

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

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

# MEMOIRE

### **Présenté par**

Frihi Mustapha El Habib

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En Foresterie (Aménagement et Gestion des Forêts)

### **Thème**

Contribution à l'étude des indices de qualité du liège de quelques suberaies de  
l'ouest algérien (Zarieffet (W. Tlemcen), Tagdempt (W. Tiaret), Nesmoth  
( W. Mascara))

Soutenu le 27 /06/ 2020 devant le jury composé de :

Président : Mr Medjahdi B.	MCA	Université de Tlemcen
Encadreur : Mr Dehane B.	MCA	Université de Tlemcen
Examineur : Mr Berrichi M.	MCA	Université de Tlemcen

**Année universitaire 2019/2020**

**Résumé :** Les indices de qualité du suber ont été caractérisés sur pied à travers 210 arbres-échantillons représentant trois suberaies productives de l'ouest Algérien. Les résultats ont montré que la régression forestière que vivent ces forêts a eu un impact majeur sur les valeurs moyennes des IQ ( $F_2=5,95$   $F_3=7,38$ ) et  $F_1=8,94$ ). Commercialement et industriellement, ces IQ définissent un produit apte à la transformation bouchonnière et autres mais dans les classes de qualité faibles à mauvaise. L'analyse des correspondances multiples (ACM) interférant variables quantitatives et qualitatives a défini les IQ de bonne qualité analogues aux arbres sains, sans blessures du tronc, sans sous bois dense, et sans envahissement des résineux et particulièrement sans passage d'incendie. Le cas contraire a été observé pour les IQ du suber de mauvaise qualité. Ces résultats confirment le rôle prépondérant de la gestion forestière dans l'amélioration des IQ à savoir les travaux sylvicoles, la prévention de risque contre les incendies et la qualité de levée du liège.

**Mots-clé :** Indice, qualité, liège, ouest, suberaies, Algérie.

**Abstract:** Contribution to the study of the cork quality indices of some oak cork stands in western Algeria (Zariffet (W. Tlemcen), Tagdempt (W. Tiaret), Nesmoth (W. Mascara))

The suber quality indices were characterized through 210 sample trees representing three productive oak cork stands in western Algeria. The results showed that the forest regression experienced by these forests had a major impact on the average values of the IQ ( $F_2= 5.95$ ,  $F_3= 7.38$ ) and  $F_1= 8.94$ ). Commercially and industrially, these IQs define a product suitable for cork and other processing but in the low to poor quality classes. The multiple correspondence analysis (ACM) interfering with quantitative and qualitative variables has defined good quality IQs analogous to healthy trees, without trunk injuries, without dense undergrowth, and without invasion of conifers and particularly without fire passage. The opposite was observed for poor quality suber IQs. These results confirm the predominant role of forest management in improving QIs, namely silvicultural work, fire prevention and the quality of cork harvest.

**Key-word:** Indice, quality, cork, west, cork oak stands, Algeria.

**الخلاصة:** مساهمة في دراسة مؤشرات جودة الفلين لبعض غابات فلين البلوط في الغرب الجزائري (زريفت ولاية تلمسان)، نسمة (ولاية معسكر)، تقامت (ولاية تيارت)

تمت معاينة مؤشرات جودة الفلين على الأشجار من خلال 210 شجرة عينة تمثل ثلاث غابات منتجة في الشمال الغربي للجزائر. أظهرت النتائج أن التدهور الذي شهدته هذه الغابات كان له تأثير كبير على متوسط قيم معدل مؤشرات الجودة: (م ج) (غ=1=8.94) و (غ=3=7.38)، (غ=2=5.95) تجارياً وصناعياً، تبين من خلال هذه المؤشرات ان الاشجار العينة تحمل منتجاً مناسباً لعملية التحويل الى سدادات الفلين وغيرها ولكن في فئات منخفضة الجودة إلى رديئة. التحليل الإحصائي متعدد المتغيرات المبني على المتغيرات الكمية والنوعية حدد مؤشرات الجودة العالية في الأشجار السليمة دون إصابات في الجذع، دون شجيرات كثيفة، ودون غزو الصنوبريات وخاصة دون وجود ومرور الحرائق. العكس لوحظ بالنسبة لمعدل الجودة الرديئة. تؤكد هذه النتائج الدور المحوري لإدارة الغابات في تحسين جودة الفلين عن طريق الاعمال الحراجية المنتظمة، الوقاية من المخاطر الحرائق وكذلك تحسين تقنيات جني الفلين.

**الكلمات المفتاحية:** المؤشر، الجودة، الفلين، الغرب، غابات الفلين، الجزائر.

## Remerciements

---

Mes remerciements vont à mon encadreur, Mr. Belkheir Dehane (Maitre de Conférences « A » à l'Université de Tlemcen). 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. Medjahdi Boumediene (Maitre de Conférences « A » à l'Université de Tlemcen), qui m'a fait l'honneur de présider mon jury de mémoire de master. A Monsieur, Mohamed Berrichi (Maitre de Conférences « A » à l'Université de Tlemcen), je lui adresse ma profonde reconnaissance pour avoir accepté de consacrer son temps à l'examen de ce travail.

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

## Dédicaces

---

*Je dédie ce travail*

*A mes très chers parents, source de vie, d'amour et d'affection*

*A mon cher frère et mes sœurs, source d'énergie et de bonheur*

*A toutes ma famille, source d'espoir et de motivation*

*A tous mes amis, particulièrement à Walid, Madani, Abed Allatif, Abed Elrazek et Ahmed*

***FRIHI Mustapha El Habib***

## Sommaire

<b>Introduction générale</b>	1
------------------------------	---

### Chapitre I

#### Synthèse bibliographique

I.1-Quelques aspects botaniques et écologiques du chêne liège	3
I.2-Rôle économique du chêne liège	4
I.2.1-Production et rendement	4
I.2.2-Usage du liège	7
I.3-La qualité du liège	8
I.3.1-L'épaisseur ou calibre du liège	9
I.3.2-L'aspect	10
I.4-Les indices de qualité du liège	10
I.5-Les causes de déclin des suberaies	12

### Chapitre II

#### Etude du milieu physique et de certains aspects forestiers

II.1-Localisation géographique	14
II.2-Géologie	16
II.3- Hydrologie	16
II.4-Climatologie de la zone d'étude	16
II.4.1- Précipitation	17
II.4.2-Les Températures	18
II.4.3- Paramètres climatiques	20
1- Amplitude thermique	20
2- Indice de sécheresse estivale	20
3- Diagrammes ombrothermiques	21
II.4.4-Quotient pluviothermique	22
II.5-Description forestière	23
II.6-La production du liège	24
II.7-Situation des trois forêts aux incendies	25

### Chapitre III

#### Méthodologie

III.1-Choix de la zone de prospection	26
III.2- Déroulement de l'échantillonnage	26
III.3-Mensuration	27
III.4-Méthode d'analyse de la qualité du suber	29
III.5-Méthodes d'analyse statistique	32

## Chapitre IV

### Résultats et discussion

IV.I- Résultats	35
IV.1.1-Bref description de la zone d'étude et des arbres-échantillons	35
IV.1.2-Caractérisation de la qualité du liège sur arbre	36
IV.1.3-Aspect du liège	38
IV.1.4- Classe de qualité : Calibre / Aspect	39
IV.1.4.1-Classe de qualité commerciale	40
IV.1.4.1.1-Classification élargie et résumée	40
IV.1.5-Caractérisation des indices de qualité du liège sur arbre	41
IV.1.5.1-Par forêt	41
IV.1.5.2-Par classe de qualité industrielle	42
IV.1.6-Facteurs influant les indices de qualité dans les trois forêts	43
IV.1.6.1-Interprétation du graphe	46
IV.2-Discussion	48
<b>Conclusion générale</b>	51
<b>Références bibliographiques</b>	53
<b>Annexe</b>	

## Liste des figures

Figure 1 : Jeune peuplement de chêne liège sur sol à base de grés	4
Figure 2 : Types de liège et levée du liège de reproduction	5
Figure 3 : Les ressources naturelles de l'Algérie du Nord	5
Figure 4 : Tissu fabriqué de grains de liège naturel très compressé	7
Figure 5 : Les facteurs -clés du chêne-liège dans le bassin méditerranéen	13
Figure 6 : Carte de situation de la suberaie de F1	14
Figure 7: Carte de situation de la suberaie de F2	15
Figure 8 : Carte de situation de la suberaie de F3	15
Figure 9: Répartition mensuelle des précipitations dans les trois forêts	17
Figure 10: Variations des températures minimales	18
Figure 11: Variations des températures maximales	19
Figure 12 : Variations des températures maximales	19
Figure 13 : Diagrammes ombrothermiques de F1	21
Figure 14 : Diagrammes ombrothermiques de F2	21
Figure 15 : Diagrammes ombrothermiques de F3	21
Figure 16: Quotient pluvio-thermique des trois forêts	23
Figure 17: Situation géographique de la zone d'étude	26
Figure 18: Méthode d'échantillonnage sur terrain	26
Figure 19: Différentes configurations du terrain dans les trois suberaies	27
Figure 20 : Type de mesures effectuées sur le terrain	28
Figure 21 : Travail au moyen à la sonde électrique	29
Figure 22: Etat du tronc et de la cime	32
Figure 23: Qualité de levée du liège	33
Figure 24 : Type de résineux	33
Figure 25: Type de sous bois	33
Figure 26 : Type d'incendie	34
Figure 27 : Type de dureté du liège	34
Figure 28 : Variation des classes d'épaisseur du liège dans les trois forêts	37
Figure 29: Variation des classes d'aspect du liège des trois forêts	39
Figure 30: Classes de qualité élargie du liège	40
Figure 31: Classe de qualité résumée du liège	40
Figure 32 : Répartition des IQ selon les trois forêts	42
Figure 33: % d'inertie cumulée des facteurs environnementaux/ indices de qualité du liège	45
Figure 34: Représentation dans le plan factoriel F1xF2 (graphe symétrique) des facteurs environnementaux/ indices de qualité du liège	45
Figure 35: Aspect végétatif et qualitatifs des arbres échantillons	48

## Liste des tableaux

Tableau 1: Prix de vente de liège (en dinars/stère)	6
Tableau 2 : Classe calibre selon la Norme Espagnole UNE 56-915-88	9
Tableau 3: Rangs de calibre	9
Tableau 4: Rangs d'aspect CMC	10
Tableau 5 : Codification de la qualité	11
Tableau 6: Cordonnées géographiques	14
Tableau 7: Géologie de la zone d'étude	16
Tableau 8 : Classes de pentes de la zone d'étude	16
Tableau 9: Précipitations moyennes annuelles pendant la période allant de 1915 à 1940	17
Tableau 10: Précipitations moyennes annuelles pendant la période 1982-2015	17
Tableau 11: Températures moyennes minimales	18
Tableau 12 : Températures moyennes maximales	18
Tableau 13 : Températures moyennes	18
Tableau 14 : Indice de continentalité	20
Tableau 15: Indice de sécheresse estivale de la zone d'étude	20
Tableau 16: Valeurs du « Q2 » (1982-2015)	22
Tableau 17 : Superficies de chêne liège incendiées dans les trois forêts	25
Tableau 18 : Principaux paramètres pris en considération	28
Tableau 19: Classes primaire des calibres	30
Tableau 20 : Classes de l'aspect visuel	30
Tableau 21: Classes de calibres du liège en lignes et en mm	30
Tableau 22 : Classes de qualité élargie du liège	31
Tableau 23 : Classification utilisée pour estimer les indices de qualité	31
Tableau 24: Caractéristiques moyennes des arbres-échantillons et de la zone d'étude	35
Tableau 25 : Statistique descriptive du liège des trois forêts	36
Tableau 26 : Tests des effets inter-sujets pour la variable dépendante : calibre.	37
Tableau 27: Statistique descriptive de l'aspect du liège des trois forêts	38
Tableau 28 : Configuration commerciale des classes de qualité 1 (Calibre/Aspect)	39
Tableau 29: Configuration commerciale des classes de qualité2 (Calibre/Aspect)	39
Tableau 30 : Statistique descriptive des indices de qualité	41
Tableau 31: Tests des effets inter-sujets de la variable dépendante IQ par forêt	41
Tableau 32: Configuration industrielle des classes de qualité (Calibre/Aspect)	42
Tableau 33: Tests des effets inter-sujets de la variable dépendante IQ par forêt et qualité	43
Tableau 34 : Les variables retenues pour l'ACM	44
Tableau 35: Valeurs propres et pourcentages d'inertie	44
Tableau 36: Contribution des variables tests dans la relation facteurs environnementaux-Indice de qualité	47

## Liste des abréviations

A.E.F.C.O. : Administration des eaux et forêts de la conservation d'Oran

APS : Algérie Presse Service.

B.N.E.D.E.R. : Bureau national d'étude pour le Développement rural

B.N.E.F. : Bureau national des études Forestières

C.F.W.M. : Conservation des forêts de la wilaya de Mascara

C.F.W.T. : Conservation des forêts de la wilaya de Tlemcen

DGF : Direction Générale des Forêts.

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

Stère : Est une unité de mesure de volume, valant un mètre cube, utilisée pour mesurer les volumes de stockage de bois de chauffage ou de charpente.

PNT : Parc National de Tlemcen.

## **Introduction générale**

Le suber récolté périodiquement du chêne liège est un produit naturel présentant des caractéristiques physiques et mécaniques très convoitées dans divers domaines à large éventail d'utilisation. C'est un matériau cellulaire, chimiquement stable, et avec des propriétés spécifiques, par ex. combinant faible densité et perméabilité aux liquides et aux gaz avec une compressibilité et une récupération élevées (Fortes et al., 2004 ; Pereira, 1988). En forêt, le chêne liège pousse sous différents climats et sols ce qui lui confère une hétérogénéité accrue rendant la définition exacte de sa qualité l'un des domaines scientifiques les plus complexes. En effet, la qualité du suber s'appuie sur deux attributs à savoir le calibre et l'aspect visuel, et seuls les professionnels grâce à leur longue expérience avec cette matière arrivent à définir cette qualité. La demande de liège de la part des industries de transformation est en expansion et se penche de plus en plus sur des lièges susceptibles de donner des produits de haute gamme pour faire face aux produits synthétiques. Les industriels et les entreprises de la filière liège achètent chaque année des lots de liège soit stockés sur piles ou directement sur arbres avant la levée. Dans les deux cas de figures, le mode de paiement entre producteurs et négociateurs doit se baser sur des critères objectifs facilement quantifiables. Pour ce faire le suber est commercialisé en classes de qualité regroupant le liège de bonne (1<sup>er</sup> -3<sup>e</sup>), moyenne (4<sup>e</sup>-5<sup>e</sup>), faible (6<sup>e</sup>) et de mauvaise qualité (rebut) ; se référant aux débouchés suivants : bouchons, discs, papier et agglomérés (Ferreira et al., 2000). Ceci a ouvert les portes aux instituts de recherche sur le liège au Portugal et en Espagne à la récente découverte des indices de qualité du suber afin de mieux valoriser ces classes de qualité sur le marché. Les arbres produisant le liège de bonne qualité enregistrent théoriquement des indices variant de 12,75 à 19,5 tandis que pour la qualité moyenne ces valeurs se situent entre 5 et 7 (CYCITEX, 2006). En revanche, le liège de mauvaise qualité ne dépasse pas 1,5. D'ailleurs depuis l'utilisation de ces indices à partir des années 2000, la commercialisation du suber sur les bourses internationales se déroule sur des bases économiques correctes réduisant à néant les surenchères entre propriétaires et industriels.

En Algérie, l'estimation de la qualité du liège sur arbres est traditionnellement du domaine des acheteurs, à savoir le plus souvent les industriels du liège. Les propriétaires, souvent mal informés, doivent donc se fier à ce que dit l'acheteur, sans réel moyen de contestation lors des négociations commerciales fixant le prix d'achat du liège. Lors de ces opérations de vente, le service forestier enregistre souvent des pertes importantes qui n'arrivent même pas à compenser les dépenses liées à l'entretien de ces peuplements.

L'objectif principal de ce travail est de calquer ces indices de qualité sur le contexte forestier local à travers trois suberaies de l'ouest Algérien (F1: Zariéffet, F2: Nesmoth et F3: Tagdempt). Il était question de savoir à quel niveau les paramètres forestiers (arbres, milieu et gestion) réglant la croissance du liège peuvent affecter positivement ou négativement ces indices de qualité point de vue commerciale et industriel.

Ce modeste travail est divisé en quatre chapitres distincts. Le premier accorde une brève synthèse bibliographique, le second présente le milieu physique des trois suberaies, le troisième dresse la méthodologie adoptée pour aborder la thématique du sujet et enfin le quatrième expose les résultats des mesures réalisées sur terrain.

# **Chapitre I**

## **Synthèse bibliographique**

## **I.1- Quelques aspects botaniques et écologiques du chêne liège**

- Le chêne liège *Quercus suber* L. est lié écologiquement et géographiquement à la méditerranée occidentale (Espagne, Italie, Algérie, Maroc et Tunisie) et la partie atlantique au Portugal (Natividade, 1956).
- Il couvre actuellement environ 2 350 000 ha, le Portugal (800 000 ha), l'Espagne (500 000 ha), l'Algérie (440 000 ha), le Maroc (350 000 ha), l'Italie, la France et la Tunisie (100 000 ha chacun) étant les plus principaux producteurs) où la production annuelle de liège est de l'ordre de 300 000 Tonnes/ an (Pereira, 2007).
- C'est une espèce forestière appartenant à la famille des fagacées, caractérisée par une monoécie dicline, c'est-à-dire que les fleurs mâles et femelles sont portées séparément sur le même individu.
- C'est un arbre très résistant à la sécheresse de type sclérophylle dont les feuilles sont persistantes et peuvent vivre plus d'une année sur la même cime.
- La croissance radiale de l'arbre est toujours suivie d'une croissance subéreuse. C'est la seule espèce qui possède deux cambiums : l'un vasculaire (assise libéro-ligneuse) et l'autre corticale (assise subero-phelloidermique) (Seigue, 1987).
- Le chêne liège ne pousse jamais sur les sols calcaires mais plutôt sur les terrains légers et aérés à base de sable (grés ou schiste) (Fig.1).
- C'est une espèce de pleine lumière, sans laquelle il rabougrit et meurt.
- Les régions où vit le chêne-liège sont presque toujours caractérisées par une sécheresse estivale, pendant au moins un mois. D'un autre côté, il a besoin d'une quantité minimale d'environ 400 mm de pluie par an dans les zones semi-arides, et plus de 600 à 1000 mm/an dans les endroits sub-humides et humides (Montero et Canellas, 1999).
- Sa répartition spatiale et altitudinale peut aller de 0 m (chêne liège du littoral) à 2000 m (chêne liège du montagnard).
- Les forêts de chêne liège sont considérées parmi les 35 hotspots mondiaux de la biodiversité, abritant des espèces animales rares : plus de 160 espèces d'oiseaux, 37 espèces de mammifères et 24 espèces de reptiles et amphibiens (Natura, 2014).
- Les forêts à base de chêne liège possèdent un bilan positif de séquestration de carbone. La suberaie entretenue et aménagée a une capacité d'absorption de 14,7 tonnes de CO<sub>2</sub> à l'hectare (Natura, 2014)



Figure 1 : Jeune peuplement de chêne liège sur sol à base de grés (Frihi, 2020)

## **I.2-Rôle économique du chêne liège**

### **I.2.1-Production et rendement**

Les subéraies jouent un rôle socio-économique très important, elles sont considérées comme les formations les plus productives de la forêt algérienne et méditerranéenne.

