

Estimation de la qualité du liège en pile selon la méthode de l'IPROCOR : Application à une pile du liège tunisien

Estimation of the cork quality by the IPROCOR method : Application to a sampling of Tunisian cork

SGHAIER Tahar⁽¹⁾, GARCHI Salah⁽¹⁾, AMMARI Youssef⁽¹⁾, KHOUAJA Ali⁽²⁾,
SANTIAGO Ramon⁽³⁾ et ROSELLO Miguel Elena⁽³⁾

Abstract: This work constitutes a description of the technique adopted by the IPROCOR, for the estimate of the cork quality and its application to a pile of Tunisian cork. In addition to the steps to be followed for the test sample selection, their treatments and their measurements and observations, the various stages of the statistical analyses of the results obtained are presented. The average quality of the analyzed pile is 7,95 with a standard error of 0,72. This average quality is comparable with that obtained by the IPROCOR starting from thousands of samples in the area of Extramadura (Spain) which is 8,1 with a standard error of 0,14. It is to be announced that the margin obtained between the maximum and minimum values on real samples in Extramadura is arranged between qualities 3 and 14. In addition, the distribution expressed as a percentage of the whole of the samples of the pile according to the commercial classes of quality showed that 6,5% of the boards can be used to manufacture natural stoppers of 24 mm, 24,5% to manufacture natural stoppers of 24 mm and 21 mm, 29% to manufacture stoppers of 24 mm and 21 mm, 7,3% to manufacture discs and finally 32,7% for the grinding (chipboard).

Key words: IPROCOR Method, Quality of Tunisian cork

Résumé : Le présent travail constitue une description de la technique adoptée par l'IPROCOR, pour l'estimation de la qualité du liège en pile et son application à une pile du liège tunisien. Outre les démarches à suivre pour le prélèvement des échantillons, leurs traitements et leurs mesures et observations, les différentes étapes des analyses statistiques des résultats obtenus sont présentées. La qualité moyenne de la pile analysée est de 7,95 avec une erreur standard de 0,72. Cette qualité moyenne est comparable à celle obtenue par l'IPROCOR à partir de milliers d'échantillons dans la région de l'Extramadura (Espagne) qui est de 8,1 avec une erreur standard de 0,14. Il est à signaler que la marge obtenue entre les valeurs maximales et minimales sur des échantillons réels se situe en Extramadura entre les qualités 3 et 14. D'autre part, la répartition en pourcentage de l'ensemble des échantillons de la pile en fonction des classes commerciales de qualité a montré que 6,5% des plaques de la pile peuvent être utilisées pour fabriquer des bouchons naturels de 24 mm, 24,5% pour fabriquer des bouchons naturels de 24 mm et de 21 mm, 29% pour fabriquer des bouchons colmatés de 24 mm et de 21 mm, 7,3% pour fabriquer des rondelles et finalement 32,7% pour la trituration (agglomérés).

Mots-clés: Méthode IPROCOR, Qualité du liège tunisien

INTRODUCTION

La superficie mondiale de chêne liège est de l'ordre de 2,16 millions d'hectares. La totalité de cette superficie qui représente les forêts de chêne liège à l'état naturel se trouve répartie sur sept pays du pourtour méditerranéen, à savoir : le Portugal, l'Espagne, l'Algérie, le Maroc, la Tunisie, l'Italie et la France. Avec ses 100 000 hectares environ de forêt de chêne liège dont 45 500 ha de chêne liège pur (DGF, 1995), la Tunisie occupe la cinquième position mondiale de point de vue superficie (4,6%), la sixième position de point de vue production (2,9%) et finalement la quatrième position de point de vue rendement (90 kg/ha). Il est à noter que le liège est classé comme un produit stratégique. En effet, les prix par quintal de liège de reproduction ont passé de 11,495 DT en 1990 à 98,122 DT en 2002. C'est pour cette raison que des efforts ont été déployés pour acclimater cette espèce en dehors de son aire

⁽¹⁾ Institut National de Recherches en Génie Rural, Eaux et Forêts, BP n° 10, 2080 Ariana, Tunisie

⁽²⁾ Institut National Agronomique de Tunisie. 43 Avenue Charles Nicolle, Cité El Mahrajène, Tunis, Tunisie.

⁽³⁾ Instituto del Corcho, la Madera y el Carbon Vegetal, Junta de Extremadura, Poligono Industrial « El Prado », s/n. Apartado 437, 06800 Merida, Espagne

naturelle notamment par les U.S.A. (Californie), l'U.R.S.S. (zone de la mer noire), le Japon, le Chili, l'Argentine, l'Uruguay, l'Afrique de Sud et enfin l'Australie (MESSAOUDI, 2003).

Le liège qui représente l'écorce de l'arbre de chêne liège est un tissu végétal constitué de micro-cellules mortes alvéolées, composé à 90% de matière gazeuse qui lui confère une densité extrêmement faible. D'un point de vue thermique, acoustique et vibratoire, le liège est un très mauvais conducteur. Aujourd'hui, le liège est concassé pour former des granulés qui, portés à 300°C, se dilatent et s'agglomèrent avec sa propre résine sans adjonction d'aucun liant. Sous cette forme, il est utilisé en panneaux d'isolation thermique mais aussi acoustique. La grande concentration de liège en subérine rend les cellules de ce tissu imperméables aux liquides et aux gaz. Grâce à ces propriétés, le liège devient le matériau idéal pour le bouchage des bouteilles. Le liège, chimiquement inerte ne porte pas préjudice à la santé et résiste à l'usure du temps. Il conserve intact son élasticité naturelle et assure une étanchéité totale à la bouteille qu'il bouche.

La principale utilisation actuelle du liège est la fabrication du « bouchon naturel pour vins tranquilles ». Une planche de liège est considérée comme de bonne qualité, si l'on peut y maximiser la production de bouchons naturels. Pour cela il faut limiter le volume de déchets généré. Si les autres applications sont nombreuses, parfois aussi valorisantes unitairement que le bouchon, elles restent néanmoins secondaires en terme de production. En effet, les utilisations de liège sont multiples : il est utilisé pour se protéger du froid et de l'humidité dans la fabrication des chaussures. Dans la décoration, produit naturel, il réchauffe et enrichit tous les types d'intérieurs. Dans l'industrie du froid, il est employé pour la construction des chambres froides, l'isolement des bacs réfrigérés, comme couvertures. Dans les activités de loisirs, il sert pour les manches de cannes à pêche, flotteurs, différents types de balles, raquettes de tennis de table, cibles des jeux de fléchettes, bourres des cartouches, jouets, gadgets, tableaux pense-bêtes, plateaux, dessous de plats. Dans la confection et la maroquinerie : vêtements, portefeuilles, sac, nécessaires de bureau, etc. Dans la musique, ses qualités d'isolant acoustique sont intéressantes pour éliminer les bruits parasites notamment des instruments à vent tels que hautbois, clarinette, saxophone, etc. Dans les industries automobile, électrique, ingénierie et aéronautique, il est souvent utilisé pour ses propriétés d'isolant (isolation sur de faibles dimensions) et pour sa forte résistance à la chaleur (capacité à retarder l'entrée en feu). L'exemple le plus étonnant dans ce domaine, est son utilisation comme bouclier de protection sur les navettes spatiales afin de les protéger contre la température élevée provoquée par le frottement, quand la fusée rentre dans l'atmosphère.

