

République Algérienne Démocratique et Populaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur

et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Université de Jijel

جامعة جيجل

Eco-01/07



Faculté des Sciences

Département d'Ecologie végétale et Environnement

Mémoire

De fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en
Ecologie végétale et Environnement

Option : Ecosystème forestier

Thème

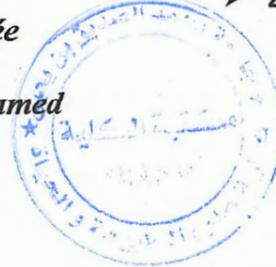


Membres de jury :

- Président : M. ROULA Salah Eddine
- Examineur : M^{me}. Merebai Nadia née Boughelit
- Encadreur : M. BOULDJEDRI Mohamed

Présenté par :

- ZOUAOUI Farida



Promotion : Septembre 2007

Remerciements

Je tien de remercier tout d'abord Dieu qui ma donné du courage et de la volonté d'avoir réussi dans ma vie éducationnelle et privée.

Je serais heureuse d'exprimer mes plus vifs remerciements à mon encadreur Monsieur « Bouldjedri Mohamed », pour ces précieux conseils, son collaboration, son aide, son grand soutien et sa disponibilité permante aussi bien de son patience de début jusqu'à la fin de mon mémoire.

J'adresse particulièrement mes vifs remerciements à mon Jury qui accepte de jurer ce modeste travail.

Mes remerciements vont à tout les enseignants de l'ecologie de l'université de Jijel surtout : M^{me} BENFRIDJA, M^{me} MEREBAI et M ROULA

J'adresse particulièrement mes vifs remerciements à M TOUATI, M SDIRA pour tout ses aides.

En fin je tiens à remercier tous ceux qui m'ont aidé de prés ou de loin pour conclure ce travail.

FARIDA

LISTE DES ABREVIATIONS

E.N.L : Entreprise National du liège.

Max : Maximum.

Min : Minimum

Moy : Moyenne.

EP : Epreuve.

E : Epaisseur.

A.S.T.M : Société Américaine des tests et Méthodes.

I.S.O : Organisation International de la normalisation.

QX : Quintaux.

DAN : deca Newton

Kg F/cm² : Kilogramme force par centimètre au carré.

CR : charge de rupture.

RR : Résistance la rupture.

F : Facteur de flexibilité.

S : La section.

D : Le diamètre.

L : La longueur.

l : La largeur.

C : Compressibilité.

R : Récupération.

K N : Kilo Newton

MV : masse volumique

liste des figures

Fig. N°01 : Port de l'arbre du chêne –liège.....	03
Fig. N°02 : Les feuilles de chêne –liège	03
Fig. N°03 : Gland de chêne –liège	05
Fig. N°04 : Aire de répartition du chêne –liège eu Algérie.....	08
Fig. N°05 : Aire de répartition du chêne –liège eu Monde.....	09
Fig. N°06 : Coupe transversal de tronc du chêne-liège	16
Fig. N°07 : Représente le liège mâle.....	16
Fig. N°08 : Représente le liège femelle	16
Fig. N°09 : Représente la récolte du liège.....	20
Fig. N°10 : La production moyenne annuelles et surface occupée par le Chêne	23
Fig. N°11 : Représente la fabrication des bouchons.....	26
Fig. N°12 : Représente l'utilisation du liège agglomère dans l'isolation	26
Fig. N° 13 : Schéma représente la chaine de fabrication.....	28
Fig. N°14: Représente l'opération de la meunerie	31
Fig. N°15 : Représente l'opération de l'agglomération.....	31
Fig. N°16 : Représente la finition	33
Fig. N°18 : Représente l'opération de sciage	33
Fig. N°17: t Schéma d'une plaque échantillons (3 éprouvettes pour Chaque test)	37
Fig. N°19 : La machine des tests de la résistance à la rupture	38

Fig. N°20 : La machine des tests de la flexibilité.....	39
Fig. N°21 : La machine des tests de la compressibilité	41
Fig. N°22 : Balance de précision	42
Fig. N°23 : La résistance à la rupture d'Aggloméré noir.	44
Fig. N°24 : La flexibilité d'aggloméré noir.....	44
Fig. N°25 : La compressibilité du liège aggloméré noir.....	45
Fig. N°26 : La récupération des lièges agglomérés noir.....	46
Fig. N°27 : L'influence de la masse volumique sur la RR	47
Fig. N°28 : L'influence de la masse volumique sur la flexibilité	48
Fig. N°29 : L'influence de la masse volumique sur la compressibilité et la récupération.....	49

liste des tableaux

Tableau N° 1 : Extension de la superficie du chêne- liège.....	07
Tableau N° 2 : Composition chimique du liège	17
Tableau N° 3 : Classification du liège selon l'épaisseur.	22
Tableau N° 4 : Les différentes unités de transformation du liège sur Le territoire national (E.N.L)	24
Tableau N° 5 : Déférentes constitution de la matière premier.....	32
Tableau N° 6 : Résultats de la R.R d'aggloméré noir en Kg/cm ² ..	43
Tableau N° 7 : Résultats de la flexibilité d'agglomère noir.	44
Tableau N° 8 : Résultats de compressibilité d'aggloméré noir	45
Tableau N° 9 : Résultats de la récupération d'aggloméré noir.....	46
Tableau N° 10 : Résultats de la MV (EP de la R.R) en Kg/m ³	47
Tableau N° 11 : Résultats de la MV (EP de la flexibilité).	47
Tableau N° 12 : Résultats de la MV (EP de la compressibilité et la récupération) en Kg/m ³	48
Tableau N° 13 : Résultats de la MV moyenne des différentes éprouvettes.	49
Tableau N° 14 : Les normes I.S.O pour la RR.....	50
Tableau N° 15 : Les normes I.S.O pour la flexibilité.....	51
Tableau N° 16 : Les normes I.S.O pour la compressibilité	51
Tableau N° 17 : Les normes I.S.O pour la récupération.	52
Tableau N° 18 : Les normes I.S.O pour la MV.....	52

SOMMAIRE

Introduction

VOLET BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I

GENERALITES SUR LE CHENE-LIEGE

I- Caractères généraux du chêne liège	02
I-1- Taxonomie du chêne –liège	02
I-2- Caractères botaniques du chêne –liège.....	02
I-2-1- Allure générale et longévité.....	02
I-2-2- Les feuilles.	02
I-2-3- Les rameaux.	02
I-2-4- L'écorce.....	04
I-2-5- Le bois.....	04
I-2- 6- Les racines.....	04
I-2-7- Les Fleurs.	04
I-2-8- Les Glands.....	05
I-3- Ecologie de chêne –liège	05
I-3-1- Le climat.....	05
I-3-1-1- L'altitude.....	05
I-3-1-2- La précipitation.....	06
I-3-1-3- La température.....	06
I-3-1-4- Etage bioclimatique.....	06
I-3-2- Les conditions édaphiques.....	06
I-3-3- Association du chêne –liège.	06