- Le chêne liège n'a pas de valeur économique sans la récolte périodique du liège. C'est une opération très délicate, exigeant une adresse manuelle et qui est appliquée tous les 10 ans ( littoral) à 14 ans ( Montagne) ; dite démasclage pour la l'exploitation du liège mâle et levée pour l'écorçage du liège de reproduction (Fig.2). Cette période est indispensable pour permettre aux arbres de développer une nouvelle couche de liège d'environ 3 cm d'épaisseur (épaisseur marchande) ( Saccardy, 1937).



Figure 2 : Types de liège et levée du liège de reproduction (Frihi, 2020 ; Natura, 2014)

- En Algérie, sur les 440 000 ha, seulement 230 000 sont productifs. Elles sont situées dans le Tell oriental à raison de 82%, le Tell central (15%), et au Tell occidental (2%). Les wilayas les plus importantes en production de liège sont El Tarf, Jijel, Skikda, Béjaïa, Tizi Ouzou (DGF.,2004) (Fig. 3).

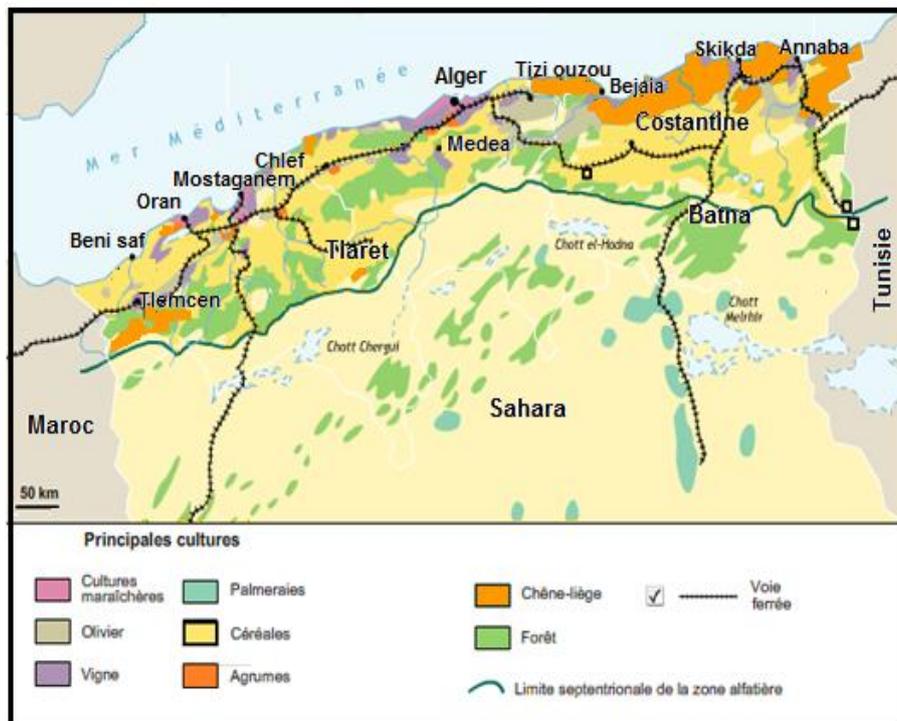


Figure 3 : Les ressources naturelles de l'Algérie du Nord (Dehane, 2012)

- Un arbre exploité périodiquement durant la période de son exploitation économique (150 à 200 ans) produit 250% à 450 % plus de liège qu'un arbre abandonné (Natividade, 1956).
- Un arbre de taille moyenne produit 3,9 kg par an et un hectare de chêne liège fournit de 80 à 120 kg tous les 10 ans (Rossello, 2008).
- En Algérie, la récolte du liège crée chaque année 1500 à 2000 postes de travail saisonnier dans les 22 wilayas subericoles et à travers les usines de transformation du liège ( Taferqua, 2008).
- En plus du liège, les subérais fournissent d'autres produits intéressants à savoir : l'écorce à tan, la cellulose et les glands qui sont utilisées soit pour la pâture du bétail ou pour la production des huiles alimentaires et la fabrication des rations. Il est aussi exploité pour son bois pour en faire du charbon végétal.
- Le Portugal produit plus de 50 % de la production mondiale de liège. L'Algérie, le Maroc et la Tunisie produisent ensemble environ 14 % de cette production mondiale de liège, soit une moyenne que 0,5 stères / ha/ an contre 2,5 stères/ ha /an au Portugal (Messat et Oukassou, 1993).
- Dans le monde, la valeur totale estimée des exportations de produits en liège s'élevait à 1.3 millions d'euros en 2011 et la valeur totale générée par les entreprises de fabrication de produits en liège représente environ 2 milliards de d'US\$ de chiffre d'affaires annuel (APCOR, 2012).
- La production nationale annuelle en liège connaît actuellement ces périodes les plus faibles. De 1995 à 2018, la production n'a pas dépassé moyennement les 9 000 tonnes alors que dans les années 1980 tournait autours de 20 000 tonnes (APS, 2018).
- L'évolution des prix des lièges au niveau national a connu une fluctuation décroissante comme le montre le tableau1.

Tableau 1 : Prix de vente du suber (en dinars/stère)

Type de liège	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2004
<b>L.R</b>	5,760	5,400	5,546	7,856	10,091	9086	7954
<b>L.R.F</b>	4,700	2,700	3,411	3,183	4,267	4896	4950
<b>L.M</b>	1,640	1,500	1,314	1,045	3,121	1356	326
<b>L.M.F</b>	-	1,400	550	770	2462	1695	891
<b>Débris de liège</b>	2,650	1,675	870	938	-	800	703

*Source: DGF (2004)*

- Les quantités de liège exportées de 2000 à 2006 sont en baisse. De 12 358 tonnes destinées à l'exportation, en 2000, pour une valeur de 1 231 777 DA, le chiffre a chuté à 4 360 tonnes, en 2006, pour une valeur de seulement 841 844 DA. 2001 a vu atteint le pic de 18 856 tonnes exportées pour un montant de 1 090 522 de DA. En 2002, il a été exporté 3 811 tonnes pour une valeur de 531 068 DA. En 2003, il y a eu plus au moins une reprise des exportations avec 14 887 tonnes pour une valeur de l'ordre de 754 855 DA. Les années 2004 et 2005 ont connu, également, une baisse sensible puisque seulement 3 532 tonnes et 3 149 tonnes ont été respectivement exportées pour 861 459 et 818 218 DA. Il faut savoir qu'au cours de cette même période, il y a eu des quantités de liège importées. En 2000, il s'agissait de 22 tonnes contre 12 tonnes en 2001, 24 tonnes en 2002, 43 tonnes en 2003, et 30 tonnes en 2004. L'année 2005, elle, a vu l'importation d'une plus grande quantité estimée à 103 tonnes, pour redescendre à 71 tonnes en 2006 (Kouba, 2005).

- En 2015 et en 2017, les exportations de liège ont rapporté au pays plus de 4 millions de dollars. Des chiffres jugés "très faibles" au vu des énormes potentialités disponibles dans ce domaine.

-La stratégie future de développement de la filière liège Algérienne, s'étalant sur plusieurs années, prévoit des actions de repeuplement et de reboisement, parallèlement à la formation d'une main d'œuvre qualifiée apte à la bonne prise en charge de la collecte du produit, de sa préservation et de son stockage suivant les critères en vigueur, outre l'acquisition, au profit du secteur, d'équipements et outils de production modernes (APS, 2018).

### **I.2.2-Usage du liège**

La souplesse et l'élasticité du liège font de lui un produit très prisé dans différents domaines. 1 cm<sup>3</sup> de suber contient 30 millions de cellules mortes très imperméables (Fig.4).



**Figure 4** : Tissu fabriqué de grains de liège naturel très compressées (Natura, 2014)

- Le liège est une matière 100% naturelle, renouvelable et biodégradable ce qui lui rend une matière exceptionnelle. Le liège est le sixième produit forestier non ligneux le plus utilisé dans le Monde (F.A.O, 2013)

-- Le marché du bouchon de liège est considéré comme la colonne vertébrale de l'industrie du liège avec environ 70 % de la valeur économique total de la filière liège (APCOR, 2012).

- Les autres usages comprennent les parquets et autres revêtements des sols, les matériaux d'isolation thermique et/ou phonique (e.g. les réservoirs extérieurs de la navette spatiale pour la NASA) et les vêtements, accessoires et autres objets décoratifs. (F.A.O, 2013).

- Aujourd'hui, le liège est souvent utilisé comme matériau expérimental dans la mise en place de diverses disciplines, car il est léger, imperméable, doux et considérablement inerte. A titre d'indication, nous citons les utilisations scientifiques suivantes :

- La chute de boules de liège dans des puits de mines profonds a été utilisée comme méthode de détermination du coefficient de traînée pour les sphères lisses qui se déplaçant dans le régime laminaire (Maroto et al., 2005).
- Le champ sonore autour d'un diffuseur a été étudié par la distribution de la vitesse des particules à l'aide de poussière de liège fine (Fujiwara et al., 2000).
- La méthode des éléments frontières a été utilisée pour étudier l'effet d'une barrière entre deux pièces en son basse fréquence et modélisée avec du liège (Tadeu et Santos, 2003).
- Les études sur les doses de rayons X utilisées en médecine utilisent des spécimens de poumons et de thorax imitant le corps humain, composés de liège et d'eau (Blomquist et Karlsson, 1998).
- La mise au point d'un capteur de texture imitant les doigts de l'homme à appliquer aux robots utilisant des surfaces en liège comme matériau de test (Mukaibo et al., 2005).

### **I.3-La qualité du liège**

L'environnement naturel qui entoure le chêne liège agit aussi bien négativement que positivement sur la qualité du liège. Les perturbations que traverse l'arbre durant un cycle de production détermine la qualité du liège produite. Cette dernière se quantifie selon deux attributs : l'épaisseur de la planche du liège et son aspect (CYCITEX, 2015).

**I.3.1-L'épaisseur ou calibre du liège** : C'est la somme des couches annuelles générées par le cambium-phellogène (cambium corticale) au cours d'une rotation ; il définit le calibre de la planche de liège dans le sens radial récolté durant un cycle de production (Sesbou et Hachmi .,1989). Bien que la rotation d'exploitation soit fixée pour tous les arbres d'une même parcelle, au moment de la récolte, l'exploitant se retrouve devant des planches de différents calibres résultant de la variabilité intra-arbres et inter-arbres (Plaisance, 1977).

Technologiquement, le calibre est facilement quantifiable, il permet de ranger la récolte de liège en classes commerciales d'épaisseur. Plusieurs classes commerciales et industrielles sont proposées dans les divers pays subéricoles. A titre d'indication nous citons celle proposée par Viera (1934) et la norme Espagnole UNE 56-915-88 (Tab.2 et 3).

**Tableau 2** : Classe calibre selon la Norme Espagnole UNE 56-915-88 (AENOR, 1988)

Rangs de		calibre en mm			
09/22	22/27	27/32	32/40	40/45	45/54
Très mince	Mince	Juste	Régulier	Epais	Très épais

**Tableau 3** : Rangs de calibre (Viera, 1934)

Calibres ( mm)		Dénomination
Supérieur à 18 lignes	>40,6 mm	Epais
Entre 13 et 18 lignes	29,3 à 40,6 mm	Régulier
Entre 11 y 13 lignes	24,8 à 29,3 mm	Ordinaire
Inférieure à 11 lignes	<24,80 mm	Mince

(Une Ligne =2,25mm)

En conséquence, par rapport à son épaisseur, un liège est qualifié de bonne qualité si sa structure anatomique est homogène présentant un équilibre entre les cellules formées au printemps-début de l'été et celles produites en fin de l'été –automne : c'est un liège souple, facile à comprimer et d'une faible élasticité. Par contre, un liège de qualité moindre présentant une dominance de l'un ou de l'autre structure anatomique se définit comme suit : si la prédominance est aux cellules de grande taille, le liège est qualifié de mou avec un retour

élastique très lent ; si la prédominance est aux cellules de petites tailles à parois épaisses, cela implique un liège dur et dense et d'une élasticité insignifiante.

**I.3.2-L'aspect :** Contrairement au calibre qui est facilement mesurable, l'aspect du liège est très subjectif car il concerne des éléments perceptibles à l'œil nu et au toucher. Il s'agit de détecter les anomalies et les défauts qui parsèment la planche de liège afin de la classer selon son ordre commercial et son usage industriel. Le commerce et l'industrie du liège définissent différents types de classes d'aspect. Comme exemple, nous évoquons la classification proposée par CMC (1990) (Tab.4) :

**Tableau 4 :** Rangs d'aspect CMC (1990)

Rangs d'aspect								
Choix	1 <sup>a</sup> (Première)	2 <sup>a</sup> Deuxième)	3 <sup>a</sup> (Troisième)	4 <sup>a</sup> (Quatrième)	5 <sup>a</sup> (Cinquième)	6 <sup>a</sup> (Sixième)	7 <sup>a</sup> (Septième)	R (Rebut)

Dans la réalité ces classes d'aspect définissent la fréquence des défauts. Une planche est classée aspect '1<sup>a</sup>' si elle est exempte de tout défaut. Par contre, elle est classée 'Rebut' si elle est entachée d'anomalies diverses. Ces défauts peuvent être regroupés en discontinuités (fractures), en inclusions de tissu ou de taches non phellémiques et en présence de régions à haute teneur en eau. Certaines discontinuités peuvent se produire dans le tissu de liège, ce qui dévalue les planches de liège et les disqualifie pour la production de bouchons de liège dans les pires cas (Garcia de Ceca, 2001).

#### **I.4-Les indices de qualité du liège**

Pour permettre aux gestionnaires et aux industriels de mieux évaluer le produit liège, et après des années de recherches, le CYCITEX a mis en place une formule précise de l'indice de qualité incluant les proportions de chacune des classes de qualité ainsi que le prix moyen de chacune d'elles.

 L'indice de qualité selon CYCITEX (1994) :

Il s'agit d'une approche de valeur, l'indice de qualité est construit sur la base des prix du marché.

$$IQ = \frac{5(Ax_1 + Bx_2 + Cx_3 + \dots + Ix_9)}{\sum X_i}$$

Avec : IQ : Indice de prix

A, B, ... Prix de chaque classe de qualité

Xi : Nombre d'échantillons prélevés dans la classe de qualité i.

La valeur de cet indice varie d'un minimum de 1,5 (valeur du rebut) à un maximum de 19,5 (excellente qualité).

Au Maroc, Amirat (1995), a essayé de modifier cette formule en excluant le facteur prix pour que l'indice de qualité soit plus stable et indépendant des variations des cours de liège, aussi, il a introduit le paramètre <importance de l'épaisseur du bouchon> qui est évalué en considérant l'épaisseur du bouchon par rapport au calibre de la planche de liège et en fin, il a classé les neuf qualités du liège selon l'utilisation en affectant le code <c > à chaque qualité.

✚ L'indice de qualité selon Amirat (1995)

$$IQ = \frac{5(V_1X_1 + V_2X_2 + \dots + V_9X_9)}{\sum X_i}$$

Avec : IQ= L'indice de qualité

Vi= La valeur de l'importance du bouchon

Xi= Le nombre d'échantillons à prélever dans la classe de qualité i.

La valeur de l'importance du bouchon (V) n'est qu'un paramètre indicateur de qualité rendement d'une planche.

$$V = C * I_p$$

Avec : I<sub>p</sub> = importance de l'épaisseur du bouchon ; elle est évaluée par le rapport de diamètre du bouchon par le calibre de la planche du liège.

C= code du degré de la qualité du liège ; la codification est faite de la manière suivante :

**Tableau 5 :** Codification de la qualité

Qualité	Rebut	4↑	6°	6↑	5↑
Code	0	1	2	3	4

Cet indice de qualité IQ varie de 0 à 20, quand IQ est proche de 20, cela veut dire qu'on a affaire à un liège d'excellente qualité. Si au contraire IQ tend vers 0, le liège est donc de mauvaise qualité.