Le liège présente des qualités très différentes à des prix et pour des utilisations tout aussi différents. C'est pour cela que l'industrie de première transformation (préparateur) classe le liège à partir de son épaisseur et de son aspect, constituant ainsi après triage, des lots homogènes qui correspondent et répondent à la demande des différents industriels de la seconde transformation. Ceux-ci peuvent ainsi se procurer directement la matière première qui possède les caractéristiques précises correspondant à leur besoin.

L'objectif de cet article est de présenter les techniques utilisées pour estimer la qualité du liège sur pile après la récolte, en commençant par l'échantillonnage, en passant par le traitement des échantillons et leurs analyses et en terminant par le traitement statistique des résultats. C'est sur la base de la qualité du liège de chaque pile que le gestionnaire forestier peut négocier le prix de vente avec les industriels de la filière liège.

MATERIEL ET METHODES

Matériel étudié

Le matériel étudié est constitué de 75 plaques de liège 20x20 cm prélevées sur des planches dans une pile de liège d'une longueur de 18,7 m, d'une largeur de 4,1 m et d'une hauteur moyenne de 2,9 m, soit un volume total d'environ 222 m³. Les planches de liège de la pile étudiée proviennent de la récolte de 2004 dans la forêt de Bellif (Tunisie).

La forêt de Bellif s'intègre dans la chaîne montagneuse des Mogods au nord-est de la Tunisie. Cette forêt, qui couvre environ 3 200 ha est dominée par le chêne-liège qui représente plus de 70% de la superficie arborée, à côté d'autres essences comme le pin pignon, l'eucalyptus et du maquis. Les sols de la forêt sont dominés par des textures fines (argiles du flysch oligocène et argiles calcaires de

l'éocène). La région relève de l'étage bioclimatique humide inférieur à hiver doux. La pluviométrie moyenne annuelle dépasse les 800 mm et la température annuelle moyenne est de 17,4°C. La température moyenne du mois le plus froid (7°C) est enregistrée en février et la plus chaude (34°C) en août (D.G.F., 1997). Du point de vue floristique, le groupement à *Quercus suber*, *Pistacia lentiscus* et *Erica arborea* avec un faciès à *Pteridium aquilinum* et *Brachypodium silvaticum* est individualisé au sein de cette forêt.

Enumération et description des méthodes utilisées pour l'estimation de la qualité du liège en pile

L'empilage consiste à placer convenablement les planches de liège, de façon à ce qu'elles puissent être stockées dans de bonnes conditions, et cela le temps nécessaire jusqu'à leur transport vers l'usine. Différentes méthodes sont utilisées pour l'estimation de la qualité de liège en pile. Ces méthodes sont décrites brièvement dans les paragraphes suivants (IPROCOR, 1999) :

Méthode traditionnelle de l'industrie

Il s'agit de réaliser un examen extérieur de la pile suivi d'un sondage en différents endroits afin d'en tirer les principales informations suivantes :

- absence de morceaux de liège de pied et de liège de première reproduction dans la pile,
- pourcentage de planches de liège rebuts (déchets),
- présence de pièces de 1^{ère} et 2^{ème} catégorie bouchonnable,
- épaisseur moyenne du liège de la propriété (parcelle, forêt, etc.).

En se basant sur ces données et sur l'expérience de l'opérateur, l'acheteur se fera une idée sur la qualité moyenne de la pile et de sa valeur potentielle. Tout dépendra de l'objectivité avec laquelle la pile aura été montée et sera présentée. Dans ce cas, l'estimation de la qualité dépendra, en grande partie, de l'intuition et de l'expérience de l'opérateur (ou acheteur). Le fait de manquer d'expérience ou de connaissances suffisantes de la région réduit les probabilités d'optimiser les opérations d'achat.

Méthode de la Direction Générale des Forêts du Portugal

La pile de liège est divisée en parallélépipèdes en tenant compte des conditions suivantes :

- un nombre pair de divisions aussi bien en hauteur qu'en largeur,
- des dimensions identiques, dont le minimum sera égal à 1 m,
- atteindre : $2 \times 100/n$ supérieur ou égale à 1%.

Parmi tous les parallélépipèdes possibles, on en sélectionnera deux, de façon aléatoire, afin de les sonder. Pour cela, on divise horizontalement le parallélépipède en deux, afin de pouvoir contrôler, après l'avoir extrait, un lot de planches par moitié. On attribue à chacune des planches un numéro d'ordre et on tire au sort la première qui sera à sonder. Pour les suivantes, les planches sondées seront situées à un intervalle correspondant à un multiple des 1/10 du nombre total de planches de l'échantillon sélectionné. Les morceaux sont à nouveau redécoupés 20x20 et classés.

Cette méthode qui se veut exhaustive dans la manière de sélectionner les échantillons, ne tient pas compte de valeurs moyennes de la qualité du liège de secteur. La façon de choisir les échantillons n'utilise aucune base statistique. De plus, en ne choisissant que deux blocs, elle n'élimine pas non plus l'éventuel écart de qualité qu'un liège peut avoir sur un même arbre. Cependant, il s'agit d'un système laborieux sur le terrain puisqu'il exige le démontage partiel d'une pile pour pouvoir sonder les deux échantillons sélectionnés.

Méthode de AEFCS (Administration des Eaux et Forêts du Maroc)

C'est une méthode adaptée aux types de piles caractéristiques d'Afrique du Nord. Les étapes d'appréciation sont comme suit :

- reconnaissance visuelle de l'épaisseur sur l'extérieur de la pile,
- reconnaissance des principaux défauts,
- sondage de la pile réalisé tous les 20 m. L'échantillon correspond à un cube de 1 m de large sur 1,5 m de profondeur et sur une hauteur qui est celle de la pile. La première classification en produit est réalisée selon la méthode de l'IPROCOR à laquelle est appliquée un tarif de prix spécifique.

Cette méthode ne peut s'appliquer qu'à des piles de petites largeurs. Elle n'a pratiquement pas de fondement statistique et exige la manipulation d'une grande quantité de liège.

Méthodes de l'Agence de l'environnement de l'Andalousie (Espagne)

Sondage de sections de piles

On divise la pile en n sections identiques et on y prélève dans chacune de façon aléatoire une série d'échantillons (10x10 cm). Statistiquement, ce sondage est réalisé en deux phases. L'estimation de la qualité du liège (calcul de l'indice Q) se calcule avec la formule de l'IPROCOR qui est par la suite pondérée avec le poids réel du liège pour chaque catégorie.

Il s'agit d'un système fastidieux qui oblige à démonter toutes les sections de piles. Le choix aléatoire dans chaque section ne suit pas une méthode précise. Toutefois, d'un point de vue statistique, les résultats obtenus présentent une certaine fiabilité, même s'il n'est pas possible de le confirmer.