I-4- Aire de répartition. du chêne liège	07
I-4-1- En Algérie.....	07
I-4-2- dans le Monde.....	07
I-5- La régénération du chêne –liège.	09
I-5-1- Par voie végétative.....	09
I-5-1-1- Naturelle.....	09
I-5-1-2- Artificielle.	09
I-5-2- Par voire sexuée.....	09
I-5-2-1- Semis naturel.	09
I-5-2-2- Semis artificiel.....	09
I-5-2-3- Plantation.....	10
I-6- Les ennemies de chêne –liège.....	10
I-6-1- Les champignons.....	10
I-6-2- Les insectes.....	10
I-6-3- Les incendies.	11
I-7- Les problèmes de la subéraie Algérienne et son état actuel..	11

CHAPITRE II

GENERALITES SUR LE LIEGE

I- Définition du liège.	13
II- Structure du liège.....	13
III- Formation du liège.....	15
IV- Composition chimique du liège.....	17
V- Propriétés physique du liège.....	18

VI- Qualité et défauts du liège.....	19
VI-1- Qualité du liège.....	19
VI-2- Défauts du liège.....	19
VII- Démasclage et récolte du liège.....	20
VIII- Classification du liège.....	21
VIII- 1- Selon l'état.....	21
VIII-2- Selon l'épaisseur.....	22
VIII-3- Selon les domaines d'utilisation.....	22
IX – Industrie du liège.....	22
IX- 1- Situation de l'industrie du liège.....	
IX- 1-1- Dans le monde.....	23
IX- 1-2- En Algérie.....	23
IX- 2- Fabrication des bouchons.....	24
IX- 3- Industrie du liège agglomère.....	24

VOLET PRATIQUE

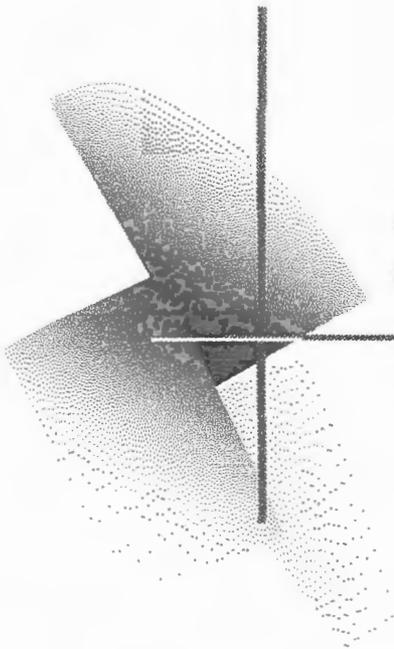
CHAPITRE III

ETUDE DES CARACTERES MECANIQUE ET PHYSIQUE DU LIEGE AGGLOMERE NOIR EXPANSE PUR

I- Présentation de l'unité.....	27
I-1- La production.....	27
I-1-1-Procédé de fabrication.....	27
I-2- La matière première.....	32

I-3- Normes de consommation.....	34
I-3.1-Rendement matière.	34
I-3.2- Consommation du liège par mètre cube d'aggloméré	
Noir.....	34
II- Etude des caractères mécaniques et physique du liège	
aggloméré noir expansé pur.....	36
1- Le principe.	36
2- Méthode de travail.....	36
2-1- Prélèvement des éprouvettes.	36
2-1- Echantillonnage.....	36
2-2- Etude des propriétés mécaniques.....	38
2-2-1- La résistance à la rupture.....	38
2-2-2- La Flexibilité.....	39
2-3- Etude des propriétés physique.	40
2-3-1- la compressibilité.	40
2-3-2- La récupération.	41
2-3-3- La masse Volumique.....	42
3- Résultat de l'expérimentation.....	43
3-1-Introduction.....	43
3-2- Etude des caractères mécaniques et physiques	
D'aggloméré	43
3-2-1-les caractères mécaniques	43
3-2-1-1-La résistance a la rupture.	43
3-2-1-2- La Flexibilité.....	44
3-2-2- les caractères physiques.	45

3-2-2-1- La compressibilité.....	45
3-2-2-2-La récupération.....	46
3-2-2-3- La masse Volumique.....	46
4-Interprétation et discussion des résultats	50
4-1- Les caractères mécaniques.....	50
4-1-1- La résistance à la rupture.....	50
4-1-2- La Flexibilité.....	50
4-2- Les caractères physiques.....	51
4-2-1- La compressibilité.....	51
4-2-2-La récupération.....	52
4-2-3- La masse Volumique.....	53
Conclusion.....	54
Bibliographie.	
Annexe.	



Introduction

Introduction

La valorisation du liège reste un problème délicat à résoudre, que se soit au niveau de la régénération et l'aménagement des subéraies dégradés ou au niveau de la transformation du liège pour répondre aux besoins des utilisateurs.

Ce produit naturel, en raison de ces propriétés (isolation thermique et phonique, élasticité durabilité.....etc.) revête une importance considérable de telle façon qu'il est recherché de part le monde par ailleurs ; L'Algérie est le troisième producteur de liège dans le monde.

L'importance économique du liège et spécialement l'aggloméré réside surtout dans le fait qu'ils permettent la valorisation du liège en utilisant comme matière première le liège brut, le liège mâle, les déchets de bandes et les bandes perforés et grâce à l'exportation des produit transformés en aggloméré cette emplacement adéquat, exige la création des laboratoires pour assurer la bonne qualité des produits fabriqués et par conséquent, une concurrence nationale ou internationale saine et loyale de chaque entreprise.

Cette étude nous a amené à analyser les caractères mécaniques et physiques du liège aggloméré noir expansé pur au niveau de l'unité 521 de Jijel.

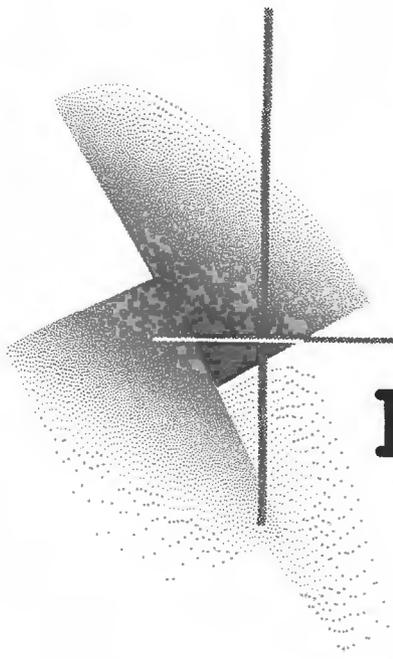
La présente étude s'articule autour de trois chapitres répartir en deux volets :

- Volet bibliographique contient deux chapitres.
 - ✓ 1^{ere} chapitre : Généralité sur le chêne liège.

✓ 2^{eme} chapitre : Généralité sur le liège.

- Volet pratique.

