de las Explotaciones e industriasforestales, Madrid, Universidad Politécnica, 166p.
- **Gibson L.J., Easterling K.E., Ashby M.F.,1981**- The structure and mechanics of cork. Proceedings of the Royal Society of London A377, 99–117.
- **GIEC., 2007-Changements climatiques 2007**- rapport de synthèse. Quatrième rapport d'évaluation du GIEC. Genève, Suisse
- GIZ,203- L'écosystème subéraie face au changement climatique. Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH3p.
- **Gonzalez Adrados J. R., Montero G., and Ortega C., 1993**- Caracterizacion productiva de 10s alcomocales catalanes. Investigacion Agraria. Sistemas y Recursos Forestales, Vol. 2. Instituto National de Investigaci6n y Tecnologia Agraria y Alimentaria, pp. 55-69.
- **Gonzalez Hernandez F., 2000**-Las densidad volumetricas y sueprficial antes y despues del hervido y so aplicatcion al calculo de la s expansiones en volumen superficie y caliber de las plancas de corcho.Word cork congress.Lisboa 2000,13p.

- **Gonzalez-Adrados J., & Pereira H., 1996-** Classification of defects in cork planks using image analysis, Wood Sci. Technol. 30 (1996) .pp.207-215.
- **Guardia P. 1975-** Carte géologique de l'Oranie Nord Occidentale. Echelle 1/100 000.
- **Guo Y., Gong P., & Amundson R. 2003-**Pedodiversity in the United States of America. Geoderma,117 : 99-115.
- **Houston D.R., 1992-** Host-stress-saprogen model for forest dieback-decline diseases. In : Manion P, Lachance D, éd. Forest decline concepts. Minnesita : PDS Press, 1992 : 3-25.
- **IPROCOR., 1994-**Dpto Forestal, Metodo de Estimacion de la Calidad Del Corcho en Campo, in: Formation continue sur la qualité du liège, 27 juin–1er juillet 1994, ENFI Salé, Maroc.
- **IPROCOR., 1999** - Manuel didactique du leveur et de l'ouvrier spécialisé dans les travaux d'exploitation du chêne-liège, 1999. 236 p.
- **Jacamon M., 1987-**Guide de dendrologie.Tome 2 : Feuillus .E..N.G.R.E.F., Nancy, 256p.
- **JACQ V., 2008-**Les modèles de prévision climatique en région méditerranéenne. orêt méditerranéenne t.XXIX, n° 2, juin 2008.pp :107-112.
- **Kazi-Tani et Gaouar., 2015** - Ebauche cartographique des sols dans la région des Traras (NO de l'Algérie). Geo-Eco-Trop., 2015, 39, 1 : 67-86.
- **Lamey A. ,1893** -Chêne liège : sa culture et son exploitation. Levrault et Cie , Nancy.pp.186 -209.
- **Le Houérou H.N et Monjouze A., (1977)** -Le rôle des opuntias dans l'économie nordafricaine. Bull de l'ENSA-Tunis.
- **Lecomte B.,2010-** Le chêne-liège survivra-t-il aux changements climatiques ? Les Nouvelles Feuilles Forestières,N103.pp : 8-10.
- **Liese W., H.; Gunzerodt H., Parameswaran N., 1983** -Biological alterations of cork quality affecting its utilization. Cortiça 541: 277-299 .
- **Lombardini., 2012** - Rénover et gérer les forêts provençales de Chêne-liège.12p
- **M'hirit O., 1993** - Biodiversité et conservation in situ au Maroc. Réseau des ressources phylogénétiques pour la zone de l'Asie et de l'Ouest et de l'Afrique du Nord,4-8 Octobre,1993.Smyrne.Turquie.5p.
- **Margot P.,2006-** Du chêne-liège au bouchon , éditions Ketty & Alexandre, 1063 Chapelle-sur-Moudon (Suisse) - N° ISBN 2-88114-045-9.
- **Marion A., 1987-**Introduction aux techniques de traitement d'images, Eyrolles Masson. Paris. 477 p.
- **Medjahdi B., 2010-** Réponse de la végétation du littoral oranais aux perturbations : cas des monts des Traras (nord-ouest de l'Algérie). Thèse Doctorat, Université de Tlemcen. 278 p. +annexes.).
- **Mekkelech H.,2015-** Contribution à l'étude morphométrique d'*Eucalyptus globulus* Labill. (Myrtacées) dans la région de

Tlemcen.Memoire Master. Département d'Ecologie et Environnement.74p.