Sondage au hasard en pile

Cette méthode permet de prélever des échantillons de façon aléatoire répartis sur toute la pile. On calcule la longueur de chaque section et la somme de l'ensemble est divisée par le nombre d'échantillons déterminé au préalable. Ceci nous permet d'obtenir la valeur de l'espacement moyen entre deux échantillons. A chaque sondage, on détermine la profondeur où sera prélevée la planche sélectionnée. Une fois celle-ci retirée, on découpe un « Calas » (échantillon de liège brut) dans son angle gauche.

Il s'agit d'une technique d'appréciation analogue à celle qui est utilisée sur le terrain. Dans la réalité elle facilite le travail, du fait que les piles sont rarement défaites, sauf si, parfois, le choix se porte sur des planches situées à l'intérieur de pile.

Il s'agit d'une méthode qui ne prend pas en compte les empilages mal intentionnés de planches. En effet, dans la réalité de ce type de sondage le liège contrôlé est celui qui se voit, c'est-à-dire celui qui est le plus souvent de meilleure qualité.

Méthodes de l'IPROCOR (Merida – Espagne)

Estimation proportionnelle au poids

Cette méthode est quelque peu désuète. Elle consiste à extraire 100 kg de liège pour chaque 500 quintaux castillans (un quintal castillan = 46 kg). Les planches sont sélectionnées au hasard sur toute la profondeur et sur toute la largeur. On procède à la classification en cru selon l'épaisseur. Pour chaque épaisseur, on établit un classement divisé en neuf catégories. Si une planche présente clairement plus d'une catégorie, on la divise en autant de catégories appréciées. Ensuite on vérifie le poids et on découpe sur les planches un nombre d'échantillons par catégorie proportionnel à sa fréquence. Finalement, à l'atelier on procédera au bouillage et à la classification définitive des échantillons.

Cette méthode manque de fondement statistique clair qui puisse justifier le sondage. Elle oblige à réaliser, sur le terrain, une classification des planches dont le résultat peut être modifié après

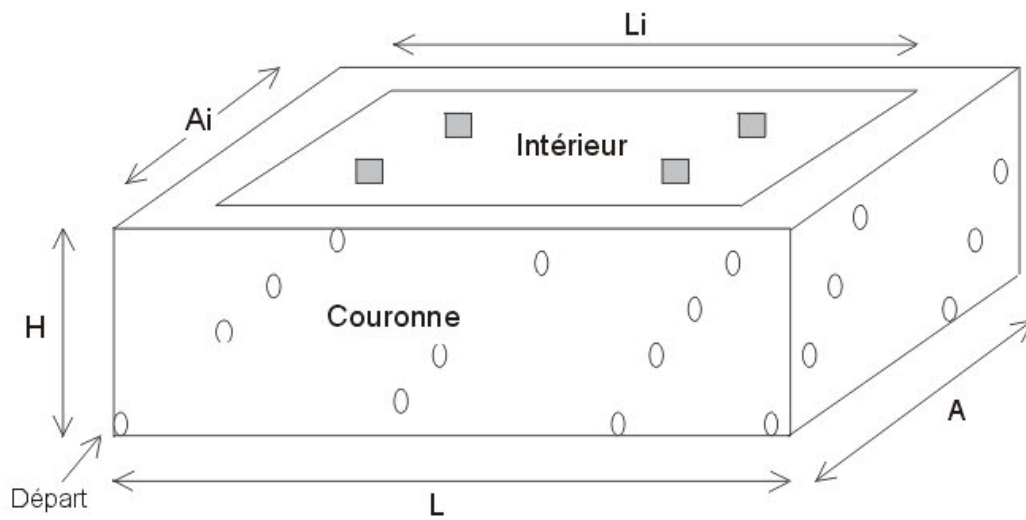


Figure 1. Schéma d'une pile de liège et emplacement des échantillons

PLAN DE ESTIMACION DE LA CALIDAD DEL CORCHO EN CAMPO									
CUADROS SIMPLIFICADOS. DESTINOS SEGÚN CLASE									
CLASES	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	Ref.	
CALIBRES									
19 arriba	Tipo 1: (19 arriba-6ª arriba).					TN24			
15-19	Tipo 2: (15-19, 5ª arriba).					TN24		T.3.(15-19)6ª	
13-15	Tipo 4: (13-15, 5ª arriba).					TN24		T.5.(13-15)6ª	TRIT
11-13	Tipo 6: (11-13, 5ª arriba).					TN21		T.7.(11-13)6ª	
11 abajo	Tipo 8: (11 abajo-4ª arriba).								Tipo 9 Refugo

Figure 2. Classification du liège en 9 catégories techniques selon l'épaisseur et l'aspect

le bouillage. La sélection des planches dans la pile n'est pas bien établie, d'ailleurs il semble parfois compliqué de connaître le poids exact d'une pile de liège. De plus, il est nécessaire de peser sur le terrain l'échantillon ainsi que les sous échantillons par catégorie.

Sondage Stratifié

Les échantillons sont représentatifs des planches sélectionnées dont ils sont issus, et présentent une section de 20x20 cm. Le fondement statistique est fiable, l'erreur relative est inférieure à 15%. Les échantillons sont prélevés sur le pourtour et à l'intérieur de la pile. En plus du volume total, du volume intérieur et de celui du pourtour, il faut tenir compte de la fraction d'échantillonnage à l'intérieur et sur le pourtour. Toutes ces données permettent de réaliser des calculs statistiques qui détermineront la qualité de la pile de liège.

L'échantillonnage du pourtour consiste à effectuer un sondage systématique de la couronne. On sélectionne de façon aléatoire le point de départ de l'échantillonnage et le nombre d'échantillons à obtenir. Pour l'intérieur de la pile, étant donné qu'il serait trop complexe de réaliser un échantillonnage aléatoire ou systématique, on peut opter pour un échantillonnage réalisé en deux étapes (deux degrés) :

- d'abord on sélectionne un certain nombre de blocs (de 2 à 6) pour le sondage d'un volume de 1 m^3 ,
- ensuite, on sélectionnera systématiquement les blocs à partir d'un choix de départ, au-dessus ou en dessous d'une ligne imaginaire situé au milieu de la pile.

Il s'agit d'un système ou d'une méthode d'estimation de la qualité du liège d'application plus ou moins simple, mais avec des calculs complexes. Il faut choisir un nombre significatif d'échantillons afin d'avoir une marge d'erreur de 15% et une marge de confiance de 90%. D'autre part, l'extraction de certaines planches sur le pourtour pourrait être délicate. En effet, selon la manière dont elles auront été calées, elles peuvent se fendre et se déprécier.

Ce système d'appréciation semble fiable tout en ayant un bon rendement (1 à 2 heures par pile). Il donne de bons résultats d'appréciation quant à la qualité réelle de la pile sondée. De plus, il permet d'identifier les mauvais empilages qui chercheraient à dissimuler des planches de mauvaise qualité.

Cette méthode limite d'une part les lourdes manipulations nécessaires pour démonter complètement de grandes sections de pile et d'autre part les erreurs d'appréciation occasionnées par des sondages statistiquement peu fiables. C'est cette dernière technique d'échantillonnage que nous avons utilisé dans notre étude.