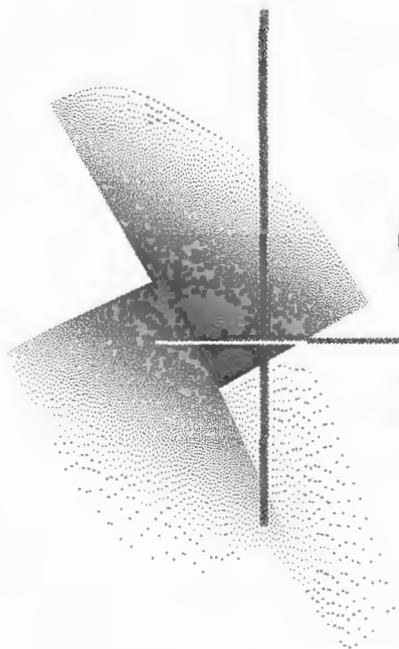
✓ Etude des caractères mécaniques et physique du liège aggloméré au niveau de l'unité 521 Jijel et ont termine par une conclusion.



Volet

bibliographiqu

Chapitre I



Généralité sur

le chêne liége

I- Caractères Généraux :**I-1- Taxonomie du chêne- liège :**

La classification du chêne- liège appartenant à la famille des Fagaceae pose un problème d'ordre phylogénétique, qui n'est toujours pas résolu, et des divergences subsistent entre les auteurs.

Toutefois la classification la plus récente du chêne- liège est la suivante : (NATIVIDADE, 1956).

- Embranchement : Spermaphytes.
- Sous embranchement : Angiospermes.
- Classe : Dicotylédones.
- Ordre : Fagales.
- Famille : Fagacées.
- Genre : *Quercus*.
- Espèce : *Quercus suber L.*

Le chêne -liège, à été décrit pour la première fois par : LINNE en 1753.

En arabe : Fernan, en Français : Chêne- liège, en Anglais cork- oak, en Espagnol : Al cornaque, en Allemand : korkeiche (CAMUS, 1936).

I-2- Caractères botanique du chêne- liège :**I-2-1- Allure générale et longévité :**

Selon RICHARD (1987) est un arbre de Taille moyenne ,10-15m, il peut néanmoins dépasser 20m de hauteur.

Le chêne-liège présente un port variable en fonction de la densité du peuplement et les présente un couvert léger laissant passer la lumière (fig .N° 01).

A l'état isolé, le tronc est couvert de grosses Branches étalées, quand, il vit en massif. Le tronc est plus droit et plus long.

Le chêne- liège peut vivre jusqu'à 150-250 ans (VIGNES, 1990).

I-2-2- Les Feuilles :

Les Feuilles sont petites coriaces, avec de petites dents, tomenteuses et blanchâtres, en dessous elles sont persistante (BELABAS ,1996) (fig. N°02).

Les feuilles présentent un polymorphisme très simple, elles ont plus d'un an meurent et tombent quelques mois après le développement des jeunes feuilles (AIME, 1976),



Fig. N° 01 : Port de l'arbre du chêne-liège.



Fig. N° 02 : Les feuilles de chêne-liège.

in (BELAIDI, 2005). La persistance des feuilles sur l'arbre est variable, (en générale plus d'un an) et dépend des individus et de l'état de végétation des peuplements. Leur caractéristique trahissent une bonne adaptation xérophytique (RICHARD, 1987).

I-2-3- Les rameaux :

Selon RICHARD (1987) : ils sont pubescents les premières années, puis bruns clairs avec apparition (liège) des lenticelles et enfin entièrement subéreux.

I-2-4- L'écorce :

Elle est constituée par le parenchyme subéreux engendré par le méristème subéro-phellodermique de l'arbre. C'est un tissu uniquement constitué des parois cellulaires subérifiées de cellules mortes, disposées en couches concentriques sans méats (RICHARD, 1987).

Le liège est régulièrement exploité entre 10 et 12 ans selon les conditions.

La première levée de liège appelée démasclage, est effectuée lorsque l'arbre atteint 17.5 cm de circonférence à 1.30m (VEILLON, 1998).

I-2-5- Le bois :

Selon (BOUDY, 1952), le bois de chêne-liège est lourd et compact, difficile à travailler. La densité du bois de chêne-liège est environ 0.9 employé autrefois dans la marine en menuiserie pour faire du charbon de bois, il n'est actuellement utilisé qu'en bois de feu. Il est possible que les belles billes trouvent un jour un emploi en tranchage car des études de faisabilité technique sont en cours.

I-2-6- Les racines :

La charpente des racines principales comporte outre un pivot puissant et profond, un grand nombre de racines latérales (SAUVAGE, 1961).

Ce système racinaire, en lui permettant d'exploiter les horizons profonds du sol constitue une bonne adaptation à la sécheresse, les racines peuvent être mycorhizées par certains champignons des genres : *RUSSULA BOLETUS*, *LACTARIUS*, (RICHARD, 1987).

Le chêne-liège est capable d'opposer une concurrence racinaire à toutes les espèces phanérogames du tapis végétal (SAUVAGE, 1961).

I-2-7- Les fleurs :

Selon BOUDY (1952) le chêne-liège est monoïque.

La floraison s'effectue d'Avril à juin (CAMUS, 1938) in (CHENOUNE, 1991).

Les fleurs mâles pendent en chatons à l'extrémité des rameaux de l'année, elles sont longues de 4 à 8cm (FRAVAL, 1991) in (BELAIDI, 2005).

Les fleurs femelles sont de petites boutons écailleux qui se forment à la base des tiges de l'année elles portent un style à trois branches stigmatifères rouges, il sort à axe poilu court portant 2 à5 fleurs, d'après (VIGNES, 1990).

I-2-8-Les Glands :

Les glands sont allongés à pointe velue, la capule est conique très polymorphe, à écailles lâches et veloutées. (Fig. N°03)

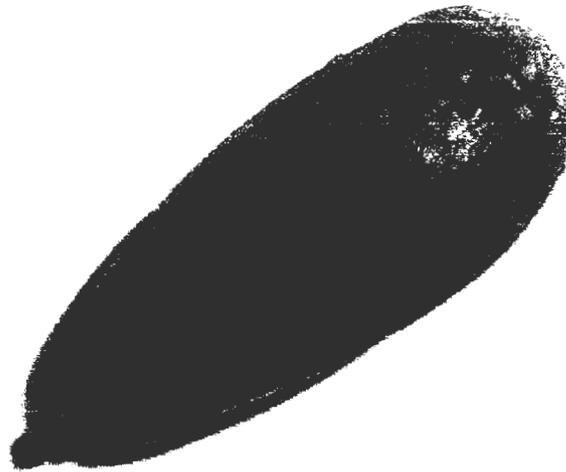


Fig. N° 03 : gland de chêne-liège.

La maturation à lieux en général dans l'année de la floraison vers la fin de l'automne, leur chute s'échelonnant jusqu'a janvier (RICHARD ,1987).

La fructification est précoce, et commence dès 15 ans, mais elle n'est abondante et soutenue qu'a partir de 30 à 35ans .Les bonnes glandées se répètent tout les 02 ou 03 ans d'après (BOUDY, 1952) et (GRECO, 1966).

I-3-Ecologie de chêne- liège :

I-3-1-Le climat :

I-3-1-1-L'Altitude :

Le chêne- liège s'étend du bord de la mer jusqu' à une altitude moyenne de 1200 mètre (ALLAOUI, 1979).

Au Maroc, il peut atteindre une altitude de 2200 mètre, c'est donc une essence de plaine et de moyenne montagne (ALATOU, 1984) in (SALHI, 1994).