- **Molinas, M., 1988**-Anatomia microscòpica i qualitat del suro. *Butlletí Cambra Agraria Provincial de Girona*. 19-20.
- **Montero, G., 1987**- Modelos para cuantificar la producción de corcho en alcornoques en función de la calidad de la estación y de los tratamientos selvícolas. I.N.I.A.Serie Tesis Doctorales. 277p.
- **Montero G., Cañellas I., 1999**- Manual de reforestación del alcornoque (*Quercus suber L.*). Mapa-INIA.103p.
- **Montero G., Vallejo R., 1990**- Variación del calibre del corcho medido a distintas alturas. *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales* 1(2), pp. 181-188
- **Montoya O.J.M.,1988**-Montoya. Los alcornoques. Ministerio Agricultura Madrid, 155 p.
- **Musset R., 1935** -Les régimes pluviométriques de la France de l'Ouest .Vo XLIV, 15 mai, pp. 311-313.
- **Natividade V., 1956**- Subercultura. Direcção General dos Services Florestais e Aquícolas, Lisboa.
- **Oliveira G., Martins-Loução M.A., Correira O.,2002**- The relative importance of cork harvesting and climate fore stem radial growth of *Quercus suber L.*, *Ann. For. Sci.* 59 (2002) 439-443.
- **Otieno D.O., Kurz-Besson C. ,Liu J.,Chmidth W.T., 2006** – Seasonal variation in soil and plant water status in *Quercus suber* stand :Root determinants of tree productivity and survival in the Mediterranean typr-e-ecosysteme plant and soil. 283: 119-135.
- **Pereira H. et Col., 1992**- the cellular structure of cork from Q.S.L.IAXA Bull. N.S., Vol. 8(3), P: 213-218.
- **Pereira H., 2007**-Cork Biology, Production and Uses. Elsevier.Ed.Oxford. UK.329p.
- **Plaisance G.,1977**- Le chêne-liège. Forêt Privée, 118, pp-57-64.
- **Quezel P., 2000** - Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. Ibis Press, Paris, 117 p.
- **Quézel P. et Médail F., 2003** - Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Elsevier, Paris, 592 p.
- **Quezel P., 1976** - Les forêts du pourtour méditerranéen. In Forêts et maquis. méditerranéens : écologie, conservation et aménagement. Note technique MAB 2, 9-33.UNESCO, Paris.
- **Remaoun K., 1996**- Evolution géomorphologique du bassin-versant de l'oued Tafna (Algérie, Oranie occidentale). Thèse Doctorat d'Etat, Université de Savoie. 1996. 574 p.
- **Rivas-Martinez , S., 1982**- Définition et localisation des écosystèmes Méditerranéenne. Coll. de l'OTAN. *Ecologia Mediterranea*, 7, pp. 275 – 288.
- **Rosa M.E.,Pereira H., Fortes M.A., 1990**- Effects of hot water on the strucutre and compressive properties of cork.Wood and fiberSci.22.pp.149-164.
- **Saccardy L., 1937** - Notes sur le liège et le liège en Algérie. Bull.Stat.Rech.for.Afr. nord. Tome II (2).pp.271-374.