Technique d'échantillonnage utilisée et analyses des données adoptées

La technique d'échantillonnage utilisée dans cette étude pour déterminer la qualité moyenne de la pile de liège est celle de l'échantillonnage stratifié utilisée par l'IPROCOR (Istituto del Corcho, la Madera y el Carbon Vegetal). Cette méthode consiste à extraire environ 100 kg de liège pour chacun des 500 quintaux castillans empilés. Les planches échantillons sont sélectionnées sur toute la profondeur et sur toute la largeur de la pile. D'après l'expérience de l'IPROCOR, un échantillon de 75 plaques par pile permet d'avoir, avec une marge de probabilité de 90%, une erreur relative de moins de 15%. Il est à rappeler que pour un échantillonnage aléatoire est simple, la relation qui lie la taille de l'échantillon n , le coefficient de variation de la variable mesurée et l'erreur relative est la suivante (DAGNELIE, 1998) :

$$n = \frac{t_{1-\alpha/2}^2 \times CV\% ^2}{E\% ^2}$$

Avec :

- t est le test de STUDENT avec $n-1$ degrés de liberté
- $CV\%$ est le coefficient de variation en pourcentage
- $E\%$ est l'erreur relative

Si Q est la qualité moyenne et $\hat{\sigma}$ est l'écart type estimé :

$$CV\% = \frac{\hat{\sigma}}{Q} \times 100 \quad \text{et} \quad E\% = \frac{t_{1-\alpha/2} \times \hat{\sigma}}{Q \times \sqrt{n}} \times 100$$

Pour effectuer l'échantillonnage sur pile, les plaques doivent être prélevées sur des planches de liège à raison d'une plaque par planche. L'emplacement de la plaque sera choisi sur la partie la plus représentative de la planche à échantillonner. Les 75 échantillons seront répartis entre la couronne et l'intérieur de la pile avec 35 échantillons pour la couronne et 40 échantillons pour l'intérieur. La figure 1 schématise une pile de liège avec ces différentes caractéristiques et sur laquelle figure l'emplacement des échantillons à prélever sur la couronne et au milieu.

Volume total : $V = L \times H \times A$

Volume intérieur : $V_i = L_i \times A_i \times H$

Volume couronne : $V_c = 2(L + A_i) \times H \times \left(\frac{A - A_i}{2}\right)$

Poids de l'intérieur : $W_{int} = V_i / V$

Poids de la couronne : $W_c = V_c / V$

Echantillonnage de la couronne de la pile

Pour l'échantillonnage de la couronne (pourtour), on commence par calculer le pas horizontal d'échantillonnage qui est comme suit :

$$a = \frac{P}{35} \quad \text{avec} \quad P = 2L + 2A \quad (\text{P périmètre de la couronne})$$

Pour déterminer le pas vertical d'échantillonnage, On mesure la hauteur réelle de la pile en plusieurs endroits et on détermine la hauteur moyenne \overline{H} puis on calcule le pas vertical comme

$$b = \frac{4\overline{H}}{35}$$

Le coefficient 4 est utilisé pour parcourir la hauteur de la pile quatre fois et rendre ainsi la distribution du réseau de points d'échantillonnage homogène sur toute la couronne.

Il faut en plus déterminer les coordonnées (x, y) du premier point à échantillonner (point de départ). Pour le faire, on procède de la façon suivante :

$$\begin{aligned} x &= a \times \text{nombre aléatoire} (0,1) \\ y &= b \times \text{nombre aléatoire} (0,1) \end{aligned}$$

Le premier échantillon de la couronne sera donc prélevé à partir de la planche située au point de départ de coordonnées x et y . Le deuxième échantillon sera prélevé à partir de la planche située à droite de la première et ayant comme coordonnées $x + a$ et $y + b$. La troisième échantillon aura comme coordonnées $x + 2a$ et $y + 2b$, etc. Lorsqu' on arrive au sommet de la pile, on recommence à partir de la base est ainsi de suite jusqu'à ce qu'on termine les 35 échantillons nécessaires.

Echantillonnage du milieu de la pile

On commence par mesurer la longueur L_p et la largeur l_p de plusieurs planches de liège choisies aléatoirement tout le long de la face supérieure du mur de la plie. On détermine par la suite les

valeurs moyennes \underline{Lp} et \underline{lp} . On délimite la partie centrale de la pile qui aura comme longueur ($Li = L - \underline{Lp}$) et comme largeur ($Ai = A - \underline{Lp}$). On divise par la suite la partie centrale en blocs d'environ un stère chacun, ce qui correspond à peu près à 1 m^3 .

Quatre blocs seront choisis dans la partie centrale de la pile. Le premier bloc est choisi aléatoirement, par contre les trois autres sont choisis d'une façon systématique. Soit Nb le nombre total des blocs, le pas utilisé pour la détermination des trois derniers blocs est calculé comme suit :

$$Pb = \frac{Nb}{4}$$

Soit Nb_1 le numéro du premier bloc choisi aléatoirement :

$$Nb_1 = Pb \times \text{nombre aléatoire } (0,1)$$

Les trois autres blocs auront les numéros suivants :

$$Nb_2 = Nb_1 + Pb ; Nb_3 = Nb_1 + 2Pb ; Nb_4 = Nb_1 + 3Pb$$

On prélève par la suite dans chaque bloc 10 échantillons. Le premier est prélevé d'une façon aléatoire et les 9 autres d'une façon systématique. Pour ce faire, on compte en plusieurs endroits sur toute la hauteur de la pile le nombre de planche et on détermine le nombre moyen de planche \underline{Np} . On

détermine par la suite le pas d'échantillonnage dans le sens vertical : $b' = \frac{\underline{Np}}{10}$

La première planche tirée aléatoirement aura le numéro :

$$Np_1 = b' \times \text{nombre aléatoire } (0,1)$$

Les autres planches auront les numéros :

$$Np_2 = Np_1 + b' ; Np_3 = Np_1 + 2b' \text{ et } \dots Np_{10} = Np_1 + 9b'$$

En pratique on peut prendre $b' = 3$ pour le pas vertical, car en moyenne un ester contient environ 33 planches situées l'une sur l'autre.

Estimation des qualités moyennes de la pile et précision des estimations

Estimations pour la couronne

La qualité moyenne de la couronne est calculée comme suit (DAGNELIE, 1998):

$$Qc = \frac{1}{Nc} \sum_{i=1}^p Nci \times Qi \quad \text{avec} \quad \sum_{i=1}^p Nci = Nc$$

Le nombre total d'échantillons prélevés dans la couronne Nc est égal en principe à 35, le paramètre Qi correspond à la qualité attribuée à l'échantillon i (il y a 9 classes de qualité, $p = 9$).