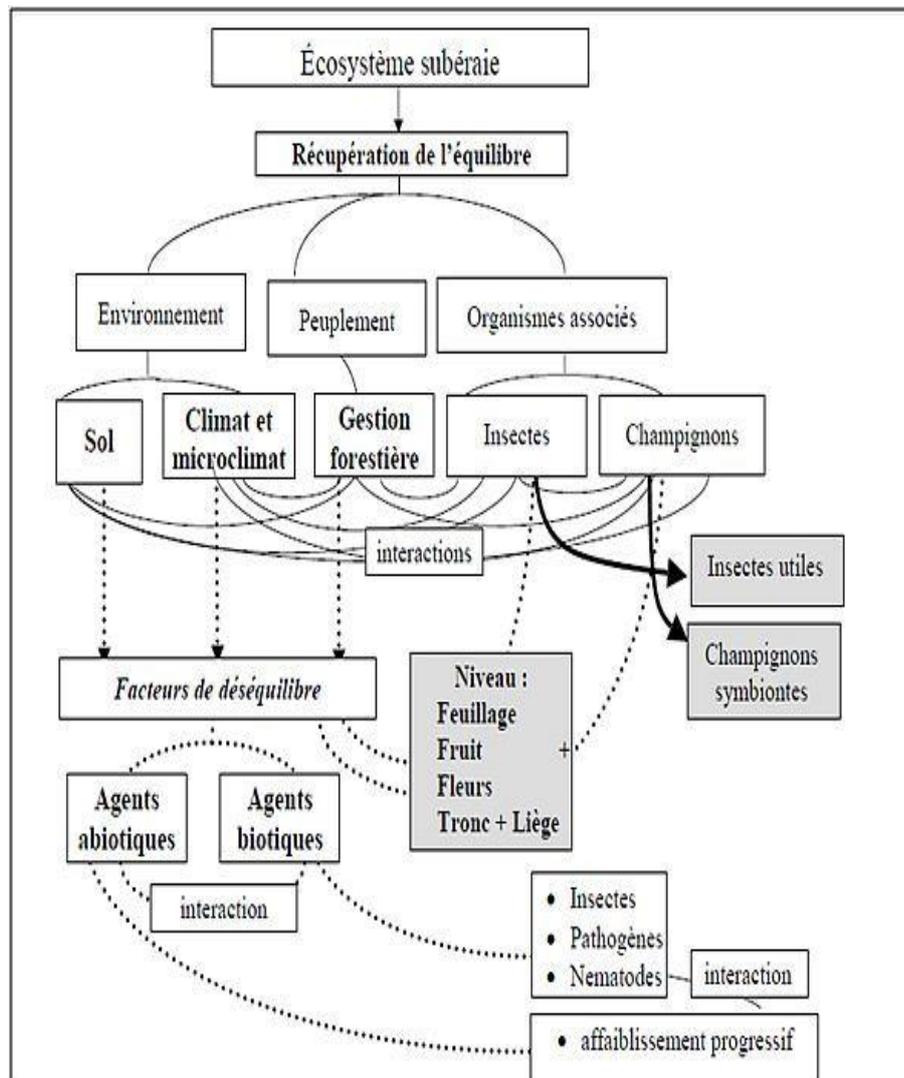
L'indice IQ permet une analyse statistique annuelle de la qualité du liège de plusieurs suberaies et de suivre son évolution sur plusieurs années. Il permet aussi de faire le lien entre les différents paramètres environnementaux affectant la qualité et la production du liège.

### **I.5-Les causes de déclin des suberaies**

La dégradation de la subéraie et sa dynamique dans le temps et dans l'espace, sont tributaires de plusieurs facteurs biotiques et abiotiques (Nsibi & al., 2006) et elle est confrontée à plusieurs défis dont les principaux sont :

- ✚ **Pression démographique** : la population riveraine et le droit d'usage en forêt ont causé beaucoup de tort aux suberaies pour l'utilisation des plantes aromatiques et la récolte des glands. La population vivant en suberaies est estimée à 100 000 personnes défriche le sol forestier par la mise en culture de terrains L'élevage excessif en plein suberaies compacte les sols et ouvrent d'avantage les peuplements et les transforment en parcours dégradés.
  
- ✚ **Les incendies de forêt** : une suberaie sujette aux incendies ressemble à une pré-forêt cernée par un sous bois dense. Les arbres rescapés peinent à trouver leur vitalité naturelle et sont soumis à la mortalité différée. On estime entre 15 à 20% des suberaies méditerranéennes ont succombé au feu depuis 1990 (F.A.O., 2013).
  
- ✚ **Dépérissement et attaques parasitaires** : les attaques des insectes xylophages et les défoliateurs perpétuent dégâts mortels sur le chêne liège particulièrement *Platypus cylindrus* et *Lymantria dispar*. Les champignons pathogènes sont aussi susceptibles d'altérer la production et la qualité du liège à l'image *Phytophthora cinnamomi* et du charbon de la mère (*Biscognauxia mediterranea* (De Not) O. Kuntze).
  
- ✚ **Qualité d'exploitation du liège** : l'exploitation du liège de plus en plus affectée à un personnel non formé cause des blessures irréversibles aux arbres producteurs. Ces dommages sur le tronc causé par la mauvaise manipulation de la hache sont pénétrés par une panoplie d'insectes et de champignons pathogènes.

La figure 5 synthétise les causes du déclin du chêne liège dans le bassin méditerranéen.



**Figure 5** : Les facteurs-clés de la régression du chêne-liège dans le bassin méditerranéen (Sousa & Kadiri, 2005).

## **Chapitre II**

### **Etude du milieu physique et de certains aspects forestiers**

## II.1-Localisation géographique

Les trois forêts font partie de la région sud de la production du liège en Oranie, qui est disséminée sous forme d'îlots bien éparpillés entre une altitude variant de 1000 m à 1100m. La suberaie de F3 constitue la limite inférieure de l'aire du chêne liège à l'Ouest. Le tableau 6 définit la cordonnées géographiques de chaque forêt.

**Tableau 6** : Cordonnées géographiques

Forêt	Cordonnées Lambert		Distance de la mer
	X (km)	Y (km)	
F1	xi= 123,3 km x2= 129,8 km	yi= 177,2 km y2= 180,5 km	50 km
F2	X1 :289,2 X2 : 289,2	XI : 218,2 X2 :218,6	90 km
F3	Latitude : 35°23'14"N Longitude : 1°10'42"E		140 km

Dans les figures ci-dessous sont illustrées les situations géographiques de chaque suberaie.

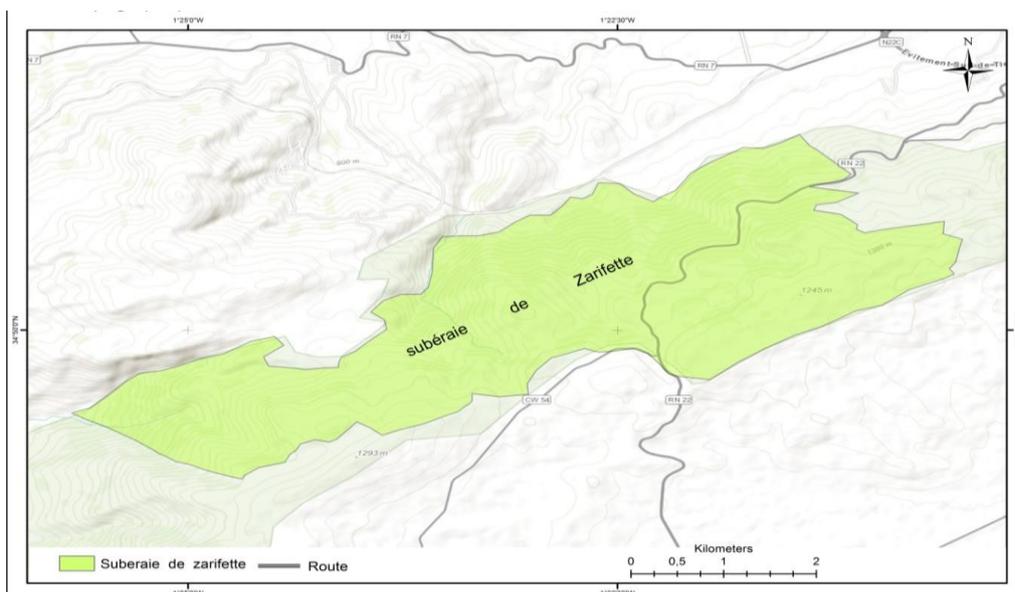


Figure 6 : Carte de situation de la suberaie de F1 (PNT, 2019)

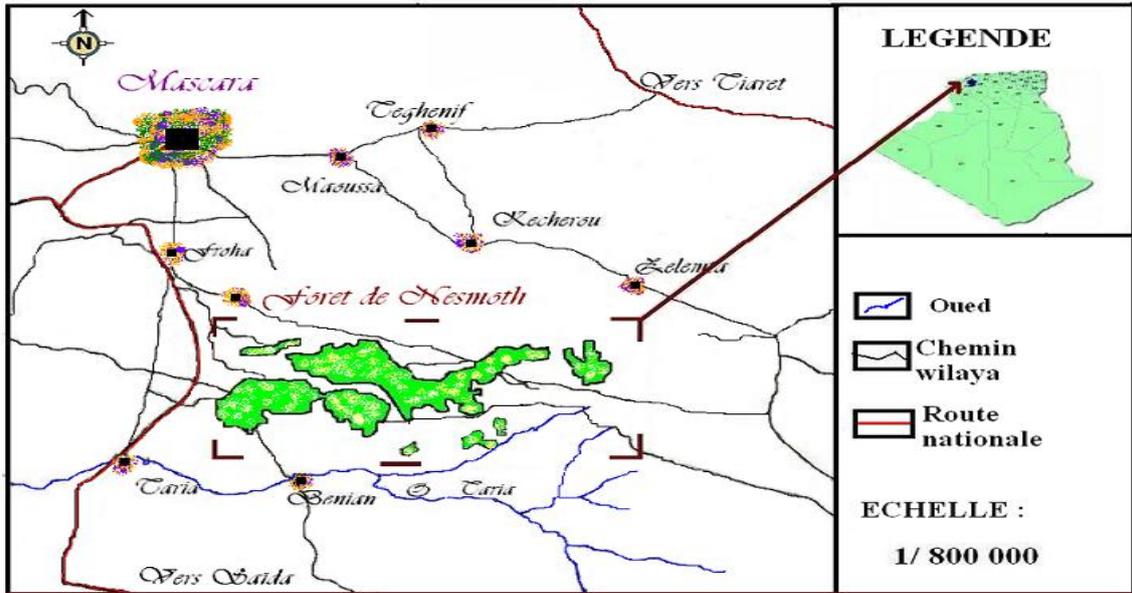


Figure 7 : Carte de situation de la suberaie de F2 (Dehane, 2006)

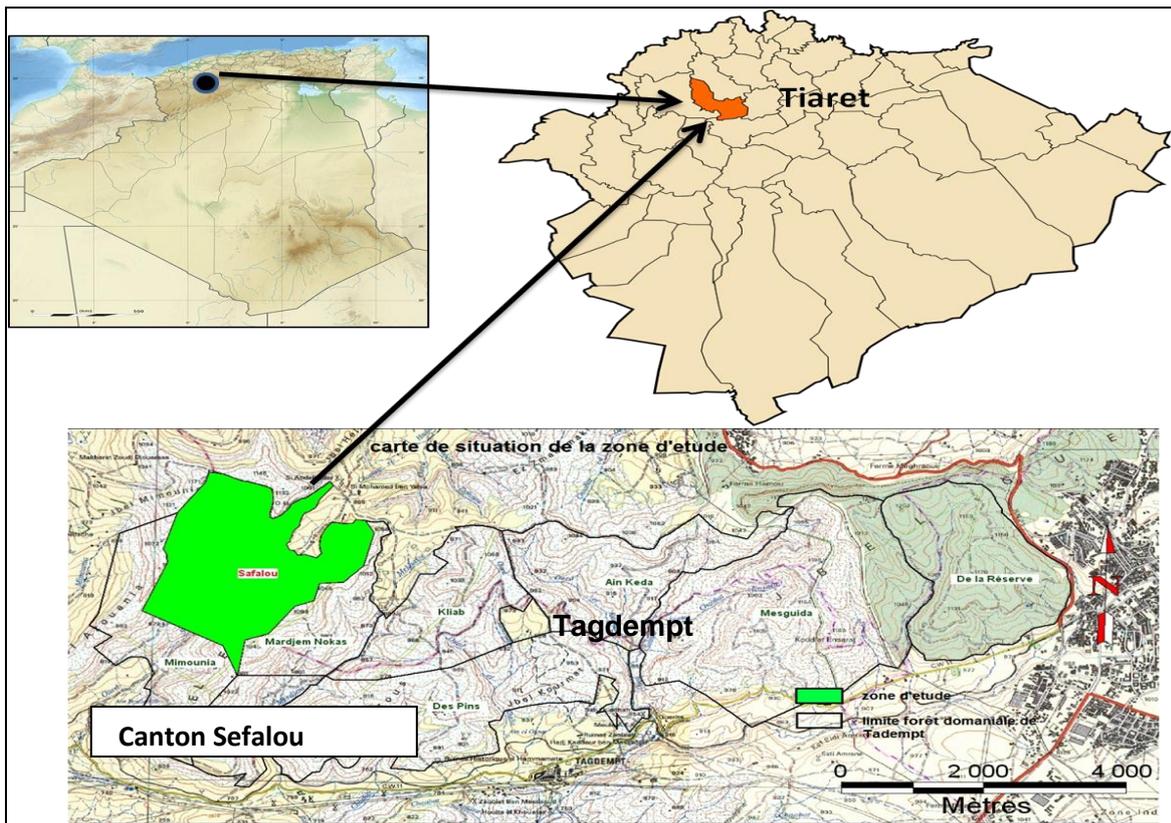


Figure 8 : Carte de situation de la suberaie de F3 (C. F.W.Tr., 2016)

## II.2-Géologie

Géologiquement, la zone d'étude est connue être composée par des structures géologiques de type tellien et atlasique très déformée.

Le tableau 7 résume la géologie de notre zone d'étude (Cornet,1952; Benest,1985 ; Gaouar,1980)

Tableau 7 : Géologie de la zone d'étude

F1	La forêt de F1 repose sur du grès Séquanien et d'alluvions Quaternaire.
F2	Cette suberaie végète sur un substrat de calcaire dolomitique du Crétacé inférieur présentant une certaine stabilité et résistance à l'érosion même en forte pente.
F3	.Les peuplement de chêne liège poussent des formations géologiques du Quaternaire Continental formé d'alluvions et dépôt de pente, limons et sables.

Les reliefs sont généralement escarpés et accentué. Le tableau 8 illustre les différentes pentes rencontrées dans la région.

Tableau 8 : Classes de pentes de la zone d'étude (C.F.W.T.,1996, C.F.W.M,1997, C.F.W. Tr., 2013)

	0- 03 %	03 - 25 %	>25%
F1	5%	60%	35%
F2	33%	65%	2%
F3	10%	60%	30%

## II.3-Hydrographie

Le réseau hydrographique est relativement temporaire et sec en été. A F2, on trouve oued Froha qui se ramifie en oued Makda et chalabarakane. Il existe plusieurs sources potables : Ain Tacheta, Ain Griben. A F1, Il existe Oued Zarieffet » qui est entouré par une série de sources tels que ain Zarieffet, ain Baghdad et ain mourdjen. A F3, les principaux oueds sont : Oued Mesguida, Oued Safalou.

## II.4-Climatologie de la zone d'étude

Les données relatives à la pluviométrie et aux températures proviennent de l'ONM pour les périodes 1982-2015.

## II.4.1- Précipitation

La répartition mensuelle moyenne de la pluviométrie pour les trois suberaies est représentée dans les tableaux 9 et 10.

Tableau 9 : Précipitations moyennes annuelles pendant la période allant de 1914 à 1938

Forêt	Période	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Total
F1	1914-1938	83,2	101	93,2	72,3	65,5	27,7	2,2	5,6	26,6	57,7	92,2	81	708
F2	1927-1938	91	74	63	48	51	19	2	2	26	43	86	84	589
F3	1918-1938	75,67	68,67	65,67	56,33	53,67	48,33	38	44,67	54,67	64	73,33	77,67	720

Tableau 10 : Précipitations moyennes annuelles pendant la période 1982-2015

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Total
F1	82	73	92	62	63	13	3	6	23	37	68	68	589
F2	54	50	44	50	35	24	5	5	17	41	51	40	418
F3	44	41	34	43	28	12	3	10	37	36	46	45	379

L'analyse des deux tableaux fait ressortir une information principale : le cumul des pluies entre l'ancienne et la nouvelle période enregistre un déficit de 631 mm du total tombé soit une régression de 31,28%, d'où une tendance à la xérothermie.

La figure 9 montre que les pluies sont très concentrées dans la saison humide (automne-hiver-printemps) et se raréfie en été. Il s'agit bien d'un climat méditerranéen montagnard à variante sub-humide (F1) et semi-aride (F2 et F3).

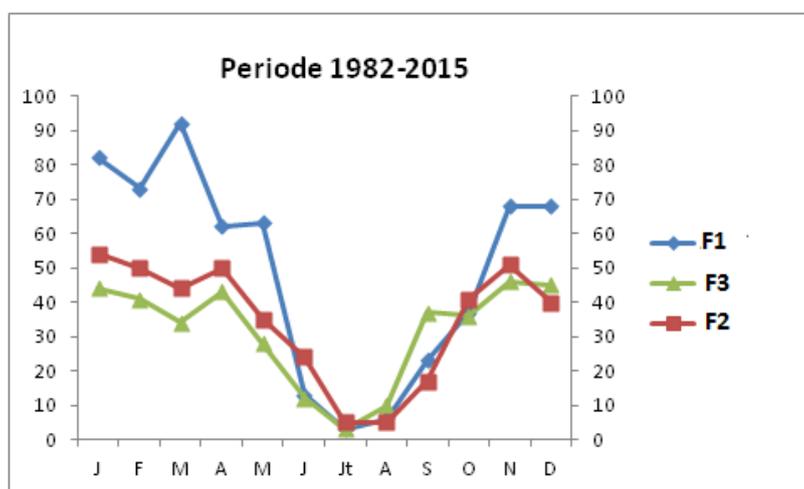


Figure 9 : Répartition mensuelle des précipitations dans les trois forêts

## II.4.2-Les Températures

. Les tableaux ci-dessous retracent les valeurs des températures minimales, maximales et moyennes enregistrées dans les trois forêts.

Tableau 11 : Températures moyennes minimales

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Moy.
F1	<b>2,50</b>	3,60	4,37	4,75	7,80	12,20	17,00	18,70	16,50	10,50	4,80	4,70	8,95
F2	<b>4,20</b>	4,23	6,00	8,80	11,30	15,32	19,38	19,83	16,52	12,85	8,37	5,137	11,00
F3	<b>1,19</b>	1,20	3,35	5,21	8,96	13,62	17,4	17,44	13,83	10,30	5,30	2,30	8,34

Tableau 12 : Températures moyennes maximales

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Moy.
F1	12,9	16,3	19,7	20,7	26,7	31	31,2	<b>34,3</b>	28,5	25	16,6	13,2	23
F2	13,6	13,6	17	21,38	24,73	29,51	34,41	<b>34,86</b>	29,63	24,97	17,59	14,72	23
F3	11,67	12,61	16,35	19,4	24,55	31	34,59	<b>34,90</b>	28,58	23,72	16,3	12,45	22

Tableau 13 : Températures moyennes

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Moy.
F1	7,4	9,45	11,75	13,25	18,05	22	24,8	26,5	21,6	17,55	11,15	7,8	15,94
F2	8,9	8,91	11,5	15,09	18,01	22,41	26,89	27,34	23,07	18,91	12,98	9,92	17,00
F3	6,43	6,90	9,85	12,30	16,75	22,31	25,99	26,17	21,20	17,01	10,8	7,37	15,26

Les figures ci –dessous illustrent les variations des températures mensuelles.