I-3-1-2-La Précipitation :

Selon MEDDOUR (1985) C'est une essence qui exige un état hygrométrique d'au moins 60% en moyenne. Dans le mois le plus sec le chêne-liège est assez exigeant en ce qui concerne la chaleur et l'humidité, celui-ci ne vit en fait que dans les régions où les précipitations sont supérieures à 600mm et où les températures moyennes annuelles ne sont pas inférieures à 13,5°C environ ; avec des minimum supérieurs à 5°C ou 6°C. Les rares subéraies qui existent avec des précipitations plus faibles jusqu'à un minimum de 400 mm, correspondent à des particularités stationnements favorables : Humidité atmosphérique élevée, terrain frais grâce à une nappe phréatique,... etc (RICHARD, 1987).

I-3-1-3-Température :

Selon BOUDY (1952), le chêne-liège est une essence assez frileuse exigeant une température moyenne mensuelle de 13 à 18° C. Il lui faut de la lumière et de chaleur, et la température inférieures à -5°C lui sont néfastes.

I-3-1-Etage bioclimatique :

L'aire de chêne-liège se situe sur le climagramme d'Emberger sous les climats tempérés et doux.

En Algérie, il croît dans l'étage bioclimatique humide doux. Cependant, il arrive à s'accommoder dans l'étage humide froid et sub-humide mais rarement dans le semi-aride doux (BOUDY, 1952).

I-3-2-Les conditions édaphiques :

Le chêne-liège présente un tempérament calcifuge, qui lui fait préférer les terrains sableux ou issus de roches riches en sable et pauvre en calcaire actif (grès, granite, schistes). Certes on peut le trouver sur roches mères calcaires, mais il s'agira alors, soit de roches dures dont l'altération donne un sol assez sableux (dolomies par exemple), soit d'argiles de décalcification.

Il végète sur le sol superficiel (où il ne peut développer son enracinement profond) très argileux ou facilement hydromorphes (RICHARD, 1987).

I-3-3-Association du chêne-liège :

Selon BOUDY (1952), dans notre région dite région du chêne-liège kabyle, en étage climatique et de végétation humide, l'association végétale du chêne-liège se présente sous un double aspect :

1/-Le Facies à myrte, avec un sous bois puissant de bruyère arborescente, d'arbousier Phylaria, Lentisque.

2/-Puis si l'on passez en montagne , Le facies à cystes à trois fleurs avec un sous bois restreint, sans myrte, viorne, lentisque, philaria, mais avec bruyère aubépine, ciste, diss. Cystisse à trois fleurs (BOUDY, 1952).

I-4-Aire de répartition :

I-4-1- Aire de répartition en Algérie :

La subéraie Algérienne est localisée entre le littoral et une ligne passant approximativement par Tizi-ouzou, Kherrata, Guelma, Souk-ahres, elle est représentée également dans les régions de Tlemcen et de Mascara (BAKIRI,1982) in (MESSAOUDI, 1987). Cette région coïncide avec l'extension des terrains numidiens non calcaires le chêne-liège ne présente des peuplements importants que dans les wilayas de Jijel, Skikda et Annaba (2/3 des forêts de chêne-liège) (B.NE.D.E.R, 1984). (Fig. N°04)

I-4-2-Aire de répartition en monde :

L'aire mondiale du chêne-liège se limite au bassin de la méditerranée occidentale, cette surface présentais selon (NATIVIDADE, 1956) : 2.150.000 ha dont 1.545.000ha soit plus de deux tiers en zone Atlantique. (Fig. N°05)

Le chêne-liège occupe dans le monde une aire naturelle, relativement restreinte qui s'étend :

-du nord au sud, entre la 45° parallèle embouchure de la Gironde) et le 31° (Maroc).

-d'ouest en est du Portugal à la Galabre (CHENOUNE ,1990).

Tableau N°1 : extension de la superficie du chêne-liège dans le monde.

Pays	Zeraia (1981)	Salzar S (1988)	Veillon (1998)	Yessad (1999)
Portugal	600 000	555 000	600 000	605 000
Algérie	480 000	440 000	200 000	450 000
Espagne	340 000	340 000	340 000	352 000
Maroc	450 000	300 000	300 000	352 000
Tunisie	/	140 000	100 000	90 000
France	108 000	150 000	700 00	565 00
Italie	/	70 000	70 000	70 000
Total	1978 000	1995 000	1680 000	1968 500

(MESSAOUDENE, 2000)