- **Sachez-Gonzalez M., Calama R., Canellas I., Montero G., 2007-** Variables influencing cork thickness in spanish cork oak forests: A modelling approach. *Ann. For. Sci.* 64 (2007) 301–312
- **Santos Pereira J., Burgalho M.N., Caldeira M.C., 2008** - From the cork oak to cork-A sustainable system. *APCOR*.44p.
- **Seguin B.,2008-** Impact du changement climatique sur les écosystèmes naturels et cultivés. *forêt méditerranéenne* t. XXIX, n° 2, juin 2008.pp : 127-136.
- **Seigue A., 1987-** La forêt méditerranéenne française. Aménagement et protection contre les incendies. *EDISUD*, Aix en Provence, 159p.
- **Seltzer P., 1946-**Le climat de l'Algérie. La Typo-Litho, Alger, 249p.
- **Serra J.,1982-** Image analysis and mathematical morphology, Academic Press.
- **Sesbou A. et Hachmi M., 1993** - La Subériculture au Maroc : Le liège au Maroc, Actes de session de formation continue, ENFI, Salé, Maroc
- **Sousa E, Santos N, Varela MC & Henriques J., 2007** - Perda de vigor dos montados de sobro e azinho: Análise da situação e perspectivas. *EFN/INIA*.
- **Stewart P.,1969-**Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 59, pp.23-36.
- **Taylor G.,1918-**Geographical factors controlling the settlements of Tropical Australia. *Queensland Geographical Journal*. Vol. 32, pp. 1-67.
- **Teixeira R.T., Margarida Fortes A.M., Pinheiro C.,Pereira H.,2014-** Comparison of good- and bad-quality cork: application of high-throughput sequencing of phellogenetic tissue. *high-throughput sequencing of phellogenetic tissue J Exp Bot* (2014) 65 (17): 4887- 4905. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/eru252>
- **Tuset J J & Sánchez G, Coordenadores., 2004** – “LA SECA : El decaimiento de encinas, alcornoque outros Quercus en España”. Ed. Min de Medio Ambiente, Organismo Autónomo Parques Nacionales.
- **UPIC.,1990-** Unidad de Producción e Industria Corchera, Mapa suberícola de España. Provincia de Cáceres. *INIA*. Madrid. 200 p.
- **Varela M.C.,2008-** Dépérissement des peuplements de chêne-liège et changement climatique. *Forêt méditerranéenne* t. XXIX, n° 2, juin 2008.pp :209-212.
- **Veillon S., 1998-** Guide de subériculture des Pyrénées orientales. Typologie de peuplement et étude préliminaire. Stage de fin d'étude. *FIF-ENGREF*, France, 68p +Annexes.
- **Vignes E., 1990** – le traitement du taillis du chêne dans le Var.O.N.F. *Arborescence*. N°26. pp. 21-23.
- **Zeraia L. ,1981** - Essai d'interprétation comparative des données écologiques, phénologiques et de production subéro-ligneuse dans les forêts de chênes liège de provenance cristalline (France méridionale) et d'Algérie. *Thèse Doc. Es. Sci.*, Aix-Marseille, 367.

ANNEXE

Tableau 1: Base de données des sorties sur terrain dans la suberaie de Beni-Ouarsous(2017)

N°	Circonférence (m)	Hauteur(m)	Hauteur ecorçage	Altitudes(m)	Sous bois	Paturage	Classe Défoliation	Tronc crevassé
1	89	7	1,3	671	4	0	1	1
2	119	10	2	670	4	0	1	0
3	100	9	1,7	669	4	0	2	0
4	70	7	0,7	666	4	0	1	0
5	150	10	2,2	666	4	0	1	0
6	66	7	1,4	663	4	0	2	0
7	100	10	1,45	661	4	0	1	1
9	117	11	5	666	4	0	1	0
10	100	9	2,3	666	4	0	1	1
11	120	8	1,2	658	4	0	1	0
12	80	8	1,2	656	4	0	2	1
13	65	8	1,2	657	4	0	2	0
14	111	12	2,1	658	4	0	1	1
15	78	7	1,55	665	4	0	2	1
16	62	7	1,6	665	4	0	2	1
17	92	9	1,6	6565	4	0	3	0
18	92	11	2,1	670	4	0	1	1
19	114	10	1,75	670	4	0	1	0
20	150	10	1,55	668	4	0	1	0
21	150	12	2,22	665	4	0	1	0
22	66	7	1,06	658	4	0	1	0
23	78	11	2,1	663	4	0	1	0
24	117	10	1,2	662	4	0	2	1
25	57	10	1,4	656	4	0	2	0
26	57	10	2,6	666	4	0	1	0
27	110	13	2,2	657	4	0	1	0
28	85	9	1,8	658	4	0	1	1
29	136	14	2	660	4	0	1	0
30	113	13	2,5	661	4	0	1	0