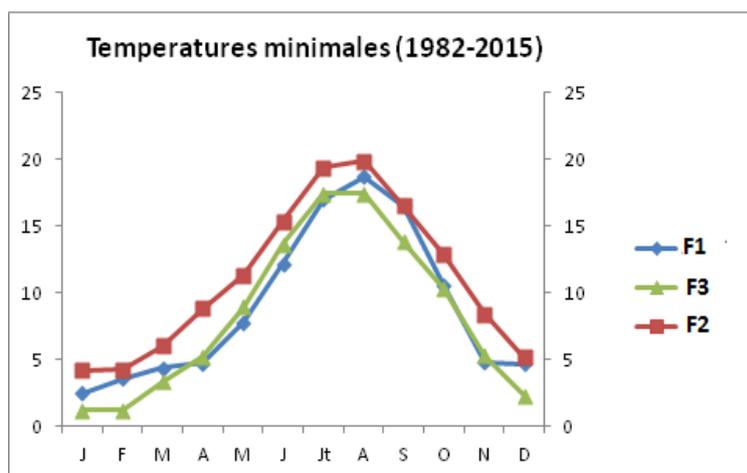


Figure 10 : Variations des températures minimales

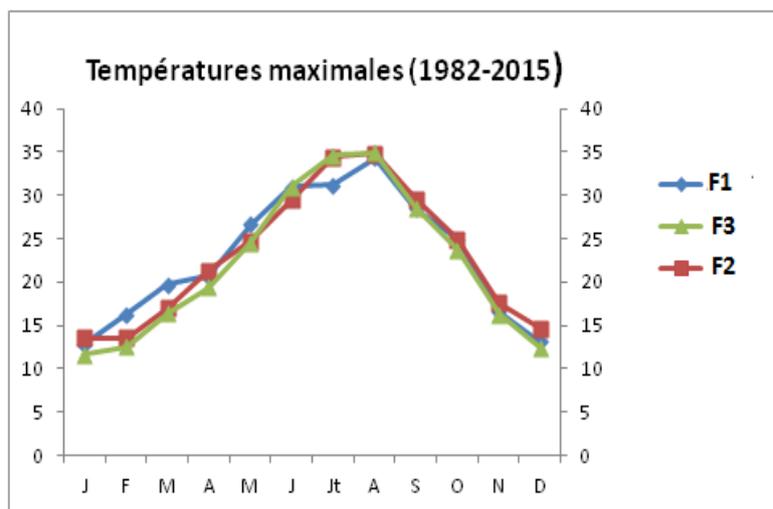


Figure 11 : Variations des températures maximales

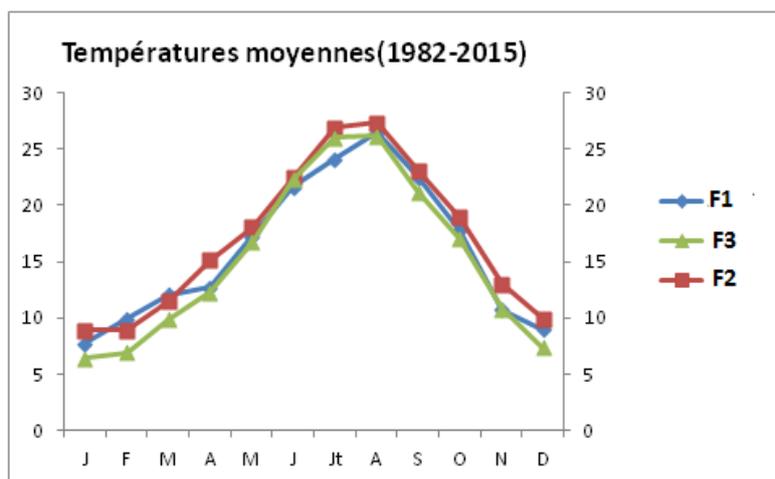


Figure 12 : Variations des températures moyennes

Il ressort des trois figures qu'en région nord-ouest d'Algérie, les contrastes des températures minimales et maximales sont visibles à chaque passage du littoral vers les zones d'altitude à cause de la croissance de la continentalité. Les valeurs de « m » connaissent une réduction notable à partir de la fin de l'automne et jusqu'à l'hiver (Novembre-Mars). Cette différence est due essentiellement au bourrelet montagneux de l'Atlas Tellien qui diminue fortement le minima « m » en provoquant les gelées et l'ensoleillement excessif en période estivale (Seltzer, 1946). Les valeurs maximales dépassent les 34°C, d'où une sécheresse estivale bien marquée.

## II.4.3- Paramétrés climatiques

### 1- Amplitude thermique

L'amplitude thermique extrême moyenne (M-m) est représentée dans le tableau (Tab.14).

**Tableau 14 :** Indice de continentalité

<b>Forêt</b>	<b>M°C</b>	<b>m°C</b>	<b>M-m °C</b>	<b>Type de climat</b>
<b>F1</b>	34,3	2,5	31,8	<b>Semi-continental</b>
<b>F2</b>	34,86	4,20	30,66	<b>Semi-continental</b>
<b>F3</b>	34,90	1,19	33,71	<b>Semi-continental</b>

En se référant à la classification de Debrach (1953) : climat semi – continental

$25^{\circ}\text{C} < \text{M-m} < 35^{\circ}\text{C}$ , il ressort du tableau 15 que la zone d'étude est soumise à une sécheresse avancée.

### 2- Indice de sécheresse estivale ( $I.e = P.E / M$ )

Cet indice est indiqué dans le tableau 15 :

**Tableau 15 :** Indice de sécheresse estivale de la zone d'étude

	<b>Pluviosité de l'été « mm »</b>	<b>M°C</b>	<b>I,e</b>
F1	22	34,3	<b>0,64</b>
F2	34	34,86	<b>0,98</b>
F3	25	34,90	<b>0,72</b>

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.

### 3- Diagrammes ombrothermiques

Les diagrammes ombrothermiques des trois forêts sont illustrés dans les figures 13,14 et 15.

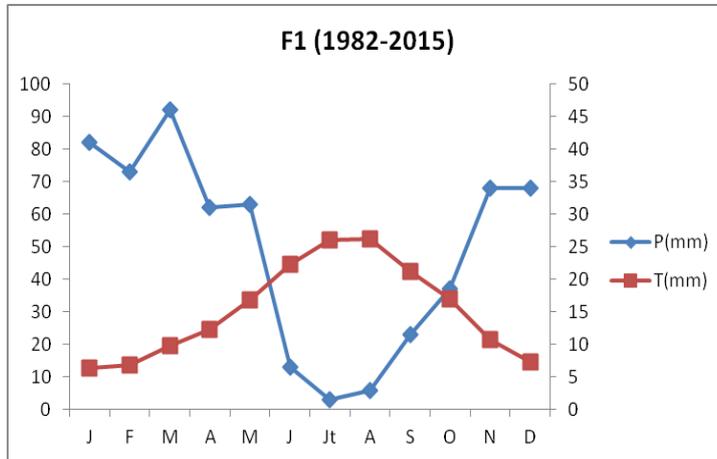


Figure 13 : Diagrammes ombrothermiques de F1

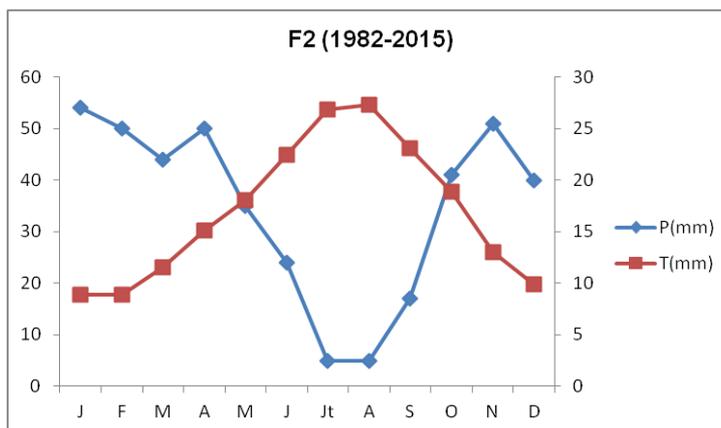


Figure 14 : Diagrammes ombrothermiques de F2

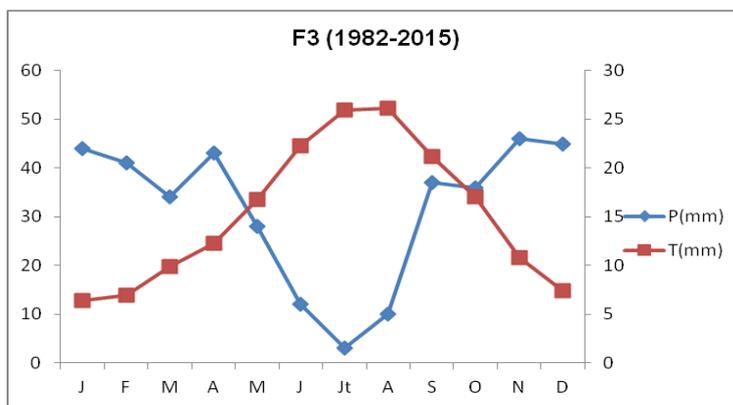


Figure 15 : Diagrammes ombrothermiques de F3

Durant la période actuelle, la saison sèche accuse une périodicité notable allant de 5 mois (F1) à 6 mois (F2 et F3).

#### II.4.4-Quotient pluvio-thermique

Le calcul de ce quotient pluviométrique nous a permis de positionner les trois forêts dans leurs étages correspondants (Tab. 16 et Fig.16) :

Tableau 16 : Valeurs du « Q2 » (1982-2015)

Forêt	P(mm)	M (°C)	m (°C)	Q2	Type de climat	Variante thermique
F1	589	34,3	2,5	<b>63,33</b>	Sub- humide inferieur	Frais
F2	418	34,86	4,20	46,42	Semi-aride	Doux
F3	379	34,90	1,19	38,49	Semi-aride inferieur	Frais

-A travers le tableau 16, nous constatons que la forêt F1 se distingue d'un bioclimat sub-humide recevant plus de 580 mm. Dans cette région, le climat vire actuellement vers un sous étage inférieur voire semi-aride supérieur avec des quantités annuelles de pluies entre 500 et 550mm. La température minimale est toujours inférieure à 3°C caractérisant un hiver frais.

- A F2, le bioclimat est semi-aride avec des quantités annuelles de pluies inférieure à 450. Cette zone est aussi caractérisée par un hiver doux ou la température inférieure du mois le plus froids est de l'ordre de 4,2°C.

- A F3, le climat converge un sous étage inférieur voire semi-aride inferieur avec des quantités annuelles de pluies inferieures à 400 mm et un hiver très rigoureux de 1,19 °C.

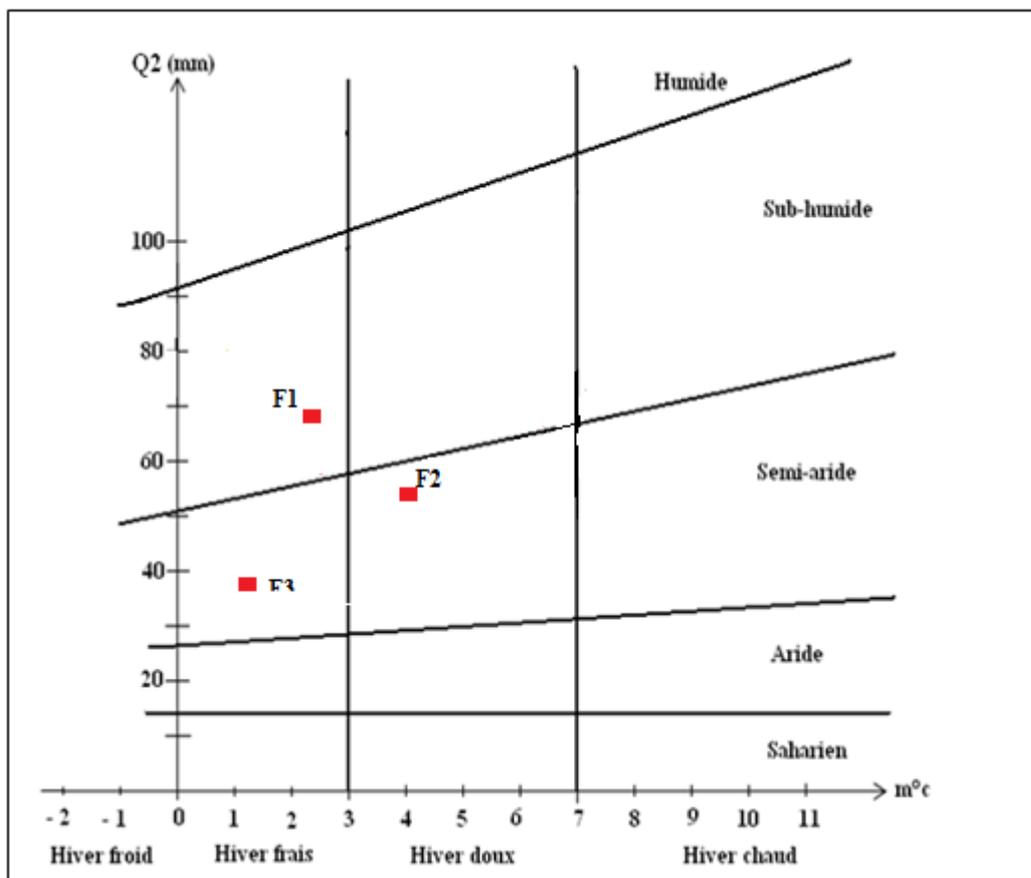


Figure 16 : Quotient pluvio-thermique des trois forêts

## II.5-Description forestière

Les trois suberaies apparaissent actuellement dans un état de régression graduelle du fait des incendies répétés, de la sécheresse, du surpâturage et du vieillissement des arbres.

- La forêt F1 abritait initialement une superficie totale d'environ 990 ha dont près de la moitié (453 ha) était occupée par les essences principales (chêne-vert et chêne-liège) et le reste par des broussailles d'essences secondaires (246 ha) et les vides (291 ha) (A.E.F.C.O., 1916). Elle comporte les cantons suivants : Zariéffet (535 ha), Fernana (58 ha), Guendouza (63 ha), et Aïn Merdjen (306 ha) (C.F.W.T., 1996). Actuellement le chêne liège se trouve sous forme de taillis à cause des incendies répétés.
- Le chêne-liège compte 110 ha et se rencontre initialement dans le village Nesmoth au niveau des six cantons de Griben, Terziza, Chemoukh, Laghzez, Bahari et Hammar Djerrob. Il est signalé également dans les autres cantons comme Djebel Nesmoth,

Médiouna et Ouled M'Rah (A.E.F.C.O., 1960b). La suberaie est dominée aussi par le pin d'Alep, l'Eucalyptus et par le chêne vert.

- La forêt domaniale de Tagdempt, d'une superficie totale de 4329 ha, se compose de huit cantons dont principalement celui de Sefalou abritant 532 ha de chêne liège pure et mélangé au chêne vert et au chêne zeen.
- Dans les trois forêts, le sous bois accompagnant le chêne liège est composé habituellement de diverses espèces ; nous distinguons le cortège floristique suivant : *Phillyrea angustifolia*, *Calycotome intermedia*, *Olea europea*, *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Cistus ladaniferus*, *Cystisus triflorus*, *Cistus salvifolius*, *Lavandula stoechas*, *Lavandula dentedata*, *Asphodelus microcarpus*, *Chamerops humilis* *Ampelodesma mauritanica*. Dans la strate arborée, le chêne zeen (*Quercus faginea*), le chêne vert (*Quercus rotundifolia*) et le pin d'Alep (*Pinus halepensis*) arrivent par endroit à faire disparaître le chêne liège.

## II.6-La production du liège

En se basant sur le fascicule de gestion élaboré par les services forestiers durant la période coloniale et les archives actuels, la production du liège a débuté différemment dans les trois suberaies.

Dans la suberaie F1, on a récolté de 1897 et 1996, un volume total de liège de reproduction de l'ordre de 28300 Qx (Dehane, 2006). Les meilleures productions sont archivées durant la période de la seconde guerre mondiale et la guerre de la libération nationale : 1954 Qx en 1948 et 42 Qx en 1950. Le reste de la production (2767 Qx) est reparti entre le liège mâle (2020 Qx), le liège de rebut (747Qx) et le liège flambé (48 Qx) (Dehane, 2012).

- A F2, la suberaie est devenue productive entre 1911 et 1929. Durant 18 campagnes de récolte on totalisait 1734qx de liège. Après l'indépendance, seulement 4 récoltes ont été réalisées 1979, 1989, 2003 et 2017 donnant une production globale de 4400 qx (C.F.W.M.,2017).
- A F3, à cause des incendies très récurrents dans un temps court, la production du liège n'a jamais été entreprise d'une manière régulière et officielle. Les archives de l'époque coloniale enregistraient des récoltes d'une manière durable avec des surfaces génératrices du liège variant de 113,83 m<sup>2</sup>/ arbre à 274,11 m<sup>2</sup>/arbre (C.F.W.Tr., 2013).

## II.7-Situation des trois forêts aux incendies

Les peuplements de chêne liège dans les trois forêts sont en situation régressive réduits à peu de surface sous forme de futaie claire ou de pieds isolés. C'est le résultat d'un processus de dégradation dû aux fortes exploitations, aux coupes illicites et au surpâturage. Les incendies restent la menace la plus causant la disparition irréversible des dizaines d'hectares de chêne liège chaque année (Tab.17).

Tableau 17 : Superficies de chêne liège incendiées dans les trois forêts (C.F.W.T.2016, C.F.W.M,1997, C.F.W. Tr., 2013)

	Surfaces incendiées et période
F1	50 ha (2000-2016)
F2	117 ha (1970-1978)
F3	800 ha (1992)

# Chapitre III

## Méthodologie

### III.1-Choix de la zone de prospection

Les trois suberaies choisies pour réaliser ce travail sont illustrées dans la figure 17.