La variance estimée de la couronne est la suivante (DAGNELIE, 1998) :

$$\hat{\sigma}_c^2 = \frac{1}{Nc - 1} \sum_{i=1}^p Nci \times (Qi - Qc)^2$$

et l'écart type de la couronne est : $\hat{\sigma}_c = \sqrt{\hat{\sigma}_c^2}$

Dans ce cas, la variance de la qualité moyenne de la couronne est : $\hat{\sigma}_{Qc}^2 = \frac{\hat{\sigma}_c^2}{Nc}$

Ainsi, l'erreur standard de la couronne est : $Es.c = \frac{\hat{\sigma}_c}{\sqrt{Nc}}$

Estimation pour l'intérieur

La qualité moyenne par bloc est calculé comme suit :

$$Q_j = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^p N_{ij} \times Q_{ij} \quad \text{avec} \quad \sum_{i=1}^p N_{ij} = 10$$

et la qualité moyenne de l'intérieur est : $Q_{int} = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 Q_j$

Pour le calcul de la précision, on considère être en présence d'un échantillonnage à deux degrés. Les n blocs représentent le premier degré et les m plaques superposées l'une sur l'autre par bloc représentent le deuxième degré. Pour un échantillon de n blocs et m plaques par bloc, le calcul de la précision se fait de la manière suivante (COCHRAN, 1977) :

Dans ce cas, la variance entre blocs b est : $\hat{\sigma}_1^2 = \frac{\sum_{j=1}^n (Q_j - Q_{int})^2}{n-1}$

et la variance dans les blocs : $\hat{\sigma}_2^2 = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m (Q_{jk} - Q_j)^2}{n(m-1)}$

La variance de la qualité moyenne de l'intérieur est : $\hat{\sigma}_{Q_{int}}^2 = \frac{N-n}{N} \times \frac{\hat{\sigma}_1^2}{n} + \frac{M-m}{N \times M} \times \frac{\hat{\sigma}_2^2}{m}$

Ainsi, l'erreur standard de l'intérieur est : $Es.int = \sqrt{\hat{\sigma}_{Q_{int}}^2} = \sqrt{\frac{N-n}{N} \times \frac{\hat{\sigma}_1^2}{n} + \frac{M-m}{N \times M} \times \frac{\hat{\sigma}_2^2}{m}}$

Estimation pour la totalité de la pile

Pour l'estimation de la qualité moyenne et la précision des mesures pour la totalité de la pile, on considère qu'on est en présence d'un échantillonnage stratifié (COCHRAN, 1977).

Dans ce cas, la qualité moyenne de la pile est :

$$Q = W_c \times Q_c + W_{int} \times Q_{int}$$

avec une variance de la qualité moyenne de la pile :

$$\hat{\sigma}_Q^2 = W_c^2 \times \hat{\sigma}_{Qc}^2 + W_{int}^2 \times \hat{\sigma}_{Q_{int}}^2 = W_c^2 \times Es.c^2 + W_{int}^2 \times Es.int^2$$

et une erreur standard de la pile : $Es.p = \sqrt{\frac{\hat{\sigma}^2}{Q}}$

L'erreur de mesures de la pile (demi intervalle de confiance) :

$$E = t_{1-\alpha/2} \times Es.p$$

t est le t de STUDENT avec comme degrés de libertés la taille de l'échantillon global moins le nombre de strates. Pour une probabilité de 90%, un échantillon de 75 plaques prélevées dans deux strates (degrés de libertés = 73), la valeur de t = 1,67

L'erreur relative de mesures de la pile est:

$$E\% = \frac{E}{Q} \times 100$$

Préparation des échantillons et détermination de la qualité du liège

A partir de chaque planche de liège sondée, un échantillon 20x20 cm est prélevé sur la partie la plus représentative de la planche. Après leur numérotation, les plaques de liège sont trempées dans de l'eau chaude à 100 °C pendant une heure et demi (bouillage). Après 24 heures de séchage, une fine couche est prélevée à l'aide d'un couteau bien aiguisé sur les bordures des plaques du liège. Ainsi, les plaques sont prêtes aux mesures et observations nécessaires pour la détermination de leur qualité.

L'épaisseur est une des caractéristiques majeures pour l'appréciation de la qualité «Bouchonnable» d'une planche de liège. L'IPROCOR classe le liège en cinq classes d'épaisseur et 8 classes d'aspect (IPROCOR, 1999). Le tableau 1 présente les 5 classes d'épaisseur et leur dénomination.

Tableau 1 – Classification du liège selon son épaisseur (IPROCOR).

<i>Classe</i>	<i>Epaisseur en lignes</i>	<i>Epaisseur en mm</i>	<i>Appellation</i>
1	Plus de 19 lignes	42,75 mm	Grueso
2	Entre 15 et 19 lignes	33,75 à 42,75 mm	Media marca
3	Entre 13 et 15 lignes	29,75 à 33,75 mm	Imperial
4	Entre 11 et 13 lignes	24,75 à 29,75 mm	
5	Moins de 11 lignes	24,75 mm	Delgado

Pour chaque classe d'épaisseur, les échantillons des plaques du liège sont classés en huit classes selon leur aspect. Les 8 classes d'aspect sont : première, deuxième, troisième, quatrième, cinquième, sixième, septième et rebut. Cette seconde classification doit être effectuée par un spécialiste en tenant compte de l'ensemble des défauts observés sur la plaque. Le tableau 2 présente les défauts qu'on peut rencontrer sur les plaques de liège et sur la base desquels s'effectue la classification de ces dernières selon l'aspect.

Le croisement des 5 classes d'épaisseur avec les 8 classes d'aspect donne lieu à 40 combinaisons différentes. Cette classification s'avère trop complexe pour être utilisée dans la pratique. Pour cela, une nouvelle classification beaucoup plus simple et plus facile à mettre en place a été élaborée à partir de regroupement par destination commune des 40 combinaisons de départ. Le tableau 3 et la figure 2 présentent cette nouvelle répartition en 9 catégories.

Tableau 2 – Liste et caractérisation des défauts qui déprécient la qualité des planches de liège.