Tableau2 : Température Beni Ouarssous(Max point haut+Max point bas)/2

Temp Max												
	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
2008	15,85	16,02	17,53	20,47	19,56	24,00	26,76	27,88	24,20	21,06	16,19	13,56
2009	13,52	14,64	16,11	18,14	21,72	25,00	28,84	27,19	23,91	23,35	20,46	17,35
2010	15,03	16,80	16,37	18,27	20,51	23,14	26,25	27,24	24,48	21,03	17,31	16,37
2011	14,85	14,86	16,59	19,44	21,25	24,18	26,42	27,16	24,57	21,46	17,92	15,07
2012	13,78	12,57	15,25	17,23	21,73	25,22	26,59	28,93	24,61	21,55	17,27	15,46
2013	14,64	14,00	17,18	17,10	19,78	21,82	24,66	26,60	24,05	23,06	17,02	14,69
2014	15,07	15,68	15,73	19,53	20,91	23,92	25,56	26,85	25,17	23,44	18,52	14,90
2015	14,13	13,35	16,81	18,50	22,29	23,93	28,58	27,20	24,44	22,37	17,93	16,81
2016	16,63	15,77	15,86	18,32	20,86	24,66	25,92	26,34	25,13	10,28	17,88	14,82

Tableau 3 : Température Beni Ouarssous(Min point haut+Min point bas)/2

2008	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
2009	9,73	9,71	10,92	11,52	14,48	17,72	21,62	21,92	19,50	14,95	12,46	10,49
2010	9,28	9,19	10,65	12,73	15,10	17,75	21,34	22,16	19,67	14,86	12,02	8,85
2011	6,89	6,35	9,08	12,18	15,32	18,95	21,23	22,26	18,72	15,41	12,70	7,87
2012	7,63	6,52	10,07	11,57	13,72	16,93	20,90	22,29	19,02	16,45	12,05	8,34
2013	9,20	8,31	10,07	12,16	13,53	16,08	19,80	20,80	19,32	16,32	11,78	8,27
2014	8,16	9,15	8,92	12,20	14,49	17,55	20,91	22,07	19,11	16,40	11,94	8,54
2015	7,96	9,22	8,51	12,13	14,48	17,93	21,38	21,92	19,02	16,88	11,40	9,19
2016	9,45	9,86	8,81	11,79	14,31	18,19	21,13	21,16	19,27	16,97	11,95	10,25

Tableau 4: Précipitation Beni Ouarssous (Point haut + point bas)/2

P(mm)	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
2008	14,81	62,12	29,63	34,89	29,62	4,00	0,00	2,28	8,49	9,13	44,40	49,53
2009	99,62	56,91	22,78	13,05	27,36	5,65	0,00	4,57	6,84	35,72	35,75	0,00
2010	96,28	38,11	67,00	9,67	32,38	9,16	0,58	0,00	39,13	7,99	48,51	99,82
2011	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,13	2,26	38,60	0,00	69,54	97,92
2012	49,91	50,15	26,21	30,26	9,13	1,71	2,30	0,00	45,00	68,15	5,70	0,00
2013	47,85	33,52	38,24	66,16	53,12	20,61	0,00	9,64	1,73	76,18	114,25	40,41
2014	122,56	38,21	76,96	51,24	10,85	15,40	0,00	29,52	10,22	74,07	40,97	30,85
2015	124,85	40,49	17,17	45,04	5,71	1,15	0,00	0,57	86,23	2,28	25,09	36,45
2016	23,91	29,65	21,07	17,08	33,11	0,00	4,52	0,00	38,19	115,73	113,19	127,64