Figure 17 : Situation géographique de la zone d'étude (Frihi, 2020)

### III.2- Déroulement de l'échantillonnage

Le nombre d'arbres producteur inférieurs à 20 arbres par hectares nous a obligés à effectuer un échantillonnage par Itinéraires. Ces trajets prennent l'aspect de lignes ondulées (Zigzagüées) de 100m coupées par d'autres de 100 m.

Nous avons utilisé le trajet selon les trois altitudes (base, milieu et sommet) (Fig.18).

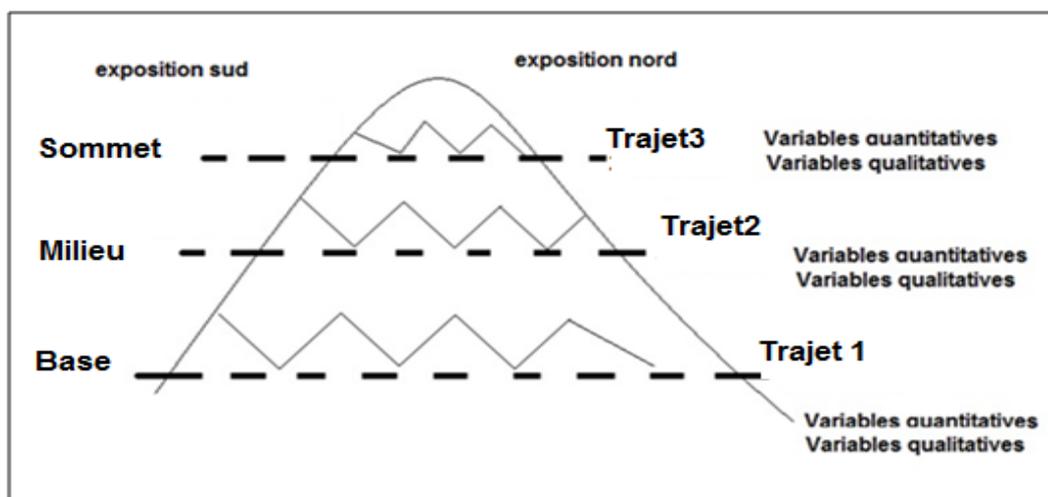


Figure 18 : Méthode d'échantillonnage sur terrain (Frihi, 2020)

Sur le terrain ces itinéraires prennent les configurations suivantes (Fig.19).



Configuration en milieu (F2)



Configuration en base (F3)



Configuration en sommet (F1)

**Figure 19** : Différentes configurations du terrain dans les trois suberaies (Frihi, 2020)

### III.3-Mensurations

La fréquence des arbres à échantillonner dépend de la longueur de l'itinéraire. Selon les normes du CYCITEX (2006), 70 arbres-échantillons sont suffisants par forêt pour analyser les aspects technologiques du liège.

Devant chaque sujet choisi aléatoirement, et sur une fiche d'échantillonnage préparée soigneusement on mentionne une série d'informations quantitatives et qualitatives allant de la position géographique de l'arbre en passant de l'état du tronc à la gestion subericole administrée. Ces données sont illustrées dans le tableau 18.

Tableau 18 : Principaux paramètres pris en considération

Paramètre	Codage	Description
SD1	Dendrometrie	Diamètre à 1,30m(m). Hauteur des arbres (m).
SD2	Exploitation	Rotation d'exploitation. Coefficient moyen d'écorçage. Calibre du liège.
SD3	Etat sanitaire	Etat du tronc et de la cime.
SD4	Gestion	Qualité d'exploitation et passage d'incendie.
SD5	Sylviculture	Embroussaillage et enrésinement.

SD : Signification du Descripteur

Le point focal de ces prises de données tourne autour des mesures de qualité du liège effectués par le Coveless CQ05. Selon l'exposition offerte, le sondage par l'instrument est réalisé sur le tronc sur une surface applicable de 20cm x 20cm à 1,30m du sol, analogue à l'échantillonnage classique d'extraction de liège (Fig. 20).

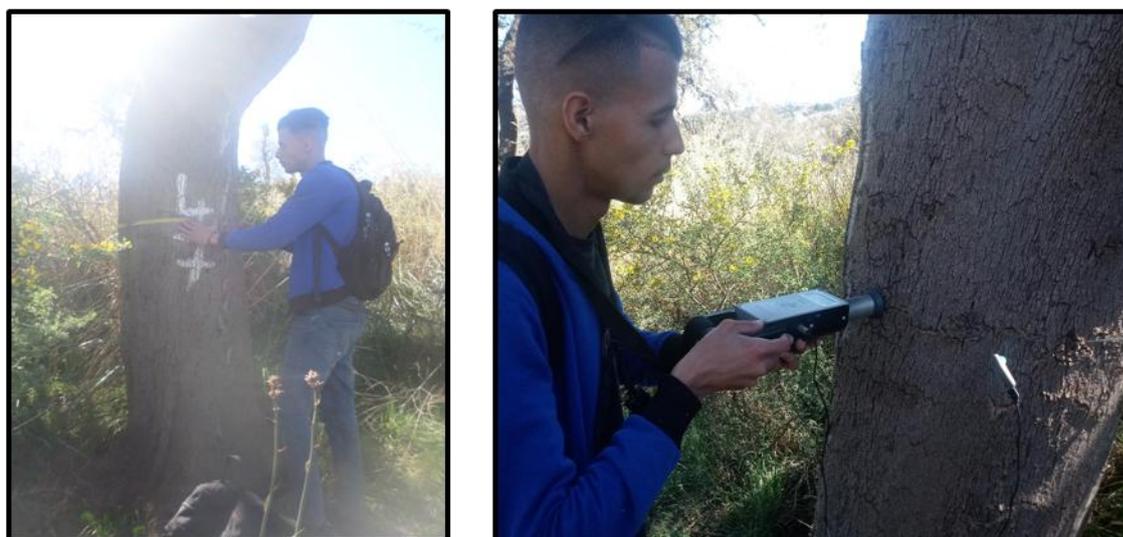


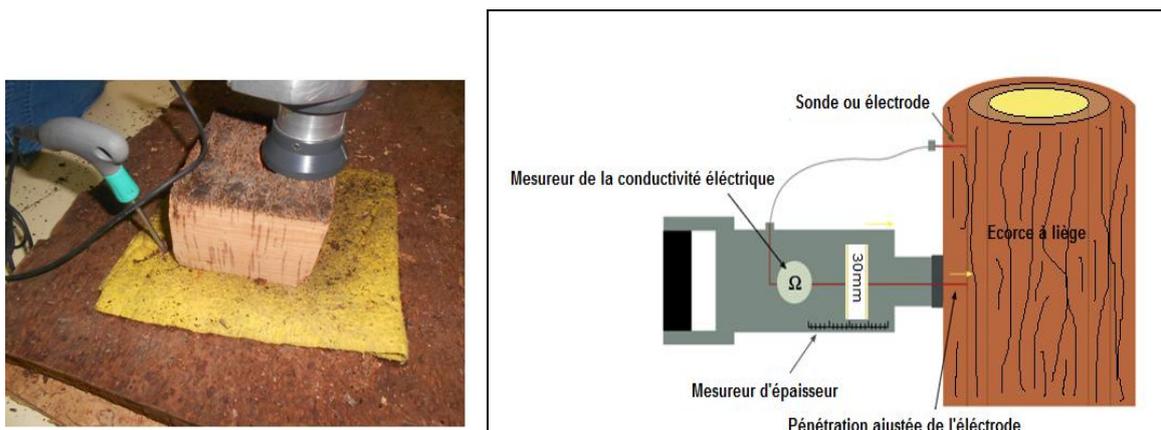
Figure 20 : Type de mesures effectuées sur le terrain (Frihi, 2020)

Le matériel utilisé pour la collecte des données et des mesures est le suivant :

- Un ruban mètre.
- Un GPS de marque Garmin
- Clinomètre digital.
- Un mètre en acier.
- Un marteau.
- Un ciseau maçonnerie.

### III.4-Méthode d'analyse de la qualité du suber

L'analyse de la qualité du suber est régie par l'introduction d'une force électrique (électrode) par le biais d'une épingle dans la mère du liège jusqu'à atteindre le phloème vivant (le liber). Un afficheur digital de l'instrument enregistre les mesures sous forme numérique et les interprète par des graphes et des secteurs (Fig.21).



**Figure 21** : Travail au moyen de la sonde électrique (Dehane, 2020)

Les mesures sur le tronc concernent les calibre et l'aspect visuel (Tab 19. et 20).

Tableau 19 : Classes primaire des calibres

Classe	Appellation
1	Ap1 (ep.> 19 lignes)
2	Ap2 (15 < ep. < 19 lignes)
3	Ap3 (13 < ep. < 15 lignes)
4	Ap4 (11 < ep. < 13 lignes)
5	Ap5 (ep. < 11lignes)

Tableau 20 : Classes de l'aspect visuel

Classes	Appellation
1	C.1 <sup>a</sup>
2	C.2 <sup>a</sup>
3	C.3 <sup>a</sup>
4	C.4 <sup>a</sup>
5	C.5 <sup>a</sup>
6	C.6 <sup>a</sup>
7	C.7 <sup>a</sup>
8	C.R

Ces classes visuelles sont similaires à l'abondance des irrégularités dans le suber. C'est-à-dire à chaque rang visuel correspond un nombre bien défini de défauts. Afin d'adapter les épaisseurs du liège mesurées au coveless au contexte algérien, nous avons fusionné les 5 classes en 3 classes commerciales de calibre (Tab.21).

Tableau 21 : Classes de calibres du liège en lignes et en mm

Classes	Épaisseur en mm	Appellation Commerciale	Appellation industrielle	Norme Iprocor
1	ep. > 42,75 mm	Liège épais (E)	B	>19 lignes
2	24,75mm < ep. < 42,75 mm	Liège ordinaire (O)	A	15-19 , 13-15 , 11-13, 15-19 , 13-15 , 11-13 (lignes)
3	ep. < 24,75 mm	Liège mince (M)	C	<11lignes

- La classe A définit le liège au calibre bouchonnable générant moins de déchets lors du tubage. Cette classe est la plus appropriée pour l'obtention de bouchons en liège naturel de 24 mm et de 21 mm
- La classe B implique une performance optimale pour le bouchon, mais avec un excès de calibre, ce qui implique un excès de déchets après le tubage.
- La classe C regroupe par son calibre les planches ne permettant pas l'obtention d'un bouchon, mais des rondelles pour un bouchon.

Les 5 classes d'épaisseur et les 8 classes d'aspect sont fusionnées en classes de qualité élargie fournies par la machine lors du sondage direct sur arbre (Tab. 22).

Tableau 22 : Classes de qualité élargie du liège (CYCITEX., 1994)

Type	Calibre	Aspect	Classe de qualité
CAL1	19arriba	Sextas arriba	19arr. 6 <sup>a</sup> arr.
CAL 2	15-19	Quintas arriba	15-19 5 <sup>a</sup> arr.
CAL 3	15-19	Sextas	15-19 6 <sup>a</sup>
CAL 4	13-15	Quintas arriba	13-15 5 <sup>a</sup> arr.
CAL 5	13-15	Sextas	13-15 6 <sup>a</sup>
CAL 6	11-13	Quintas arriba	11-13 5 <sup>a</sup> arr.
CAL 7	11-13	Sextas	11-13 6 <sup>a</sup>
CAL 8	11 abajo	Cuartas arriba	11abj. 4 <sup>a</sup> arr.
CAL 9	Todos	Refugo ( Rebut)	R

De la classification du liège en neuf classes de qualité se définit les indices de qualité selon les normes du CYCITEX (Tab.23).

Tableau 23 : Classification utilisée pour estimer les indices de qualité (CYCITEX., 1994)

Type	Calibre	Aspect	Classe de qualité	Indice de qualité
1	19 plus	Premier (1 <sup>a</sup> )	19 6 <sup>a</sup> plus.	11
2	15-19	Deuxieme (2 <sup>a</sup> )	15-19 5 <sup>a</sup> plus.	19,5
3	15-19	Troisieme(3 <sup>a</sup> )	15-19 6 <sup>a</sup>	7
4	13-15	Quatrieme(4 <sup>a</sup> )	13-15 5 <sup>a</sup> plus.	19
5	13-15	Cinquieme(5 <sup>a</sup> )	13-15 6 <sup>a</sup>	6,5
6	11-13	Sexieme(6 <sup>a</sup> )	11-13 5 <sup>a</sup> plus.	12,75
7	11-13	Septieme(7 <sup>a</sup> )	11-13 6 <sup>a</sup> plus	5
8	11 moins	Rebut	11 moins. 4 <sup>a</sup> plus.	12
9	Tous		Rebut	1,5

## II.5-Méthodes d'analyse statistique

Des analyses de variance Anova 1 et 2 ont été utilisées pour expliquer les relations éventuelles entre les différentes variables quantifiées.

Pour mieux analyser les IQ dans les trois suberaies, une Analyse Factorielle de Correspondance (ACM) a été réalisée par le biais du logiciel Xlstat. Cette analyse s'est portée sur l'étude de l'effet des facteurs environnementaux sur la répartition des IQ selon leurs aspects commerciaux et industriels.

Ces paramètres se répartissent entre les facteurs suivant :

- 1- Facteur arbre : état de la cime et du tronc définissent l'état physiologique de l'arbre ( Fig.22).
- 2- Facteur récolte : la qualité de levée du liège définit la présence ou l'absence des blessures sur le tronc (Fig.23).
- 3- Facteur sylvicole : l'abondance des arbres perpétue un excès de sous-bois envahissant et concurrent (Fig.24).
- 4- Mauvaise gestion : dominance du pin d'Alep prive les arbres de la lumière et de la photosynthèse(Fig.25).
- 5- Risque majeur : départ des foyers de feu à cause de l'absence des travaux sylvicoles et de la mauvaise gestion (Fig.26).

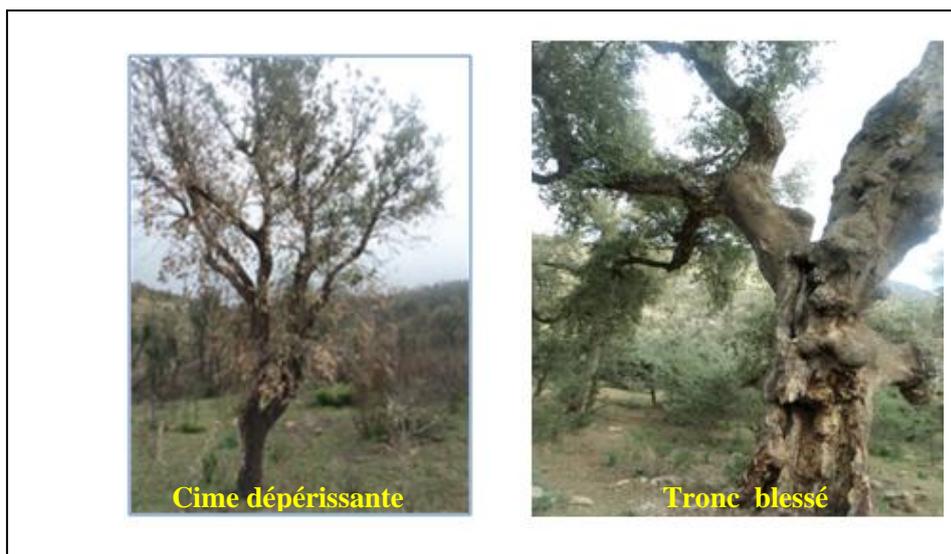


Figure 22 : Etat du tronc et de la cime (Frihi, 2020)

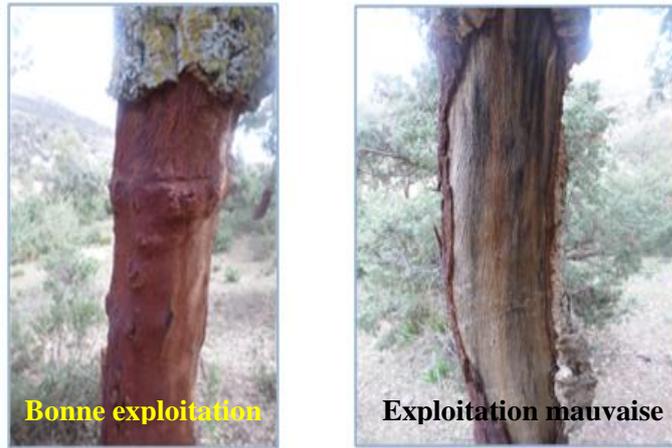


Figure 23 : Qualité de levée du liège (Frihi, 2020)



Figure 24 : Type de résineux (Frihi, 2020)



Figure 25 : Type de sous-bois (Frihi, 2020)

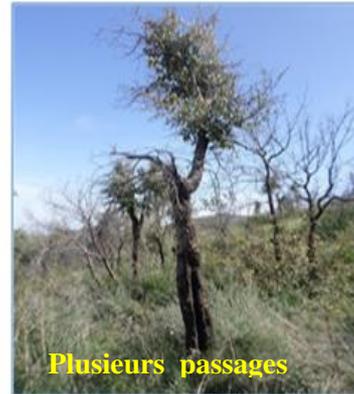


Figure 26 : Type d'incendie (Frihi, 2020)

6- Une conséquence des facteurs environnementaux sur les arbres producteurs est la dureté du liège. Un liège dur exprime une forte résistance à l'enfoncement de l'aiguille (du Coveless) et par conséquent une forte poussée musculaire de l'opérateur et vice versa (Fig.27).