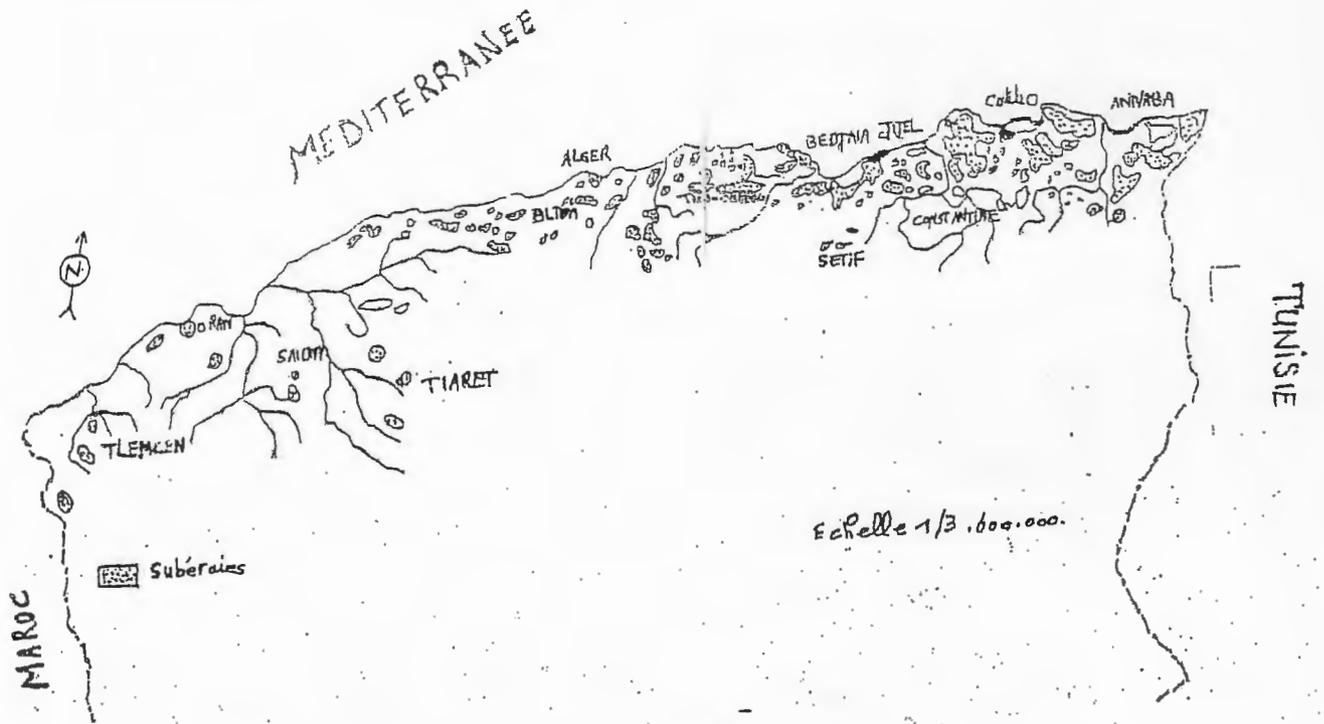


Fig. N°04 : Aire de répartition du chêne liège en Algérie

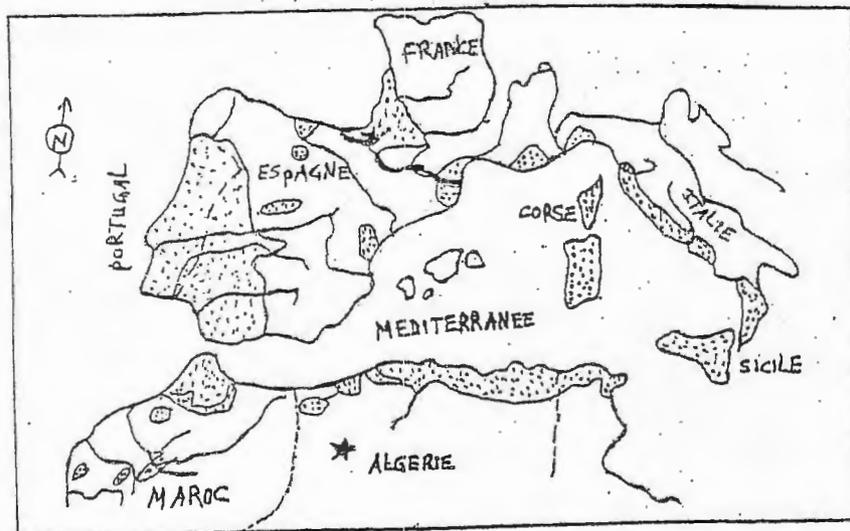


Fig. N°05 : Aire de répartition du chêne liège en monde

I-5-La régénération du chêne-liège :

I-5-1-régénération par voie végétative :

I-5-1-1-la régénération par voie végétative naturelle :

Les souches peuvent rejeter et donner des rejets vigoureux jusqu'à un âge assez avancé 75 à 80 ans selon les conditions écologiques.

Cette faculté est utilisée pour régénérer certains peuplements que le taillis soit ou non le mode de traitement retenu. De même après incendie, les branches protégées par leur manchon de liège, développent des bourgeons préventifs et l'arbre se recrée ainsi un feuillage, alors que les autres essences feuillues doivent rejeter de souche, leur tronc n'ayant pu résister au Feu.

Le chêne-liège drageonnerait sur des racines superficielles ayant subi un traumatisme (RICHARD ,1987).

I-5-1-2- la régénération par voie végétative artificielle :

Selon NATIVIDADE,(1956) il peut être marcotte par divers procédés et même greffé sur d'autres chênes.

Les techniques évoquées sont assez anciennes, mais il pourrait bénéficier des progrès récents réalisés dans le domaine de la multiplication végétative.

I-5-2-La régénération par voie sexuée :

I-5-2-1-La régénération par voie sexuée semis nature :

La fructification est irrégulière d'une année à l'autre, les glands sont consommés par les animaux ou parasités par la larve du *Balaninus*, si bien que le taux de germination est faible, de plus les jeunes semis doivent résister à la dent du bétail à la concurrence du maquis et à la sécheresse des premiers étés (RICHARD, 1987).

La régénération par semis naturels est considérée comme facile au Portugal plus délicate en Afrique du nord (BOUDY, 1952).

I-5-2-2-Semis artificiel :

Les glandes de chêne-liège possède suffisamment de réserves pour faire face aux aléas climatiques, Malheureusement, cet avantage va à son encontre puisque il constitue une proie d'excellence à certains prédateurs talque le sanglier et les rongeurs.

Les expériences menées en pépinière ont montré que la prédation représente 63.58% de l'échec global.

Les précautions prises lors du semis direct à savoir le semis à différentes profondeurs n'ont absolument rien donné, d'où la nécessité d'une protection Physique à base d'un grillage à faibles mailles (BELABBAS, 1996).

I-5-2-3-Plantation :

Méthode peu pratiquée en France, sinon ça et la localement avec des résultats plus ou moins encourageant. L'absence de pivot chez les plants peut compromettre leur survie ultérieure, de même que la concurrence herbacée qu'il faut longtemps combattre. En fin leur port buissonnant après quelques années de croissance oblige parfois les recéper (RICHARD, 1987).

I-6-Les ennemies de chênes –liège

I-6-1-Les champignons :

Parmi les plus fréquents on peut citer :

****Hypoxylon mediterraneum* : (charbon de la mère)**

Il est responsable d'importants dégâts dans les subéraies son attaque provoque d'abord la désorganisation du liber de l'arbre atteint avec émission de suintements noirâtres, Puis ensuite son remplacement par un stroma de couleur noire qui se développe jusqu'aux plus fines ramifications, et oblige le liège à se fendre en se détachant du tronc, ce champignon attaquent les arbres affaiblis. La lutte ne peut être que préventive et résider dans le maintien du meilleur état sanitaire possible des peuplements par extraction des sujets dépérissants, vieux et malades.

****Microspora quercina* :(oïdium des chênes)**

Il attaque les feuilles, et n'est dangereux que pour les jeunes arbres et les rejets. De nombreux autres champignons sont susceptibles d'altérer le bois à la faveur de plaies (déliégeage, élagage) ou ne sont que de simples saprophytes.

I-6-2-Les insectes :

Permis les plus répandus on peut rencontrer :

****Lymentria dispar* L :(bombyx disparate)**

Cet insecte en dévorant les feuilles affaiblit considérablement les sujets atteints, ses attaques peuvent intéresser d'importants territoires et en se répétant d'une année à l'autre, compromettre gravement la production de liège ainsi que la vitalité des

peuplements à court et moyen terme, par affaiblissement physiologique prédisposant à des attaques ultérieures de parasites (NATIVIDADE, 1956).

****Tortrix viridana* L. : (Tordeuse Verte)**

S'attaque aux bourgeons et aux feuilles tout en causant moins de dégâts que le précédent.

La lutte contre ces deux phytophages peut être chimique ou biologique : utilisation de bacillus thuringiensis (FRAVAL, 1991).

****coroebus undatus* : (Fabre-ver du liège)**

La larve de ce coléoptère vit durant deux années environ dans le liber de l'arbre où elle se déplace en creusant des galeries puis se nymphose à l'intérieur du liège.

Si les larves sont nombreuses, leur galeries rendent plus difficile le déliègeage en contrariant le décollement de la planche, tout en dépréciant sa qualité (RICHARD, 1987).

****Crematogaster scutellaris* olive : (Fourmi à tête rouge)**

Elle vit aux dépens de colonies de pucerons installées sur les raméaux des chênes et creuse pour se loger d'importants réseaux de galeries dans l'épaisseur du liège, le quel s'en trouve totalement déprécié (RICHARD, 1987).