<i>Code</i>	<i>Altération</i>	<i>Définition</i>	<i>Origine</i>	<i>Importance</i>	<i>Utilisation</i>
A	Tâche jaune (Mancha amarilla)	Décoloration jaunâtre du tissu avec odeur	Environnement humide	Peu fréquent, il peut provoquer des changements organoleptiques des vins	Ne doit pas être utilisé dans les applications en contact avec l'alimentation
B	Défaut du ventre (Barriga)	irrégularités prononcées dans la surface intérieure des planches	Discontinuité dans la formation des pores	Réduit le calibre nécessaire pour les bouchons	Classes de faible qualité et/ou calibre, pour trituration
C	Ver du liège (Culebra)	Galeriers avec des restes durcis dans le secteur de la mère ou à l'intérieur de liège	Coléoptère <i>Craebus undatus</i>	Difficultés de déboucher. Réduit le calibre utile pour les bouchons	Généralement sans grandes restrictions
D	Liège sur âgé (Corcho criado)	Liège de douze ans ou plus	Liège non prélevé au cours de la rotation prévue	Déviations dans le comportement physique du liège	Dans de rares cas, inadéquat pour les bouchons
E	Défaut du dos (Espalda)	Fissures dans la surface extérieure du liège	De grandes croissances en calibre sur les pieds de diamètres moyens ou faibles	Rendements des bouchons plus bas	Sans restrictions
F	Liège soufflé (Flojera)	Canaux lenticulaires extrêmement grands	Augmentation du calibre du liège. Spécialement dans des stations de haute qualité.	Non très commun. Baisse de la qualité et du rendement en bouchons.	Secteur nautique, balises et flotteurs.
G	Tâche de vinaigre (Avinagrado)	Coloration de tons mauves, semblables au vin.	Inconnu.	Rare. Altère seulement l'esthétique du bouchon et non son comportement physique	Sans restrictions
H	Fourmi (Hormiga)	Galeriers à l'intérieur du liège.	Nidification du <i>Crematogaster scutellaris</i> .	Relativement fréquent. Il invalide la planche pour les bouchons	Agglomérés
I	Pores boisés ou ligneux (Inclusiones maderosas)	Accumulation des cellules sclérotiques dans le liège.	Inconnu, probablement d'origine environnementale.	Dommages dans les enrouleurs. Distorsions dans la compressibilité.	Partiellement dans des agglomérés et dans tous les autres secteurs.
J	Oiseau (Pajero)	Perforation de la planche. Disposition systématique des trous.	L'oiseau picore le liège à la recherche de la larve de <i>C. Unatus</i>	Exclut le liège pour l'utilisation du bouchon	Agglomérés
M	Tâche (Mancha)	Tâches bleutées (contamination fongique)	Infection fongique à travers les canaux lenticulaires due à <i>Melophia ophiopora</i> (Sacc).	Altération de l'aspect visuel	Sans restrictions
P	Pores terreux très intenses (Pasma)	Lignes de cellules très dissociées	Inconnu.	Réduit la quantité avec le calibre utile pour l'obtention du bouchon	Sans restrictions
S	Blessures dans la mère (Santo)	Parties de la mère qui adhèrent à la planche	Extraction du liège à sève arrêtée ou avec des galeries de <i>C. Undatus</i> .	Problèmes pour les agglomérés à cause des impuretés	Agglomérés de faible qualité. Tous les autres secteurs
T	Pores terreux (Poro terroso)	Contenu pulvérulent dans les canaux lenticulaires	Inconnu. Eventuellement due aux conditions du sol.	Dommages dans les enrouleurs. Impuretés.	Dans de rares cas non utilisable pour les bouchons.
V	Liège vert (Verde)	Partie avec taux d'humidité supérieur à 400%.	Inconnu. Eventuellement due à des altérations des structures cellulaires.	Influe sur la qualité mécanique du bouchon due à des contractions. Possibles problèmes de saveurs.	Ne doit pas être utilisé dans les applications en contact avec l'alimentation
X	Couches séparées (Exfoliation)	Discontinuité entre les litières et les cellules.	Défoliation intense due aux attaques d'insectes (<i>Lymantria</i>) ou à un incendie. Eventuellement la sécheresse.	Exclut le liège pour l'utilisation du bouchon	Agglomérés

© ICMC-1998

Tableau 3 – Classification du liège par destination

<i>Cat.</i>	<i>Classe (en ligne)</i>	<i>Classes (aspect)</i>	<i>Utilisation</i>
1	Plus de 24 lignes	1, 2, 3, 4, 5, 6	Bouchon naturel, Bouchon de cruche. (Beaucoup de déchets)
2	Entre 15 et 19 (Media marca)	1, 2, 3, 4, 5	Bouchon naturel de 24 mm de diamètre
3	Entre 15 et 19 (Media marca)	6	Bouchon colmaté de 24 mm de diamètre
4	Entre 13 et 15 (Imperial)	1, 2, 3, 4, 5	Bouchon naturel de 24 mm de diamètre
5	Entre 13 et 15 (Imperial)	6	Bouchon colmaté de 24 mm de diamètre
6	Entre 11 et 13	1, 2, 3, 4, 5	Bouchon naturel de 21 mm de diamètre
7	Entre 11 et 13	6	Bouchon colmaté de 21 mm de diamètre
8	Moins de 11 (Delgado)	1, 2, 3, 4	Rondelle naturelle, papier, bouchon 2 pièces
9	Tous	Rebut	Trituré

Formules de la qualité

La classification du liège exprimée dans les 9 catégories citées précédemment, donne une idée approximative de la qualité du liège d'une exploitation. Il semble primordial de pouvoir calculer, par pile, les valeurs commerciales de leur production respective tous produits confondus.

C'est cela qui a été mis au point par l'IPROCOR à partir des valeurs moyennes de vente de différents lots de liège pratiquées par l'industrie de première transformation de l'Extramadure (Espagne).

$$Q = \frac{5}{100} \sum_{i=1}^9 A_i Q_i$$

où :

Q : indice qualité du liège.

A_i : valeur moyenne en pesetas/kg du liège des catégories 1 à 9 bouilli et mis en balles (à partir des valeurs 1993).

$$\begin{array}{lll} A1 = 220 & A2 = 390 & A3 = 140 \\ A4 = 380 & A5 = 130 & A6 = 225 \\ A7 = 100 & A8 = 240 & A9 = 30 \end{array}$$

Cette formule a donc une valeur maximum théorique pour tout le liège de catégorie « Media marca » de :

$$Q = \frac{5}{100} \times 390 = 19,5$$

et une valeur minimum de :

$$Q = \frac{5}{100} \times 30 = 1,5$$

En Extramadure (Espagne), la marge obtenue entre les valeurs maximales et minimales sur des échantillons réels se situe entre $Q = 14$ et $Q = 3$.

Les 9 catégories de liège (tableau 3) sont groupées par la suite en 5 classes commerciales. Cette classification définitive est reprise dans le tableau 4.

Tableau 4 - Classification du liège en classes de qualité commerciale avec les utilisations de chaque classe.

<i>Classe commerciale</i>	<i>Utilisations</i>
Épais (Grueso*) (Q1)	Bouchons naturels de 24 mm
Bouchonnable (Bueno*, Enrasado*) (Q2+Q4+Q6)	Bouchons naturels de 24 mm et de 21 mm
Faible (Flaco*) (Q3+Q5+Q7)	Bouchons colmatés de 24 mm et de 21 mm
Mince (Delgado*) (Q8)	rondelles
Rebut (Refugo*) (Q9)	Triturations (agglomérés)

* *Appellation Espagnole*

RESULTATS ET DISCUSSION

Caractéristiques de la pile de liège analysée

La pile de liège analysée possède les caractéristiques suivantes :

Longueur totale : $L = 18,70$ m

Largeur totale : $A = 4,10$ m

Hauteur moyenne : $H = 2,90$ m

Longueur moyenne d'une planche : $Lp = 1$ m

Largeur moyenne d'une planche : $lp = 0,30$ m

Longueur de l'intérieur : $Li = L - 2 \times Lp = 16,70$ m

Largeur de l'intérieur : $Ai = A - 2 \times lp = 2,10$ m

Volume total : $V = L \times H \times A = 222,34$ m³

Volume intérieur : $V_{int} = Li \times Ai \times H = 101,70$ m³

Volume couronne : $V_c = 2(L + Ai) \times H \times Lp = 120,64$ m³

Poids de l'intérieur : $W_{int} = V_{int}/V = 0,46$

Poids de la couronne : $W_c = V_c/V = 0,54$

Après calcul des paramètres d'échantillonnage comme indiqué au paragraphe 3, les 75 échantillons à analyser ont été pris dans la pile de liège à raison de 35 échantillons pour le pourtour ou la couronne et 40 échantillons pour le milieu.