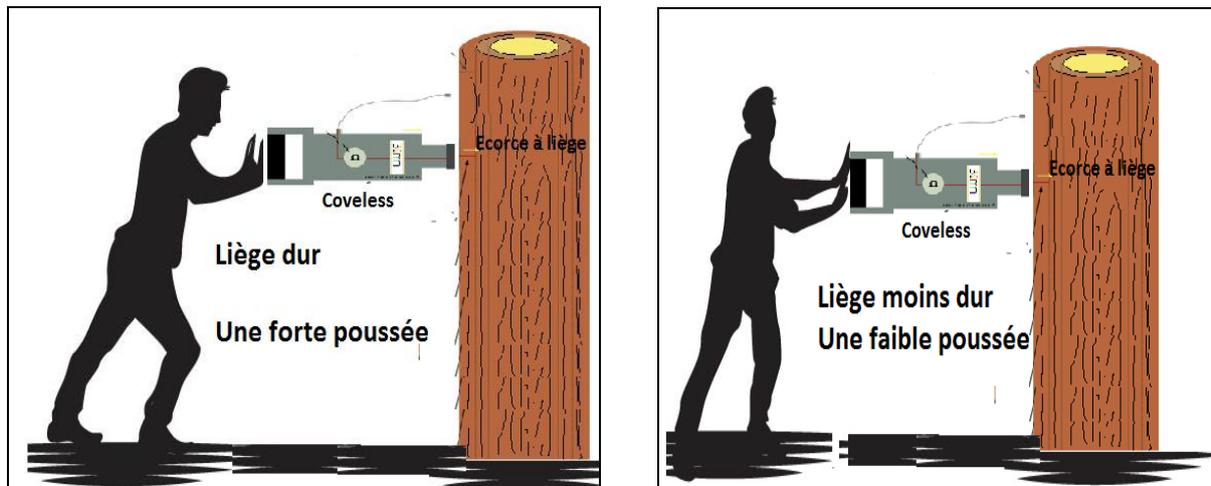


Figure 27 : Type de dureté de liège (Dehane, 2020)

# Chapitre IV

## Résultats et discussion

## IV.1- Résultats

### IV.1.1-Bref description de la zone d'étude et des arbres-échantillons

Le tableau 24 met en exergue les principales observations et mesures constatées dans les trois trajets (itinéraires) de la zone d'étude et des arbres-échantillons.

Tableau 24 : Caractéristiques moyennes des arbres-échantillons et de la zone d'étude

	F1(N=70)	F2(N=70)	F3(N=70)
Classe de pente	Fréquence	Fréquence	Fréquence
0<Pente< 3% 3<Pente<25% Pente >25%	Base : 5% Milieu : 60% Sommet : 35%	Base : 33% Milieu : 65 % Sommet : 2%	Base : 60% Milieu : 10 % Sommet : 30%
Longueur de l'itinéraire(m) Point de départ-Point d'arrivée	Itin1: 1500 Itin 2: 3000 Itin 3 : 3500	Itin: 1000 Itin2 : 900 Itin3 : 800	Itin1 : 1400 Itin2 : 1000 Itin 3 : 1300
Altitude (m)	1200	1004	1000
Densité des arbres/ha	90	60	50
Circonférence (cm)	181,53	102,29	120,50
Origine du peuplement	Naturelle	Naturelle et artificielle	Naturelle
Nature du peuplement	Mélangée	Mélangée	Mélangée
Fréquentation humaine	Forte	Très forte	Très forte
Hauteur moy. des arbre (m)	13	12	14
Hauteur moy.de déliégeage (m)	1,70	2,37	1,85
Age du liège (années)	12-13	12-14	11-14

D'après le tableau 24, nous constatons que le chêne liège étudié se localise sur des reliefs très accidentés particulièrement dans la suberaie F1 et F3 dont les pentes sont très marquées variant entre 60% et 10% de dénivelée forte (Milieu) et 35% et 30% de dénivelée très forte (sommet).

La plus part de ces peuplements sont naturels à l'exception de certains pied issus des opérations de repeuplement de l'époque coloniale (F2). A F2 et à F3, le chêne liège est mêlé au chêne vert et au chêne zéen qui le supplante par endroit. A F2, il est mélangé au chêne kermès. Partout la fréquentation humaine et animale est forte et qui est la source des incendies et des coupes illicites du liège et les différentes mutilations.

Les arbres échantillonnés sont adultes (la circonférence sur écorce varie de 102,9 cm à 181,53cm) en pleine production et subissent des rotations d'exploitation différentes particulièrement à F3. La densité des arbres (mâle et de reproduction) est de l'ordre de 100 arbres/ha à F1 alors qu'elle est faible à F3 (50 arbres/ha).

#### IV.1.2-Caractérisation de la qualité du liège sur arbre

Les résultats obtenus à partir de l'analyse du premier paramètre à savoir le calibre du liège sont présentés dans le tableau 25.

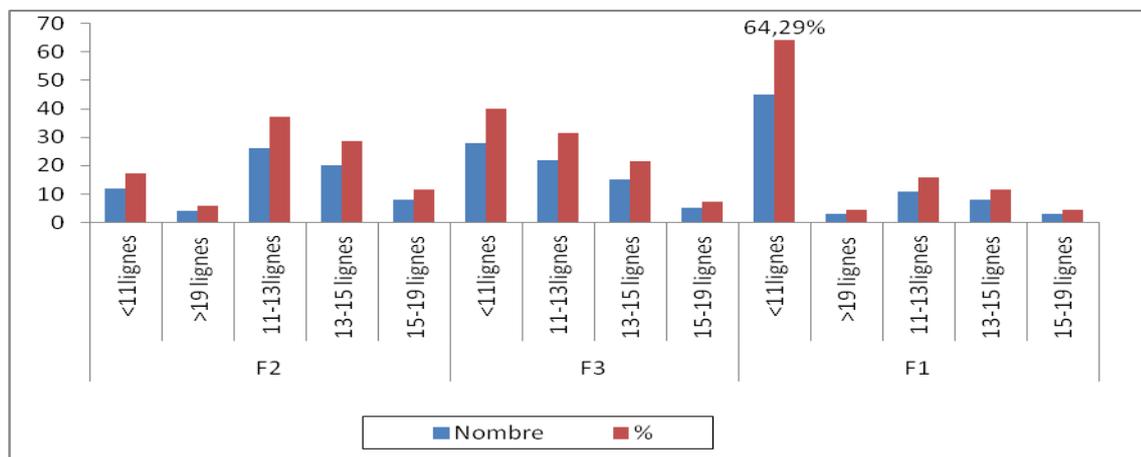
Tableau 25 : Statistique descriptive du liège des trois forêts

Forêt	Statistique descriptive	N	V1	V2	%
F1		3	E	B	4,29
		22	O	A	31,43
		45	M	C	64,29
	Total et moyenne (écart type)	70	22,46(3,62)		
F2		4	E	B	5,71
		54	O	A	77,14
		12	M	C	17,14
	Total et moyenne (écart type)	70	29,52(2,87)		
F3		0	E	B	0,00
		42	O	A	60,00
		28	M	C	40,00
	Total et moyenne (écart type)	70	26,50(1,98)		
Total		7	E	B	3,33
		118	O	A	56,19
		75	M	C	40,48
	Total et moyenne (écart type)	210	26,41(3,09)		

**Légende** : Avec N : Nombre d'échantillon ; V1 : Classe commerciale des épaisseurs ; V2 : Classe industrielle des épaisseurs ; % : Pourcentage

A travers le tableau 25, nous observons que les épaisseurs des lièges des arbres échantillonnés comptabilisent une moyenne de 26,41mm oscillant entre 22,46 mm(F1), 29,52mm(F2) et 26,50mm(F3). A l'intérieur de chacun des peuplements, les variations des épaisseurs intra-arbres sont marquées par des coefficients de variation élevés se rangeant entre 34,64% (F1), 21,92% (F2) et 16,86% (F3).

Selon leur débouchés commerciales et industriels (E, O,M) et (A,B,C), seuls les échantillons de (F2) et De (F3) sont aptes d’êtres transformés en bouchons en liège naturel avec des taux Variant entre 82,86% (F2) et 60% (F3). A F1, ce taux ne dépasse pas les 35,71%. D’ailleurs dans cette dernière nous enregistrons un pourcentage élevé (64,29%) de liège mince de la classe < 11 lignes (<24,45mm) (Fig.28).



**Figure 28 :** Variation des classes d'épaisseur du liège dans les trois forêts

Selon la figure 28, nous constatons que les meilleures classes prisées sur les marchés du liège à savoir les deux gammes (13-15 lignes) et (15-19 lignes) sont sensiblement fréquentes à F2 (40,00%) et F3 (28,57%) alors que ce taux ne dépasse pas les 15,71%(F1). Le test de variance (Anova 2) atteste une différence très significative entre les calibres et selon leur provenance (forêt) (Tab.26).

**Tableau 26 :** Tests des effets inter-sujets pour la variable dépendante : calibre.

Source	Somme des carrés de type III	ddl	Moyenne des carrés	D	Sig.
Modèle corrigé	1815,625 <sup>a</sup>	13	139,663	97,940	0,000
Ordonnée à l'origine	19088,453	1	19088,453	13385,868	0,000
Provenance	8,156	2	4,078	2,860	<b>0,060</b>
Calibre	1379,070	4	344,767	241,770	<b>0,000</b>
Provenance * Calibre	24,622	7	3,517	2,467	<b>0,019</b>
Erreur	279,499	196	1,426		
Total	30496,515	210			
Total corrigé	2095,124	209			

a. R deux = ,867 (R deux ajusté = ,858)

### IV.1.3-Aspect du liège

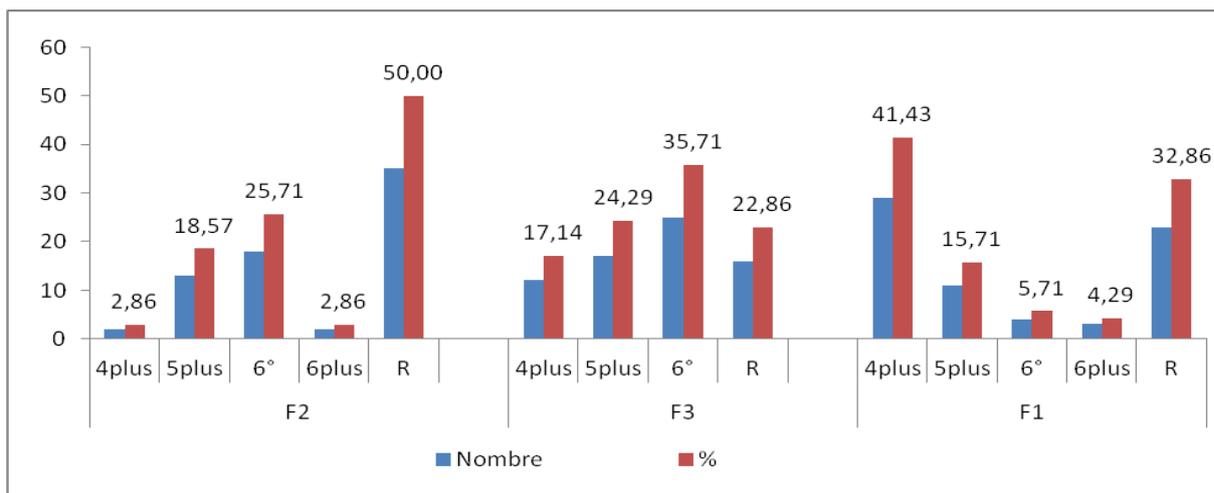
Les résultats obtenus à partir de l'analyse du deuxième paramètre à savoir l'aspect du liège sont mentionnés dans le tableau 27 :

**Tableau 27** : Statistique descriptive de l'aspect du liège des trois forêts

Forêt	Classes d'aspect	N	%	V1	V2
F2	5plus	13	18,57	A	A
	4plus	2	2,86		
	6plus	18	25,71	B	B
	6 <sup>a</sup>	2	2,86		
	R	35	50,00	C	
F3	5plus	12	17,14	A	A
	4plus	17	24,29		
	6 <sup>a</sup>	25	36,71	B	B
	R	16	22,86	C	C
F1	5plus	29	41,43	A	A
	4plus	11	15,71		
	6plus	4	5,71	B	B
	6 <sup>a</sup>	3	4,29		
	R	23	32,86	C	C
Total	5plus	41	19,52	A	A
	4plus	43	20,48		
	6plus	5	22,38	B	B
	6 <sup>a</sup>	47	2,38		
	R	74	35,24	C	C

**Légende** : Avec N : Nombre d'échantillon ; V1 : Classe commerciale d'aspect ; V2 : Classe industrielle d'aspect ; % : Pourcentage

En visionnant le tableau 27, nous remarquons que les classes d'aspect analogues à un produit renfermant très peu d'anomalies ou de défauts de liège, c'est-à-dire la classe commerciale et industrielle « A » sont typiquement liées aux classes d'aspect 5plus (1<sup>er</sup> au 5<sup>eme</sup> choix) et 4plus (1<sup>er</sup> au 4<sup>eme</sup> choix). Ces deux classes détiennent ensemble respectivement un taux de 21,43% (F2), 41,43% (F3) et 57,14% (F1). Par contre, les classes d'aspect (6plus et 6<sup>a</sup>) renfermant une panoplie d'anomalies du liège (les inclusions ligneuses, les exfoliations, les trous insectes) sont rangées dans la classe B. Ces deux classes (6plus et 6<sup>a</sup>) occupent 28,57% des échantillons ( F2), 35,71% (F3) et 10,00% (F1). Enfin, le liège rebut (classe R) détenant un aspect très dégradé (liège terreux, tache jaune) destiné à la trituration est très marqué à F2 (50%) que F1(32,86%) et F3 (22,86%) (Fig.29).



**Figure 29** : Variation des classes d'aspect du liège des trois forêts

#### IV.1.4- Classe de qualité : Calibre / Aspect

Les résultats obtenus à partir de la fusion des deux paramètres du liège « Calibre- Aspect » sont mentionnés dans les tableaux 28 et 29.

**Tableau 28** : Configuration commerciale des classes de qualité 1 (Calibre/Aspect)

V1 : Classe de qualité commerciale élargie								
Aspect								
Calibre	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>
11 lignes	Q(8)= 11moins.4 <sup>a</sup> plus.				Q(9) = Rebut			
11-13 lignes	Q(6) = 11-13 5 <sup>a</sup> plus				Q(7) = 11-13 6 <sup>a</sup>			
13-15 lignes	Q(4) = 13-15 5 <sup>a</sup> plus.				Q(5) = 13-15 6 <sup>a</sup>			
15-19 lignes	Q(2)= 15-19 5 <sup>a</sup> plus.				Q(3) = 15-19 6 <sup>a</sup>			
>19 lignes	Q(1) = 19plus. 6 <sup>a</sup> plus.							

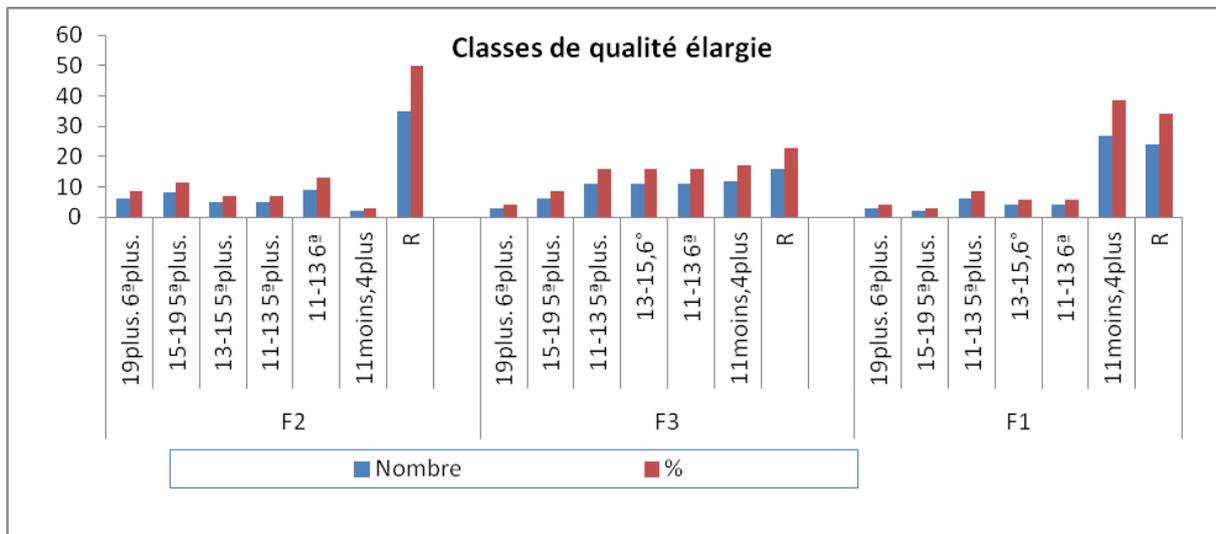
**Tableau 29** : Configuration commerciale des classes de qualité2 (Calibre/Aspect)

V2 : Classe de qualité commerciale résumée								
Aspect								
Calibre	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>
11 lignes	Q(8)= Mince				Q(9) = Rebut			
11-13 lignes	Q(6) = Bouchonnable naturel				Q(7) = Bouchonnable faible			
13-15 lignes	Q(4) = Bouchonnable naturel				Q(5) = Bouchonnable faible			
15-19 lignes	Q(2)= Bouchonnable naturel				Q(3) = Bouchonnable faible			
>19 lignes	Q(1) = Bouchonnable Epais							

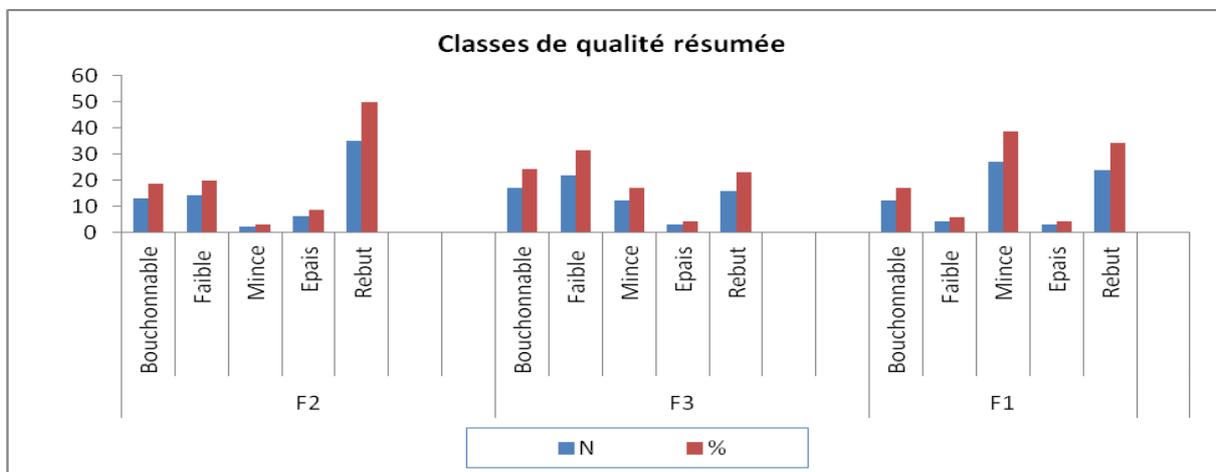
#### IV.1.4.1-Classe de qualité commerciale

##### IV.1.4.1.1-Classification élargie et résumée

Les 210 arbres-échantillons sondés au coveless renferment les classes de qualité suivantes ( nombre et fréquence) ( Fig.30 et 31).