I-6-3-Les incendies :

L'incendie est le principal danger chronique, après le passage du feu, la forêt donne l'impression d'être morte. Les arbres de moins de quatre mètres de hauteur sont desséchés. Toutes les écorces de liège mâle ou femelle sont flambées et celles qui devront être levées sont dépréciées et les dommages après l'incendie sont très difficiles à estimer (BOUDY, 1952).

I-7-Les problèmes de la subéraie Algérienne et son état actuel :

Les subéraies Algériennes sont d'une façon générale dans un état de dégradation assez avancé. Les causes de cette dégradation sont multiples :

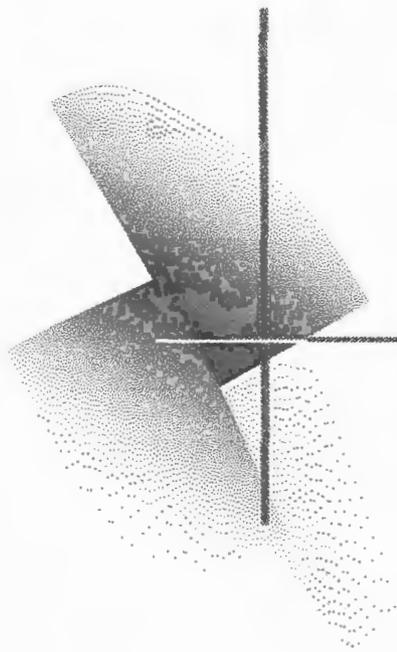
- selon (NATIVIDADE, 1956) la subéraie Algérienne a traversé au cours des siècles de graves vicissitudes.
- La dégradation s'est accélérée particulièrement de puis la période coloniale Française à cause d'une surexploitation.

- Pendant la guerre de libération nationale, les forêts de chêne-liège n'ont pas été épargnées par les bombardements plus de 30% de ces forêts ont été incendiées pendant cette période.

Après l'indépendance, la situation ne s'est pas autant améliorée et plusieurs massifs ont été ravagés par les incendies (ANONYME ,1971).

Notamment la plus parts des subéraies sont attaquées par le surpâturage et l'élevage.

Chapitre II



Généralité sur

le liége

I- Définition du liège :

Le liège est un parenchyme subéreux engendré par le méristème suberophellodermique du chêne-liège, constituant le revêtement de son tronc et de ses branches (EVORA ET MERIDA, 2005).

II- Structure du liège :

Lorsque l'on examine la coupe transversale d'un tronc de chêne lège, on distingue trois zones concentriques : le bois, le liber, le liège. (Fig. N°06)

Entre le bois et le liber se trouve une assise génératrice interne appelée : cambium, à l'extérieur du liber et à l'intérieur du bois une autre assise génératrice dite phellogène, fonctionne entre le liber et le liège et donne naissance au lège proprement dit. Le liber est très chargé en tanin, ce qui lui fait donner le nom de l'écorce à tanin, que les liégeurs appellent aussi « mère », en raison de son rôle dans la formation du liège de reproduction tissu rose, rugueux, dur, renfermant des cellules pierreuses, c'est la partie la plus vivante de l'arbre et il assure la circulation de la sève élaborée venant des feuilles. L'écorce proprement dite ou liège est au contraire souple et élastique. A l'inverse du liber, c'est un tissu mort jouant vis à vis le rôle de revêtement protecteur par excellence.

Dans le liège, on peut distinguer deux éléments :

- le liège proprement dit ou suber et les lenticelles.
 - le liège (suber) est constitué par des cellules à paroi minces pleine de gaz, imprégnée d'une substance dite subérine et régulièrement disposée en files, ces files sont étroitement soudées entre elles sans laisser aucun vide (EVORA ET MERIDA, 2005).
 - Les lenticelles, ce sont des canaux aux pores traversant la masse du suber dans toute son épaisseur. Ces canaux mettent le tronc en contact avec le milieu extérieur et par conséquent corrigent l'isolement trop complet que le suber impose à la plante (BOUDY, 1950).

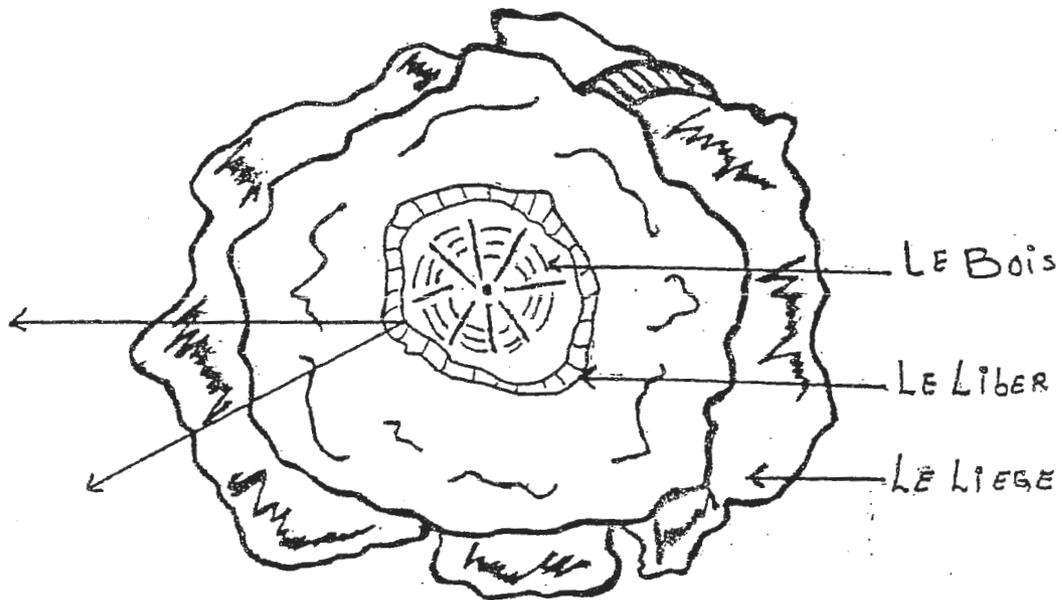


Fig. N°06 : Schéma d'une coupe transversale d'un tronc de chêne liège.

III- Formation du liège :

Sur un jeune sujet, ce n'est que lorsqu'il atteint l'âge de 3 ans que l'écorce prend l'apparence extérieure du véritable liège et se crevasse, ce premier liège est dit mâle (BOUDY, 1950).

Après le démasclage, un nouveau liège se formera, c'est le liège de production ou le liège femelle de qualité améliorée en matière de légèreté, la souplesse, élasticité, imperméabilité..., mais de même structure de celle du liège male (BOUDY, 1950).