Qualité moyenne de la couronne et précision des estimations

Après traitement (bouilli et séchage des échantillons), l'épaisseur et la classe de qualité de chaque échantillon ont été déterminés. Le tableau 5 présente les caractéristiques des différents échantillons du liège prélevés sur la couronne de la pile à analyser.

Tableau 5 – Caractéristiques des échantillons de la couronne.

<i>Caractéristique</i>	<i>Valeur minimale</i>	<i>Valeur maximale</i>	<i>Valeur moyenne</i>	<i>Ecart-type</i>
Epaisseur (mm)	14	59	31,45	10,671
Classe de qualité (Q)	1	9	6	2,676

Le tableau 6 présente la répartition des échantillons de la couronne par classe de qualité. Ce tableau montre que la qualité moyenne Q_c de la couronne de la pile de liège analysée est de 8,5 avec une variance estimée σ_c^2 de 46,62, ce qui donne une variance de la qualité moyenne $\sigma_{Q_c}^2$ de 1,32 et une erreur standard de la couronne de 1,15.

Tableau 6 – Répartition des échantillons de la couronne par classes de qualité et précision des estimations.

<i>Classe de qualité</i>	<i>Symbole classe</i>	<i>Valeur Q_i</i>	<i>Effectif n_i</i>	<i>%</i>	<i>Q_c</i>	<i>σ_c^2</i>	<i>$\sigma_{Q_c}^2$</i>
19A-6 ^a A	Q1	11	2	5,7			
15-19 5 ^a A	Q2	19,5	4	11,4			
15-19 6 ^a	Q3	7	1	2,9			
13-15 5 ^a A	Q4	19	4	11,4			
13-15 6 ^a	Q5	6,5	5	14,3			
11-13 5 ^a A	Q6	12,75	2	5,7			
11-13 6 ^a	Q7	5	6	17,1			
11a 4 ^a A	Q8	12	1	2,9			
déchets	Q9	1,5	10	28,6			
Total			35	100	8,5	46,22	1,32

Qualité moyenne de l'intérieur et précision des estimations

Le tableau 7 présente les caractéristiques des différents échantillons du liège prélevés dans chacun des 4 blocs à l'intérieur de la pile.

Le tableau 8 présente la répartition des échantillons de chacun des 4 blocs prélevés à l'intérieur de la pile par classe de qualité.

La qualité moyenne Q_j par bloc est égale à 7,2 ; 9,5; 6,0 et 6,6 respectivement pour les blocs 1, 2, 3 et 4. La qualité moyenne de l'intérieur Q_{int} est égale dans ce cas à 7,3 avec une variance σ_1^2 entre les blocs de 2,37 et une variance σ_2^2 dans les blocs de 32,53. La variance de la qualité moyenne de l'intérieur $\sigma_{Q_{int}}^2$ étant égale à 0,59 avec une erreur standard de l'intérieur $Es.int$ de 0,77.

Tableau 7 – Caractéristiques des échantillons de l'intérieur de la pile.

<i>Bloc</i>	<i>Caractéristique</i>	<i>Valeur minimale</i>	<i>Valeur maximale</i>	<i>Valeur moyenne</i>	<i>Ecart-type</i>
1	Epaisseur (mm)	10	35	28,2	8,829
	Classe de qualité (<i>Q</i>)	1	9	6,2	1,874
2	Epaisseur (mm)	18	48	30,9	10,027
	Classe de qualité (<i>Q</i>)	1	9	6,1	3,143
3	Epaisseur (mm)	17	44	28,7	8,220
	Classe de qualité (<i>Q</i>)	2	9	7,5	2,415
4	Epaisseur (mm)	21	55	32,4	11,394
	Classe de qualité (<i>Q</i>)	1	9	6,9	2,558

Tableau 8 - Répartition des échantillons de l'intérieur par classes de qualité.

<i>Classe de qualité</i>	<i>Symbole classe</i>	<i>Valeur Qi</i>	<i>Bloc 1</i>		<i>Bloc 2</i>		<i>Bloc 3</i>		<i>Bloc 4</i>	
			<i>ni</i>	<i>%</i>	<i>ni</i>	<i>%</i>	<i>ni</i>	<i>%</i>	<i>ni</i>	<i>%</i>
19A-6 ^a A	Q1	11	-	-	2	20	0	-	1	10
15-19 5 ^a A	Q2	19,5	-	-	-	-	1	10	-	-
15-19 6 ^a	Q3	7	-	-	-	-	-	-	-	-
13-15 5 ^a A	Q4	19	1	10	1	10	-	-	-	-
13-15 6 ^a	Q5	6,5	5	50	-	-	1	10	1	10
11-13 5 ^a A	Q6	12,75	-	-	2	20	1	10	2	20
11-13 6 ^a	Q7	5	1	10	-	-	-	-	1	10
11a 4 ^a A	Q8	12	1	10	2	20	1	10	1	10
déchets	Q9	1,5	2	20	3	30	6	60	4	40
Qualité moyenne/bloc (<i>Qj</i>)			7,15		9,5		5,98		6,60	

Qualité moyenne de la totalité de la pile et précision des estimations

La qualité moyenne de la pile totale est $Q = 7,95$ avec une variance de la qualité moyenne de $\sigma_Q^2 = 0,51$ et une erreur standard $Es.p = 0,72$. L'erreur de mesures de la pile étant de $E = 1,2$ ce qui donne un intervalle de confiance de $[6,75 ; 9,15]$ et une erreur relative de $E\% = 15\%$.

Répartition de la quantité totale du liège de la pile en % de classes de qualités commerciales

Le tableau 9 présente la répartition en % de la totalité de la pile selon les 9 classes de qualités techniques.

Les 9 classes de qualités techniques seront groupées en 5 classes commerciales. Le tableau 10 présente les résultats de ce regroupement.

Tableau 9 – Répartition en % de la totalité de la pile selon les 9 classes de qualité technique

Classe de qualité	Symbole classe	Valeur Q_i	Couronne		Intérieur		Pile %
			Effectif	%	Effectif	%	
19A-6 ^a A	Q1	11	2	5,7	3	7,5	6,5
15-19 5 ^a A	Q2	19,5	4	11,4	1	2,5	7,3
15-19 6 ^a	Q3	7	1	2,9	-	-	1,6
13-15 5 ^a A	Q4	19	4	11,4	2	5,0	8,5
13-15 6 ^a	Q5	6,5	5	14,3	7	17,5	15,8
11-13 5 ^a A	Q6	12,75	2	5,7	5	12,5	8,8
11-13 6 ^a	Q7	5	6	17,1	2	5,0	11,6
11 a 4 ^a A	Q8	12	1	2,9	5	12,5	7,3
déchets	Q9	1,5	10	28,6	15	37,5	32,7
Total			35	100	40	100	100

NB : %pile = $W_c \times \%Couronne + W_{int} \times \%Intérieur$

Tableau 10 - Répartition en pourcentage des plaques de la pile de liège analysée par classe de qualité commerciale avec les utilisations de chaque classe.