**Figure 30** : Classes de qualité élargie du liège



**Figure 31** : Classe de qualité résumée du liège

Les deux figures font apparaître une présence minimale du liège bouchonnable naturel ou race (11-13 5<sup>a</sup> plus, 13-15 5<sup>a</sup> plus, 15-19 5<sup>a</sup> plus) soit respectivement des proportions de l'ordre de 18,57% (F2), et 24,28% (F2) et 17,14% (F1). Le liège bouchonnable faible ou colmaté (11-13 6<sup>a</sup>, 13-15 6<sup>a</sup>, 15-19 6<sup>a</sup>) est fortement présent sur les échantillons de F2 (20%) et de F3 (31,43%) alors qu'il ne constitue que 5,71% à F1.

Le liège mince (11moins.4<sup>a</sup>plus) est typiquement fréquent à F1 (38,57%) alors que le liège bouchonnable épais (19plus. 6<sup>a</sup>plus) est réparti plus au moins équitablement entre les trois forêts (F2(8,57%), F2(4,29%) et F3(4,29%)).

#### IV.1.5-Caractérisation des indices de qualité du liège sur arbre

##### IV.1.5.1-Par forêt :

Le tableau 30 résume les valeurs obtenues de l'analyse descriptive des indices de qualité (IQ) des 210 arbres sondés au coveless.

**Tableau 30** : Statistique descriptive des indices de qualité

Statistique	F1(70)	F2(70)	F3(70)	Zone d'étude (210)
Moyenne	8,94	5,94	7,38	7,43
Médiane	3,25	6,5	12	6,5
Ecart type	5,92	5,24	6,17	5,88
Minimum	1,5	1,5	1,5	1,50
Maximum	19	19	19	19
Intervalle	18	18	18	18
CV	99,55	71,00	70,19	75,87

Du tableau 30, nous pouvons distinguer que les indices de qualité diffèrent d'une forêt à une autre : F2(5,94), F3(7,38) et F1(8,94) soit une moyenne globale de l'ordre de 7,43 ; synonyme d'un produit de qualité juste moyenne.

La variabilité intra-arbre est très marquée dans les trois forêts ; les coefficients de variation sont très élevés se rangeant entre 99,55%(F1), 71%(F2) et 70,19%(F1). L'analyse de variance (Anova1) atteste une différence significative de la variable dépendante indice de qualité ( $p < 0,05$ ) (Tab.31).

**Tableau 31** : Tests des effets inter-sujets de la variable dépendante IQ par forêt

Source	Somme des carrés de type III	ddl	Moyenne des carrés	D	Sig.
Modèle corrigé	283,593 <sup>a</sup>	2	141,797	4,222	0,016
Ordonnée	11425,719	1	11425,719	340,18	0,000
<b>Forêt</b>	283,593	2	141,797	4,222	0,016
Erreur	6952,438	207	33,587		
Total	18661,750	210			
Total corrigé	7236,031	209			

a. R deux =0,039 (R deux ajusté =0,030)

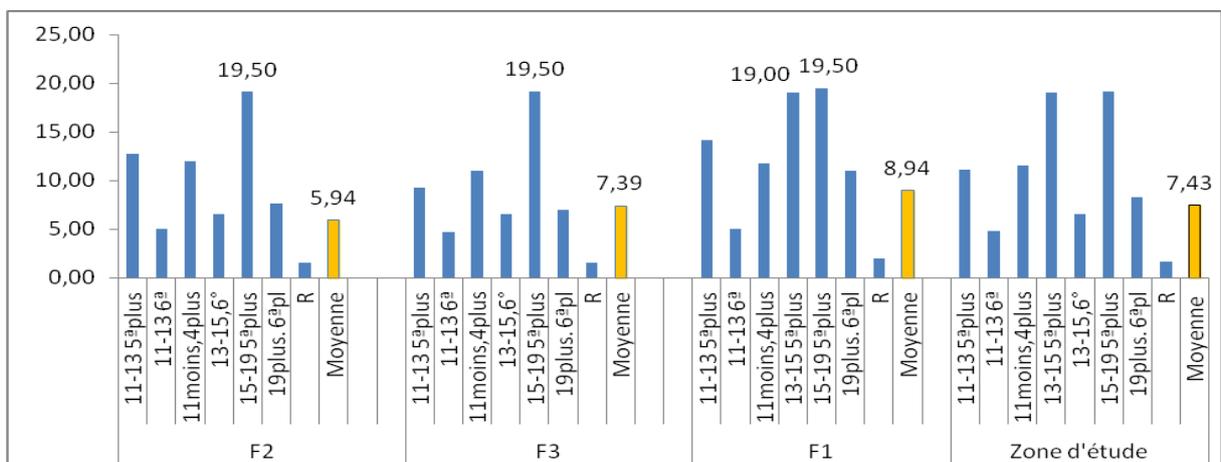
#### IV.1.5.2-Par classe de qualité industrielle :

Les indices de qualité représentent en réalité la valeur marchande de l'usage industriel des classes de qualité élargie issues de la fusion des classes de calibres et des classes d'aspect (Tab.32).

**Tableau 32** : Configuration industrielle des classes de qualité (Calibre/Aspect)

Calibre	V2 : Classe de qualité industrielle 2							
	Aspect							
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>
11 lignes	Q (8) = Rondelles (Bouchon 1+1) Papier et semelles (IQ=12)					Q(9) = Trituration (IQ=1,5) Dalle de sol en liège et décor		
11-13 lignes	Q (6) = Bouchon naturel 21mm (IQ=12,75)				Q(7) = Bouchon colmaté 21mm (IQ=5)		Q(9) = Trituration(IQ=1,5) Poudre de liège	
13-15 lignes	Q (4) =Bouchon naturel 24mm (IQ=19)				Q(5) = Bouchon colmaté 24mm (IQ= 6,5)		Q(9) = Trituration (IQ=1,5) Aggloméré compressé	
15-19 lignes	Q (2) = Bouchon naturel 24mm (IQ=19,5)				Q(3) = Bouchon colmaté 24mm (IQ=7)		Poudre de liège Parquet	
>19 lignes	Q (1) = Bouchon naturel > 24 mm avec beaucoup de déchets bouchon naturel de carafe (IQ= 11)				Q (9) : Trituration(IQ=1,5) Aggloméré expansé pur			

Les meilleures valeurs des indices de qualité sont tributaires des classes de qualité élargie suivantes : 13-15 5<sup>a</sup>plus, 15-19 5<sup>a</sup>plus et 11-13 5<sup>a</sup>plus. Selon les normes du CYCITEX, ces trois gammes enregistrent respectivement les indices suivant : IQ= 19,5 ; IQ= 19 et IQ=12,75 (Fig.32).



**Figure 32** : Répartition des IQ selon les trois forêts

D'après la figure 32, la valeur moyenne obtenue pour les échantillons de F1 (IQ= 8,94) semble plus influer par ces trois classes (13-15 5<sup>a</sup>plus ; 15-19 5<sup>a</sup>plus et 11-13 5<sup>a</sup>plus) avec des taux respectifs de 8,57% ; 2,85% et 5,71%. Dans la forêt F2 et F3, les valeurs de IQ= 5,94 et IQ=7,39 sont plus influencées par deux classes seulement : 15-19 5<sup>a</sup>plus et 11-13 5<sup>a</sup>plus à des taux de l'ordre de 11,42% et 7,14% (F2) et 8,57% et 15,71% (F3). L'analyse de variance (Anova 2) de la variable dépendante « IQ » enregistre une différence très hautement significative en intégrant la provenance (Forêt) et la qualité (p<0,0001) (Tab.33).

**Tableau 33 :** Tests des effets inter-sujets de la variable dépendante IQ par forêt et qualité

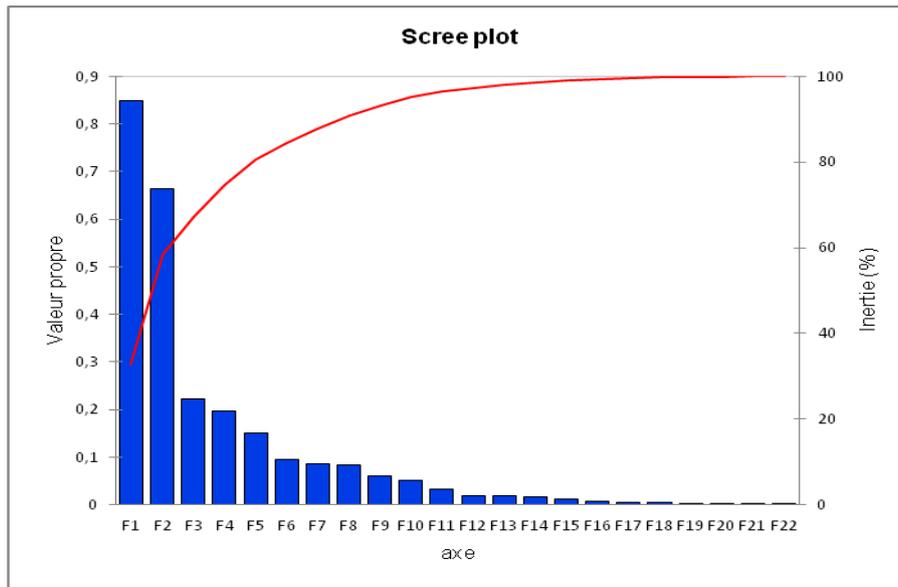
Source	Somme des carrés de type III	ddl	Moyenne des carrés	D	Sig.
Modèle corrigé	6920,128 <sup>a</sup>	20	346,006	207,010	0,000
Ordonnée à l'origine	11548,198	1	11548,198	6909,113	0,000
Forêt	45,742	2	22,871	13,683	0,000
Qualité	5447,964	7	778,281	465,634	0,000
Forêt * Qualité	90,995	11	8,272	4,949	0,000
Erreur	315,903	189	1,671		
Total	18661,750	210			
Total corrigé	7236,031	209			

a. R deux =0,956 (R deux ajusté = 0,952)

#### IV.1.6-Facteurs influant les indices de qualité dans les trois forêts

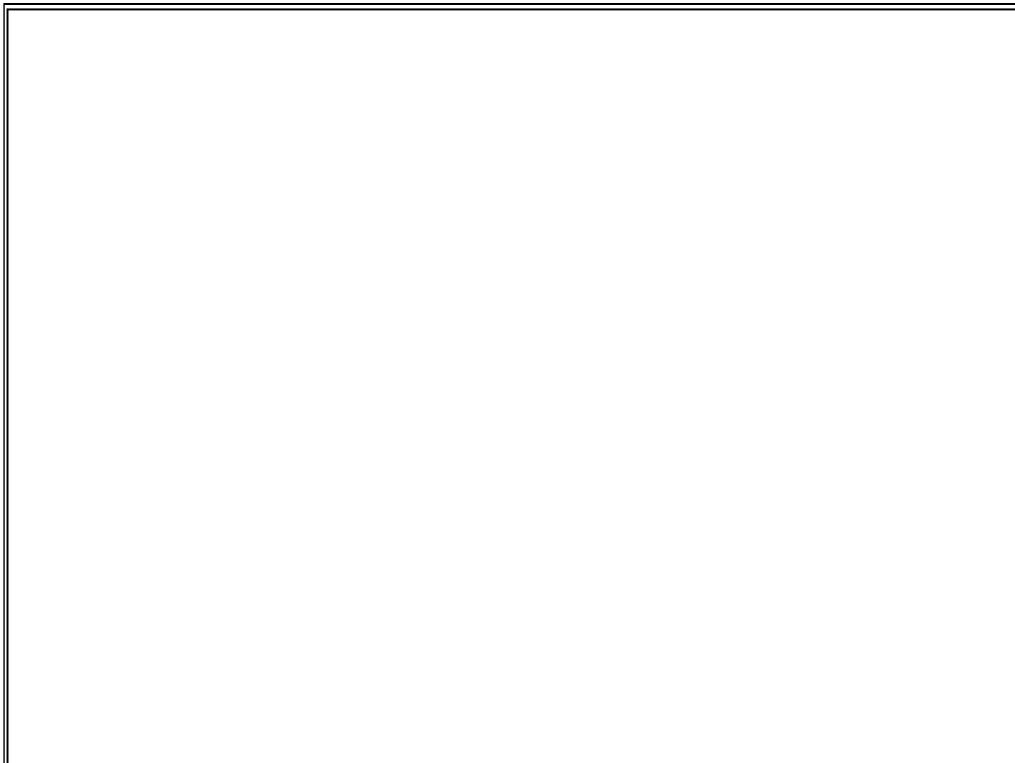
L'analyse de la qualité du liège de n'importe quelle subéraie ne peut de se limiter aux aspects quantitatifs à savoir les classes de qualité et les indices de qualité. En effet, ces deux variables sont les conséquences des conditions de croissances des arbres c'est à dire les facteurs du milieu qui les entourent et aussi de certains paramètres utilisés en suberculture. Pour ce faire, une analyse multi-variée (ACM) a été employée en prenant en compte plusieurs variables quantitatives et qualitatives propres aux arbres des trois forêts (Tab.34).





**Figure 33 :** % d'inertie cumulée des facteurs environnementaux/ indices de qualité du liège

La représentation des variables dans le plan factoriel F1 et F2 est représentée dans la figure 34.



**Figure 34 :** Représentation dans le plan factoriel F1xF2 (graphe symétrique) des facteurs environnementaux/ indices de qualité du liège

#### IV.1.6.1-Interprétation du graphe

Dans le premier axe (F1), le liège à IQ-COM-Qbonne ; IQ-IND1-A ne s'aligne pas aux indices de type IQ-COM-Qmoyenne ; IQ-IND1-B et aux indices de rang IQ-COM-Qmauvaise ; IQ-IND1-C

En effet, le liège IQ-COM-Qbonne ; IQ-IND1-A représente la meilleure gamme dont les indices de qualité sont les plus valorisés sur le marché du liège et par conséquent sur l'industrie de transformation. La valeur marchande de cette classe se range entre des indices(IQ) variant entre 12 et 19,5. Industriellement, il s'agit d'un produit exempt de toute anomalie, destiné à la confection des bouchons naturels de bonne qualité ou race (IQ-IND2-Bouchonnable naturel) ou de rondelles pour bouchons 1+1 (IQ-IND2-Rondelles).

Dans le même contexte, le liège de type IQ-COM-Qmoyenne ; IQ-IND1-B intéresse la gamme dont les indices de qualité (IQ) oscillent entre 5 et 11. Industriellement parlant, cette classe regroupe les lièges aux aspects inférieurs à l'autre classe (IQ-COM-Qbonne ; IQ-IND1-A). Il s'agit d'un produit infecté principalement par les défauts de porosité, de soufflures et de trous d'insectes nécessitant le traitement de ces cavités par des opérations supplémentaires de colmatage avec la poudre du liège (IQ-IND2-Bouchonnable colmaté).

Enfin, le liège aux indices de rang IQ-COM-Qmauvaise ; IQ-IND1-C fait référence à un produit de basse qualité, c'est-à-dire le rebut de toutes les classes de qualité. Il s'agit d'un type de liège non recommandé pour la confection des bouchons naturels, colmatés ou rondelles, dont les IQ sont inférieurs à 1,5. Il comporte un liège très infecté par des défauts majeurs non traitables à savoir le liège terreux, la tache jaune et les inclusions ligneuses. Industriellement parlant, il s'agit d'un produit destiné à la trituration (IQ-IND2- Trituration).

Dans le deuxième axe 2 (F2), les lièges aux indices de qualités IQ-COM-Qbonne ; IQ-IND1-A et IQ-COM-Qmauvaise ; IQ-IND1-C s'opposent à IQ-COM-Qmoyenne ; IQ-IND1-B est une indication de la dominance de cette dernière gamme durant les récoltes saisonnières du liège. La plus part des lièges récoltés dans ces trois forêts sont de seconde qualité, remplis de cavités et de discontinuités dans le tissu subéreux. Le tableau 36 résume la contribution des variables prises en considération (F1xF2).