III-1-Le liège mâle :

Le liège male c'est l'écorce subéreuse que l'arbre produit naturellement lors de sa croissance, cette écorce s'accroît avec l'arbre et se crevasse fortement au fur et à mesure que l'arbre vieillit, mais n'arrive jamais à se détacher spontanément ce qui lui permet d'atteindre une assez importante épaisseur grâce à l'activité continue du phellogène initial (EVORA ET MERIDA, 2005) (fig.N°07)

III-2-Le liège femelle :

Lorsque on dépouille le chêne-liège de son écorce primitive en prenant soin de ne pas endommager le liber, il se forme sur la surface découverte une couche nouvelle de liège qu'on appelle « liège de reproduction ». L'étude de la mère après démasclage montre qu'une grande partie des substances de réserves et des tanins existants dans les couches les plus proches de la surface nue émigre vers le voisinage immédiat du liber, c'est dans cette zone que 25 à 35 jours après démasclage a lieu la différenciation de la nouvelle assise génératrice du liège (NATIVIDADE, 1956). Et grâce aux cellules subero-phellocodermique à acquérir de nouvelles propriétés meristematique. (Fig. N°08)

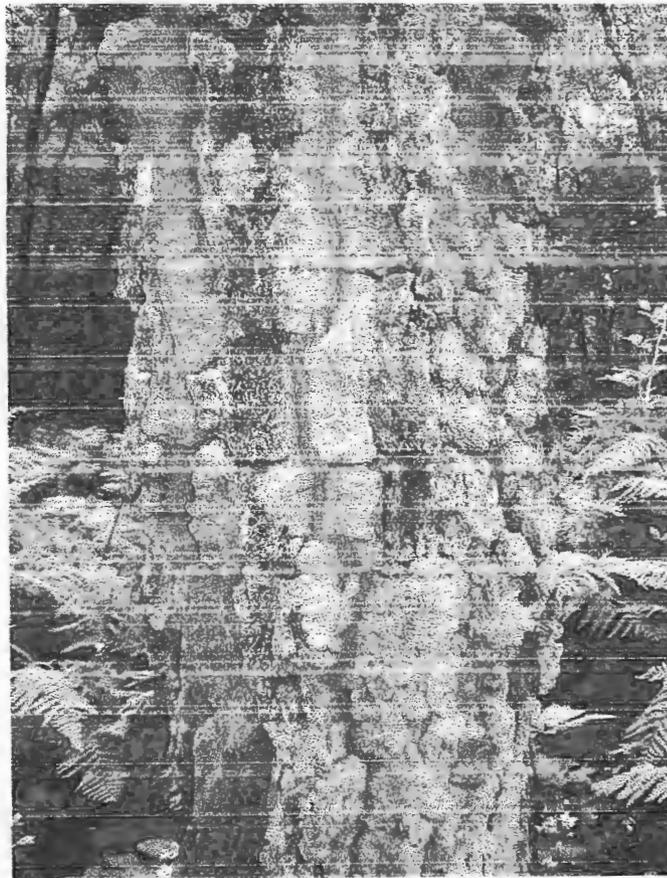


Fig. N° 07 : liège mâle

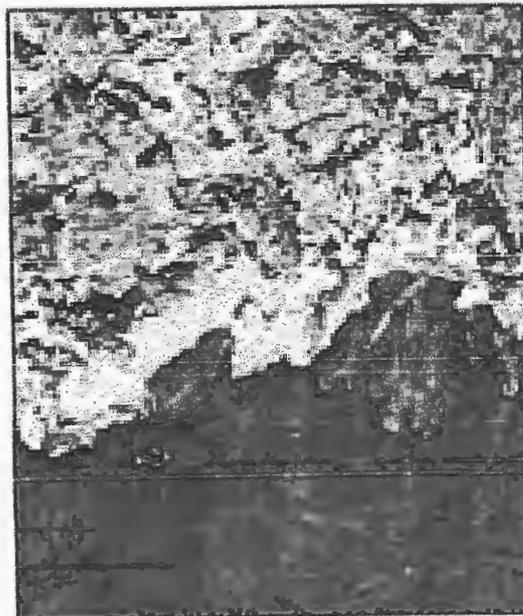


Fig. N° 08 : liège femelle

IV- Composition chimique du liège :

Les premières études concernant la composition chimique du liège remontent à Brugnatelli (1787), qui a obtenu après avoir traité cette substance par l'acide azotique, un produit qu'il appela acide subérique. Plusieurs années plus tard de nombreuses études chimiques sur le liège ont été réalisées.

D'art KLABER (1920) attribue au liège la composition suivante

Tableau N° 02 : composition chimique du liège.

Composants	Pourcentage 1%
Subérine	58%
Cellulose	22%
Lignine	12%
Eau	05%
Cerine	02%
Vanilline acide	01%
Phénolique. Tannique	

(DARTKBER, 1920)

Plus récemment, on a attribue aux tissus subéreux du chêne-liège la composition suivants :

- ✓ Acides gras et résines 45%
- ✓ Substances ligneuses 27%
- ✓ Acides solubles dans l'eau 02%
- ✓ Tannins, matières colorantes et sels minéraux 07%

GULLEMONANT (1942), à qui l'on doit des contributions récentes et principalement de deux groupes de substances :

-1^{er} Groupe : Produits extractibles par l'action des dissolvants, ils représentent au total environ 19%, ce sont les céroïdes et les tannins.

-2^{em}e Groupe : En traitant par un alcali du liège déjà débarrassé des céroïdes et des tannins, on obtient :

a) Des acides solubles dans l'eau constituant 21% du liège.

b) Des acides gras insolubles dans l'eau représentant 32% du liège.

c) Un résidu insoluble dans l'eau et dans les dissolvant organiques représentant 27% du liège.

Actuellement selon le Groupe (AMORIM, 2000) la composition chimique du liège est :

- Subérine (45%) : Principal composant des parois cellulaires du liège, responsable de son élasticité et de son imperméabilité aux liquides.
- Lignine (27%) : Elément contribuant à la liaison entre les divers composants.
- Polysaccharide (12%) : composant des parois cellulaires contribuant à la définition de la texture du liège.
- Tannins (6%) : Composés qui déterminent la couleur.
- Ceroides (5%) : Composés hydrophobes assurant l'imperméabilité.
- Divers (5%) : Minéraux, eau, Glycérine et autres.

V- Propriétés physiques du liège :

La structure du tissu subéreux ainsi, que la nature des membranes cellulaires, expliquent les nombreuses et précieuses propriétés physiques du liège.

Le liège contient une grande quantité d'air 89.7%.

La présence de subérine et des cervidés ; restitue aux cellules leur imperméabilité aux gaz et aux liquides, de même que la flexibilité des membranes confèrent aux tissus subéreux d'autre qualité remarquables comme la compressibilité et l'élasticité qui ont permis son emploi dans l'industrie.

La haute aptitude isolante de ce matériau du point de vue acoustique, thermique et vibratoire.

Le liège possède d'autres propriétés de la plus grande importance : il est léger compact, sa densité varie de 0.12a 0.20 selon certaines hauteurs (LAMEY ,1893) in (MOUZAOUI ,1995).

Le liège peut être considère comme imputrescibles et inaltérable à l'humidité et possède encore, un haut coefficient de frottement et une grande résistance à l'usure jusqu' a non jour.

VI- Qualité et défauts du liège :**VI-1- Qualité du liège :**

Selon (DEBIERR, 1922) in (MOUZAOUÏ, 1995), le liège croit en qualité jusqu'à la troisième ou quatrième récolte. Au delà, le liège gagne à nouveau en croûte et devient moins élastique.