Classe commerciale	%	Utilisations
Epais (Grueso*) (Q1)	6,5	Bouchons naturels de 24 mm
Bouchonnable (Bueno*, Enrasado*) (Q2+Q4+Q6)	24,5	Bouchons naturels de 24 mm et de 21 mm
Faible (Flaco*) (Q3+Q5+Q7)	29	Bouchons colmatés de 24 mm et de 21 mm
Mince (Delgado*) (Q8)	7,3	Rondelles
Rebut (Refugo*) (Q9)	32,7	Triturations (agglomérés)

- Appellation Espagnole

La figure 3 schématise les proportions des différentes classes de qualité.

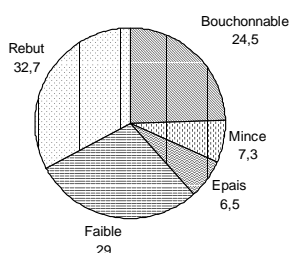


Figure 3 – Répartition des plaques de liège de la pile selon les cinq classes (commerciales) de qualité.

Finally, table 11 presents the defects and colors observed on the cork samples analyzed.

Tableau 11 – Défauts et couleurs des échantillons observés

<i>Défauts</i>	<i>N</i>	<i>%</i>
Tâche (Mancha)	58	77,3
Pores terreux (Poro terroso)	64	85,3
Liège soufflé (Flojera)	12	16,0
Pores boisés ou ligneux (Inc. Maderosas)	43	57,3
Ver du liège (Culebra)	11	14,7
Fourmi (Hormiga)	3	4,0
Défaut du ventre (Barriga)	29	38,7
Liège vert (Verde)	13	17,3
Défaut du dos (Espalda)	21	28,0
Pores terreux très intenses (Pasma)	6	8,0
Tâche jaune (Mancha amarilla)	3	4,0

<i>Couleur</i>	<i>N</i>	<i>%</i>
Rosé (Rosado)	8	10,7
Blanc (Blanco)	1	1,3
Foncé (Oscuro)	66	88,0

Distribution des plaques de liège de la pile selon leur épaisseur

As for the quality, the cork stack can also be characterized according to the thickness of its plaques (table 12). According to this table, the cork boards of this stack have an average thickness of 30,8 mm with a standard error of 1,15 mm and a confidence interval of [28,9 mm; 32,7 mm].

Tableau 12 – Répartition des plaques de la pile de liège par classes d'épaisseurs.

<i>Clase</i> <i>D'épaisseur</i> <i>(mm)</i>	<i>Effectif</i> <i>N</i>	<i>Fréquence</i> <i>%</i>
0 – 20	9	12,0
20 – 25	13	17,3
25 – 30	17	22,7
30 – 35	22	29,3
35 – 40	4	5,3
40 et plus	10	13,3
Total	75	100,0

La figure 4 présente la distribution des plaques de liège de la pile selon les classes d'épaisseurs.

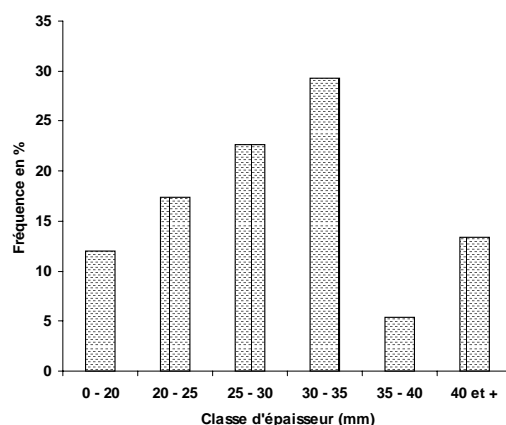


Figure 4 – Distribution des plaques de liège de la pile selon les classes d'épaisseurs.

CONCLUSIONS

Nous avons essayé de présenter dans cet article, d'une façon détaillée, une technique de détermination de la qualité et de la classification du liège, basée sur le prélèvement des échantillons dans une pile de liège. Les résultats obtenus ont montré que la pile de liège analysée présente une qualité moyenne de l'ordre de 8. La qualité moyenne obtenue dans la région de l'Extremadura en Espagne à partir de milliers d'échantillons est de l'ordre de 8,1 avec une marge de 3 à 14. Sur base des proportions obtenues pour chacune des cinq classes de qualités commerciales de la pile de liège tunisien analysée, il est apparu que 6,5% des planches peuvent être utilisées pour fabriquer des bouchons naturels de 24 mm, 24,5% pour fabriquer des bouchons naturels de 24 mm et de 21 mm, 29% pour fabriquer des bouchons colmatés de 24 mm et de 21 mm, 7,3% pour fabriquer des rondelles et finalement 32,7% pour la trituration (agglomérés). Du point de vue distribution des échantillons selon l'épaisseur, la classe 30 – 35 mm qui représente environ 29% de la totalité des planches de la pile analysée est la plus représentée. Les planches ayant une épaisseur qui atteint 40 mm et plus ne représentent que 13%. D'autre part, on a constaté que les défauts les plus fréquents sont les pores terreux qui représentent 85% des planches de la pile, les taches qui représentent 77% et finalement les pores boisés ou ligneux qui représentent 57%. Les planches qui présentent des galeries de fourmis ne représentent que 4% de la totalité de la pile.

Si la technique d'échantillonnage, le prélèvement, la préparation des échantillons et leur classification selon les qualités d'épaisseur ne semblent pas poser de problème particulier, la classification de ces derniers selon les classes d'aspect semble être plus délicat à réaliser. En effet, répartir les échantillons de chaque classe d'épaisseur en 8 classes selon les défauts présents sur chaque échantillon est le travail d'un vrai spécialiste bien expérimenté. Toutefois, comme l'équipement nécessaire pour le traitement et la préparation des échantillons pour les mesures et observations est facile à se procurer (une petite chaudière avec thermostat, des couteaux, etc.), il serait utile de monter une petite unité de détermination de la qualité du liège même à titre expérimental. En effet, avoir des informations sur la distribution des planches du liège selon leur épaisseur avec une appréciation de leurs principaux défauts, même d'une façon grossière au départ, peut aider le gestionnaire à déterminer l'ordre de grandeur du prix de vente de chaque pile d'un parc à liège. En attendant, une équipe de techniciens forestiers pourra être formée dans la classification du liège selon son aspect et les défauts qu'il présente. Cette formation pourra être assurée conjointement par un centre spécialisé tel que l'IPROCOR et l'industrie du liège.

REFERENCES

COCHRAN, W. G., 1977. *Sampling technics*. Wiley, New York, 428 p.

- DAGNELIE P., 1998. *Statistique théorique et appliquée*. Tome 2 : Inférence statistique à une et à deux dimensions. Bruxelles, De Boeck, 660 p.
- D.G.F., 1995. *Résultats du premier inventaire forestier national en Tunisie*. Direction Générale des Forêts, 88 p.
- D.G.F. 1997 : Procès verbal d'aménagement de la forêt de Bellif : 138p. + annexes + cartes.
- IPROCOR, 1999. Manuel didactique de l'éleveur et de l'ouvrier spécialisé dans les travaux d'exploitation du chêne-liège. Instituto del Corcho, la Madera y el Carbon, Junta de Extramadura, 231 p.
- MESSAOUDI Y., 2003 : Technique et procédures de la récolte du liège en Tunisie : situation et problématique. Atelier Gestion des forêts de chêne liège, Tabarka 14-17 juillet, 2003 ; 9p.