**Tableau36** : Contribution des variables tests dans la relation facteurs environnementaux-  
Indice de qualité

Variables test	F1	F2
Forêt-F2	<b>-2,416</b>	<b>2,122</b>
Forêt-F3	1,095	<b>-5,163</b>
Forêt-F1	1,321	<b>3,041</b>
IQ-COM- Qbonne	<b>7,383</b>	0,852
IQ-COM-Qbonne	<b>10,141</b>	<b>2,713</b>
IQ-COM-Qmauvaise	<b>-10,380</b>	<b>9,674</b>
IQ-COM-Qmoyenne	<b>-3,565</b>	<b>-13,463</b>
IQ-Ind1-A	<b>13,969</b>	<b>2,875</b>
IQ-Ind1-B	<b>-3,565</b>	<b>-13,463</b>
IQ-Ind1-C	<b>-10,380</b>	<b>9,674</b>
IQ-Ind2-Bouchonable colmaté	<b>-3,619</b>	<b>-12,887</b>
IQ-Ind2-Bouchonnable colmaté	-0,486	<b>-2,403</b>
IQ-Ind2-Bouchonnable naturel	<b>9,906</b>	<b>2,854</b>
IQ-Ind2-Rondelles	<b>7,647</b>	0,722
IQ-Ind2-Trituration	<b>-10,276</b>	<b>9,583</b>
DFL-0	<b>13,969</b>	<b>2,875</b>
DFL-1	<b>-4,303</b>	<b>-10,521</b>
DFL-2	<b>-9,700</b>	<b>7,012</b>
Tronc-0	<b>13,969</b>	<b>2,875</b>
Tronc-1	<b>-4,826</b>	<b>-10,347</b>
Tronc-2	<b>-9,238</b>	<b>7,178</b>
Incendie-0	<b>12,123</b>	<b>3,450</b>
Incendie-1	<b>-3,262</b>	<b>-9,992</b>
Incendie-2	<b>-8,114</b>	<b>7,998</b>
ETS-0	<b>13,815</b>	<b>3,022</b>
ETS-1	<b>-2,309</b>	<b>-11,706</b>
ETS-2	<b>-11,398</b>	<b>6,144</b>
Emb-0	<b>10,113</b>	<b>2,929</b>
Emb-1	<b>4,223</b>	1,370
Emb-2	0,786	<b>-11,998</b>
Emb-3	<b>-10,393</b>	<b>9,289</b>
Enr-0	<b>8,638</b>	<b>2,691</b>
Enr-1	<b>8,764</b>	0,297
Enr-2	<b>-3,610</b>	<b>-12,605</b>
Enr-3	<b>-10,307</b>	<b>9,362</b>
Q exploi-0	<b>13,969</b>	<b>2,875</b>
Q exploi-1	<b>-4,826</b>	<b>-10,347</b>
Q exploi-2	<b>-9,127</b>	<b>7,033</b>
Q exploi-3	-0,973	1,165
Dur-liège -0	<b>5,406</b>	1,828
Dur-liège -1	<b>10,141</b>	<b>2,713</b>
Dur-liège -2	-1,291	<b>-11,764</b>
Dur-liège-3	<b>-9,642</b>	<b>9,142</b>

*Les valeurs affichées en gras sont significatives au seuil alpha=0,05*

## IV.2-Discussion

La relation entre les indices de qualité du liège et les facteurs du milieu physique qui entourent les arbres productifs n'a jamais été évoquée en bibliographie de la technologie du liège. Il s'agit d'une problématique très compliquée donnant très souvent des synthèses très contradictoires du fait du tempérament typique de l'espèce. Selon Natividade (1956) chaque chêne liège est une forme botanique aux caractéristiques génotypiques et phénotypique très différente de l'arbre voisin. En regardant au plus près les caractéristiques forestières des trois subéraies, nous avons à notre tour tenté de mettre en évidence des relations probables du fait de l'aspect dégradé qui les regroupe.

En effet, les trois forêts (F1, F2 et F2) sont de type Montagnard, du domaine de la région géographique Sud de la zone de production, des pentes et des crêtes. Le chêne liège pousse sur des sols à faible fertilité, très caillouteux et pierreux, à base de Grés durcit du sub-humide et du semi-aride où il gèle habituellement en automne et en hiver. Cette adaptation des arbres se manifeste physiologiquement par une croissance subéreuse annuelle lente (<3mm/an : aire du liège mince) selon des rotations d'exploitation variant entre 12 ans et parfois 15 ans. Ces longues périodes de rotations rendent ces peuplements abandonnés par le service forestier et par conséquent sujets aux phénomènes d'envahissement du sous bois (Embroussaillement) et à l'expansion des résineux à croissance rapide tels que le pin d'Alep et le genévrier oxycedre (Enrésinement). Ces deux phénomènes naturels aggravent la fébrilité du chêne liège qui est l'espèce dominante dans la zone d'étude en causant son dépérissement. Certains auteurs, affirment que le chêne liège se montre plus sensible que le chêne vert et le chêne pubescent aux effets négatifs de la compétition aux ressources environnementales surtout par rapport à la lumière, les ressources hydriques et les éléments minéraux (Ruiu et al., 2005). Dans les situations extrêmes de stress (sécheresse aigue) l'embroussaillement et l'enrésinement anticipent l'inflammabilité du chêne liège en lui conférant un autre mode de croissance post incendie soit par rejets de souches ou par rejets aériens.

Toute cette description existe dans les trois forêts, chaque suberaie est une mosaïque d'arbres vigoureux et autres évincés par le sous bois et l'enrésinement, et autres particulièrement remodelés par les incendies (Fig.35).



Arbre dépérissant (F1)      Sujet mutilé(F2)      Enrésinement      Liège très mauvais(F2)  
 Récurrence d'incendie      Coupe illicite      et embroussailements(F3)

**Figure 35** : Aspect végétatif et qualitatifs des arbres échantillons( Frihi, 2020)

Dans le plan factoriel ci-dessus (l'axe 1), nous constatons une corrélation parfaite entre les indices de qualité (par leur aspects commerciales (IQ-Com) et industriels (IQ-Ind1, IQ-Ind2) et les variables prises en considération (Etat sanitaire (ETS), cime(DFL), fût (Tronc), embroussailement (Emb) et enrésinement( Enr). Cette remarque est bien visible sur les échantillons de F1 qui comptabilisent un IQ de l'ordre de 8,16 (IQ-Com-Qbonne, IQ-Ind1-A, IQ-Ind2-Bouchonnable naturel, IQ-Ind2-Rondelles). D'ailleurs, cet état de fait est très constaté sur les sujets sains (ETS0), aux cimes bien remplies sans défoliation majeure (DFL0), et aux troncs sans blessures (Tronc 0 et Qx exploi 0). Il s'agit bien d'arbres sans embroussailement marqué (Emb0 et Emb1) et sans enrésinement (Enr0 et Enr1). Le sondage au coveless (Pénétration de l'aiguille sur l'écorce du tronc) était facile grâce à la souplesse du liège (Dur-liège 0 et Dur-liège 1), ce qui témoigne d'une densité volumétrique de liège basse (<250kg/m<sup>3</sup>).

Par contre cette situation semble s'atténuer plus sur les sujets de F2 (IQ= 5,68) que F3 (IQ=7,38). En effet, dans cette dernière suberaie, nous assistons à une présence marquée du liège de qualité moyenne (IQ-Com-Qmoyenne, IQ-Ind1-B, IQ-Ind2-Bouchonnable colmaté). Cette constatation reflète un affaiblissement physiologique des arbres (ETS1) (cime(DFL1) et tronc(Tronc2)) et une montée de l'embroussailement(Emb1) et de l'enrésinement(Enr1) post incendie (Incendie1), d'où une certaine dureté de liège lors du sondage au coveless (Dur-liège 2) qui est la résultante d'accumulation des blessures ( Qx exploi 2 et des défauts de croissance du liège.

Montoya (1988), admet que la formation buissonnante haute et dense accompagnatrice du chêne liège comprennent des espèces à feuilles persistantes aimant la chaleur et la lumière et fuyant les sols calcaires arrivent fréquemment à affaiblir sa croissance radiale et subéreuse et affecter sa qualité d'où l'intérêt des opérations sylvicoles.

Dans le plan factoriel (Ax2), les arbres échantillons de F2 produisent plus le liège de mauvaise qualité (IQ-Com-Qmauvaise, IQ-Ind1-C, IQ-Ind2-Trituration) parsemé d'une dureté accrue (Dur-liège3) due à la présence de l'enrésinement (Enr3) et des anciens incendies ( Incendie 2). Dans le même contexte, à F1, ce liège dur et de mauvaise qualité est fortement lié à un embroussaillement marqué (Emb3) post incendie (incendie2).

En effet, le suber IQ-Mauvaise est synonyme de liège de rebut destiné essentiellement à la trituration et à la fabrication des agglomérés aux valeurs marchandes basses. Ce type de liège se caractérise par une forte densité volumétrique (>300 kg/m<sup>3</sup>), c'est-à-dire un comportement physique et mécanique très faible. Une densité élevée correspond à des parois épaisses et lourdes et à des cellules de petite hauteur (<15 µm) (Gibson et al., 1981). Techniquement parlant, il s'agit d'un suber très élastique et très résistant à la compression.

## Conclusion générale

A travers les résultats obtenus sur les 210 arbres échantillons selon les trois niveaux d'altitude (Base, milieu et sommet) nous pouvons conclure que les IQ sont très influencés par les deux principaux paramètres de la qualité à savoir le calibre et l'aspect visuel. Il a été constaté que :

Pour un cycle de 12 ans, le calibrer moyen enregistré dans les trois forêts était de l'ordre de 26,41 mm très proche de l'épaisseur marchande (27mm) si le suber serait exploité à 14 ans (2 ans de plus)

- Seuls les échantillons de F2 et de F3 sont aptes d'être transformés en bouchons naturels avec des taux variant entre 82,86% (F2) et 60% (F3). A F1, ce taux ne dépasse pas les 35,71%.

- Le côté visuel du suber s'est montré différent entre suberaies et arbres. L'aspect visuel de type A (1<sup>er</sup> au 5<sup>eme</sup> choix) et 4plus (1<sup>er</sup> au 4<sup>eme</sup> choix) était très fréquent sur les arbres-échantillons de F1 aux alentours de 57,14% contre 21,43% (F2) et 41,43% (F3).

- L'aspect de type B (6plus et 6<sup>a</sup>) était très minime à F1 (10%) et sensiblement marqué à F2(28,57%) et F3 (35,71%). Enfin le suber mauvais (classe R) concernait plus les échantillons de F2(50%) et F1 (34,29%).

- Les IQ diffèrent d'une forêt à une autre : F2(5,95), F3(7,38) et F1(8,94) soit une moyenne globale de l'ordre de 7,10 ; synonyme d'un produit de qualité juste moyenne.

- Les meilleures valeurs des IQ sont tributaires des classes de qualité « 5plus » (Aspect A). Cette gamme enregistre respectivement les indices suivant : IQ= 19,5 ; IQ= 19 et IQ=12,75.

En superposant les valeurs des IQ aux facteurs environnementaux entourant les arbres échantillons il a été observé que :

- Les IQ bonne qualité : IQ-COM-Qbonne ; IQ-IND1-A sont tributaires des sujets sains présentant une cime bien remplie et un tronc sans blessures végétant sans concurrence accrue du sous-bois et des résineux et passage d'incendie.

- Cette situation vire à l'inverse (IQ-Com-Qmoyenne : IQ-Ind1-B, IQ-Ind2-Bouchonnable colmaté et IQ-Com-Qmauvaise : IQ-Ind1-C, IQ-Ind2-Trituration) quand les arbres producteurs sont cernés par un maquis dense et haut formant un écran à la lumière et en déclenchant les incendies. Le suber produit est dur avec beaucoup de défauts notamment la porosité.

Globalement, nous pouvons dire que l'aspect commercial et industriel du suber représenté par les IQ n'est que la résultante des facteurs du milieu qui régissent la croissance des arbres. D'ailleurs il a été constaté depuis longtemps que le chêne liège ne peut être performant forestièrement et rentable économiquement sans l'intervention continue de l'homme à travers les travaux sylvicoles : dépressage, nettoyage, élagage et coupe de taille...et prévention contre des risques d'incendie.

## Références bibliographiques

- A.E.F.C.O., 1960b - Relevés des travaux effectués dans la forêt domaniale de Nesmoth entre 1876 et 1960, Chefferie de Mascara. Non paginé
- AENOR.,1988 : Asociación Española de Normalización y Certificación, 1988. Norma Española. Corcho en plancha comercialmente seco. Definiciones, calibrado, clasificación y embalaje. UNE 56-915-88. Madrid. European Commission, 1997. Proyecto FAIR-CT97-1438.
- Amirat N., 1995 : Méthode d'échantillonnage et d'estimation de la qualité du liège sur dépôt. Mémoire de 3<sup>ème</sup> cycle, Ecole Nationale Forestière d'Ingénieurs de Salé, 95p.
- APCOR., 2012 : Cork, the Portuguese Cork Association, Portugal. Disponible en ligne a:www.apcor.pt/userfiles/File/Publicacoes/AnuarioAPCOR2012.pdf.
- APS., 2018 : Filière liège en Algérie : un plan ambitieux pour le relèvement des exportations. Article Publié Le : Dimanche, 11 Mars 2018
- Blomquist M, Karlsson M., 1998: Measured lung dose correction factors for 50MV photons. *Physics in Medicine and Biology* 43: 3225–3234.
- Benest M.,1985 : Evolution de la plate-forme de l'Ouest algérien et du Nord-Est marocain au cours du Jurassique supérieur et au début du Crétacé : stratigraphie, milieux de dépôt et dynamique sédimentaire. Thèse Sc. Lyon Documents Laboratoire Géologique Lyon, 581 p.
- C.F.W.M., 1997 : Fiche descriptive de la forêt de Nesmoth. Circonscription des forêts de Tighenif, 2p
- C.F.W.T., 1996 : Répartition des forêts domaniales de la circonscription par district et par commune. Circonscription de Tlemcen, 4 p.
- CFWTr., 2013 : Monographie de la wilaya de Tiaret.70p.
- CMC., 1990 : Instituto del Corcho, la Madera y el Carbón, 1990- Control de la calidad del corcho en campo. Documento interno inédito.
- CICYTEX., 2006 : Metodologia para estimar la claidad del corcho.Documento interno inédito.
- CICYTEX., 2015 : Guides des bonnes pratiques en matière de détermination de la qualité du liège et récolte de liège avec des nouvelles technologies. Extramadura, CICYTEX : 36p.
- Cornet A., 1952 : Carte géologique de l'Algérie au 1/500.000 : feuilles d'Oran Nord et Sud, feuilles d'Alger Nord et Sud, feuilles de Constantine Nord et Sud et notices explicatives. Alger, Serv. Carte Géol.
- CYCITEX., 1994: Simposio mediterráneo sobre regeneración del monte alcornocal. Recopilación de trabajos, Mérida, Montargil, Sevilla. 420 p.
- Daget P., 1977 : Le bioclimat méditerranéen, caractères généraux, méthodes de caractérisation. *Vegetatio.*, 1(34) : 1-20.
- 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.
- D.G.F., 2004 : Le devenir de s suberaies Algeriennes. 10 p.
- Dehane B., 2012 : Incidence de l'état sanitaire du chêne liège sur les accroissements annuels et la qualité du liège de deux subéraies oranaises : M'Sila (w.Oran) et Zarieffet (w. Tlemcen). These doctorat, (Algérie : Département de Foresterie, Université de Tlemcen), 260p.

- FAO., 2013 : Etat des Forêts Méditerranéennes. E-ISBN 978-92-5-207538-7 (PDF).
- Ferreira A, Lopes F & Pereira H., 2000 : Caractérisation de la croissance et de la qualité du liège dans une région de production. Ann. For. Sci. 57 : 187-193
- Fortes M.A., 2004: A cortiça. Revista mensal editada pelo Instituto de Produtos Florestais, que se publica desde 1938: 35-60.
- Fujiwara K, Nakai K, Torihara H., 2000: Visualization of the sound field around a Schroeder diffuser. Applied Acoustics 60: 225–235.
- Gaouar A., 1980 : Hypothèses et réflexions sur la dégradation des écosystèmes forestiers dans la région de Tlemcen (Algérie). For. médit. 2(2) : 131-145.
- Garcia de Ceca J.L., 2001: Factores que afectan a la calidad del corcho en plancha. Universidad politécnica de Madrid, 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.
- Kouba Y., 2005 : Contribution à l'étude de la filière liège en Algérie : De la collection à l'exportation. Mémoire Ingeniorat Agonomie. Univ. Mouloud Mameri (Tizi-Ouzou), 94p.
- Maroto J.A, Duenas-Molina J, de Dios., 2005: Experimental evaluation of the drag coefficient for smooth spheres by free fall experiments in old mines. European Journal of Physics 26: 323–330.
- Messat A et D. Oukassou, 1993 : "Economie du liège, Actes de formation continue" ENFI, Sale.
- Montero G & Cañellas I., 1999: Manual de reforestación del alcornoque (*Quercus suber L.*). Mapa-INIA, 103p.
- Montoya O.J.M., 1988 : Los alcornocales. Ministerio Agricultura Madrid, 155 p.
- Mukaibo Y, Shirado H, Konyo M, Maeno T., 2005: Development of a texture sensor emulating the tissue structure and perceptual mechanism of human fingers. In: □ Proceedings of the 2005 IEEE International Conference on Robotics and Automation. Barcelona, Spain : 2565–2570.
- Natividade J.V., 1956 : Subericulture. Ecole Nationale des Eaux et Forêts. Nancy, 302 p.
- Natura., 2014 : Depliant\_webertherm\_XM\_natura\_prescripteurs.pdf. Institut Supérieur d'Agonomie. Portugal.
- Nsibi R., Souayha N., Khouia L.M. & Bouzid S., 2006 : La régénération naturelle par semis de la suberaie de Tabarka - Aïn Draham face aux facteurs écologiques et anthropiques. Geo-Eco-Trop 30.1 : 35-48.
- Pereira H., 1988: Chemical composition and variability of cork from *Quercus suber L.*, wood Sci. technol., 22(3): 211-218.
- Pereira H., 2007: Cork: Biology, Production and Uses. Elsevier. Ed. Oxford, 329p.
- Plaisance G., 1977 : Le chêne-liège. Forêt Privée, 118 : 57-64.
- Rosselló M & Beltrán R.S., 2008 : Quelques arguments en faveur de la suberaie et du liège. Actes du colloque VIVEXPO 2008 : « la guerre des bouchons » .7p.
- Ruiu P.A, Sechi, C., Linaldeddu B.T. & Franceschini A., 2005 : Création d'un réseau de surveillance du déperissement des subéraies en Sardaigne et analyse des premiers résultats. IOBC/wprs Bull. 28(6) : 45-51.
- Saccardy L., 1937 : Notes sur le chêne liège et le chêne en Algérie. Bulletin de la station de recherches forestières (du nord de l'Afrique), tome 2 fascicule n° 3. Ed. Service des forêts : 273-363.
- 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. Inst. Météor. Et Phys. Du Globe. Univ. Alger. 219 p + Carte.
- Sesbou et Hachmi., 1993 : La Subériculture au Maroc : Le liège au Maroc, Actes de session de formation continue, ENFI, Salé, Maroc.
- Sousa E & Kadiri Z., 2005 : Le déclenchement des perturbations physiologiques des puplements de chêne-liège : une synthèse des relations agent/hôte. Integrated Protection in oak Forests. IOBC/wprs Bull.28(8) : 9-16.
- Tadeu A et Santos P., 2003: Assessing The Effect of A Barrier Between Two Rooms Subjected To Low Frequency Sound Using The Boundary Element Method. Applied Acoustics 64: 287–310.
- Taferka S., 2008 : Libérer notre liège des réseaux mafieux. Jour. « Le jour d'Algérie »,2p.
- Viera J., 1934: Cortiças. Contribuição para o estudo do melhoramento da qualidade. Pubi. Dir. G. Serv. Fior, e Aquícolas, 1(1) :1-43.