Un bon liège est reconnu par la faible présence de fines à lenticelles : il est léger imperméable, souple et élastique la densité est l'une des caractéristiques, les plus importantes, elle est en moyenne de 0.19 cependant, un excès de densité est une cause de dépréciation.

L'imperméabilité du liège est conférée par sa structure chimique (subérine et cire) et sa structure physique (cellules fermées et absence de capillarité)

La grande élasticité du liège est due à la résistance de ses parois cellulaires et l'air renfermé (BOUDY, 1952).

VI-2- Défauts du liège :

Selon (BOUDY, 1952), les défauts du liège à éviter sont :

- ❖ Excès de porosité : quand les lenticelles sont grosses et très nombreuses, elles déprécient le liège Qui est dit poreux.
- ❖ Excès de croûte : une croûte épaisse impose un travail supplémentaire dans le raclage, liège est alors dit croûteux.
- ❖ Excès de crevasses : Les crevasses sont d'autant plus développées que l'arbre est plus petit et que les accroissements du liège et du bois sont plus forts (NATIVIDADE, 1956).
- ❖ Soufflures : ce sont des déchirures internes sous la double action de la tension des couches subéreuses et du retrait de imposer au liège pas de la dessiccation.
- ❖ Liège ligneux ou boisé : contenant trop de sclérenchyme sur arbres trop vieux ou levée tardive.
- ❖ Liège terreux : causé par un trouble dans le fonctionnement du phellogène qui abouti au remplacement d'une partie du suber par le tissu pulvérulent des lenticelles qui forme alors des plaques continues.
- ❖ Liège cloutré : provient de l'inclusion d'éléments libériens dans la masse du liège.
- ❖ Liège doublé : l'assise génératrice externe cesse de ponctionner et une autre se forme plus à l'extérieur, il y a alors deux plaques concentriques mal soudées.

- ❖ Liège vert : liège olivâtre, translucide, aqueux, qui en séchant se rétracte anormalement. c'est souvent un liège non mûr.
- ❖ Liège parasité par les insectes : en creusant de nombreuses et profondes galeries, les insectes déprécient la qualité du liège.

VII- Démasclage et récolte du liège :

Selon (DEBIERRE, 1922) in (MOUZAOUI, 1995), démascler ou mettre en valeur un chêne – liège, c'est en détacher le liège mâle pour provoquer la formation, en son lieu et place, de liège de reproduction l'enlèvement du liège de reproduction constitue l'opération de récolte. (Fig. N°09)

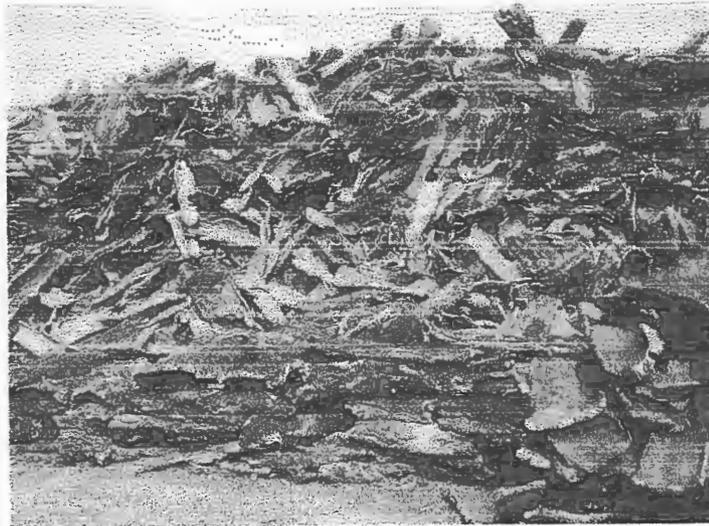


Fig. N° 09 : la récolte du liège

Pour démascler un chêne-liège, on commence par faire sur le tronc, à la hauteur voulue, une entaille circulaire dans l'écorce en prenant soin de ne pas pénétrer au de la couche subéreuse ; une entaille circulaire semblable doit se faire également au pied de l'arbre.

On fend ensuite l'écorce de haut en bas dans le sens de la longueur, puis on détache le liège de la mère. Le démasclage est une opération simple mais qui demande beaucoup de soins.

Selon (BOUDY ,1952) et (NATIVIDADE ,1956), le démasclage comme la récolte du liège ne peut être pratiqué dans de bonnes conditions qu'à l'époque du minimum d'adhérence entre les deux couches corticales (le liège et liber), c'est-à-dire lorsque la sève est en pleine activité

En Algérie, et selon (BOUDY, 1952), le premier démasclage s'effectue sur des sujets ayant au moins 70cm de tour sur écorce à 1.30m correspondant généralement à l'âge de 20 à 30 ans. Toujours selon le même auteur, l'intervalle séparant les passages en récolte ou en démasclage (rotation) est de 9 à 12 ans et la hauteur de démasclage augmente à chaque nouvelle récolte.

VII-1- Hausse de démasclage :

On peut proportionner la hauteur de démasclage à la circonférence mesurée sur l'écorce, suivant un coefficient de démasclage variant de 1.5 à 2.5.

Il ne faut pas cependant descendre au dessous d'un mètre de hauteur pour avoir une production rémunératrice (BOUDY, 1952).

$$H=C \times K$$

H : hausse de démasclage.

C : circonférence à 1.30m.

K : coefficient de démasclage.

$$K = \begin{cases} 1.5 & \text{Pour les arbres médiocres.} \\ 2.5 & \text{Pour les arbres vigoureux.} \end{cases}$$

VIII-Classification du liège :

VIII-1-Selon l'état :

La classification adoptée par L'I.S.O est la suivante :

✓ Le liège brut : liège qui n'a été soumis à aucun traitement après levée, il peut être un liège mâle ou vierge, liège de reproduction ou femelle, liège de ramassage ou bien liège gisant.

✓ Le liège préparé : liège de reproduction ayant subi les opérations de bouillage aplanissage et éventuellement visage.

✓ Le liège ouvré : liège brut préparé ayant subi une ou plusieurs opérations primaires comme la taille, la granulation ou l'agglomération. c'est dans cette catégorie qu'on rencontre les agglomères pur (obtenu sans addition de liants étrangers au liège) et agglomère composé (obtenu avec l'addition de liants étrangers au liège).

VIII-2-Selon l'épaisseur :

Solon (BOUDY, 1952), on distingue 8 catégories, le tableau N°=03 montre cette classification.

Tableau n° 03 : classification du liège selon l'épaisseur

Catégorie de qualité	Epaisseur mm	symbole
Flotte (extra - mince)	13 à 18	F
Mince	18 à 22	M
Bâtard	22 à 27	B
Juste	27 à 32	J
Régulier	23 à 40	R
Demi- épais (limonade)	40 à 45	L
Epais	45 à 50	E
Sur – épais	50 et plus	S

Source (MOUZAOU, 1995).

VIII-3-Selon les domaines d'utilisation :

On distingue 03 catégories :

- Le liège de bonne qualité : (liège femelle) est utilisé essentiellement en bouchonnerie.
- Le liège mince et bâtardise : servent aux bouchons de pharmacie, les joints automobiles, joints industriels et joints mécaniques.
- Le liège de trituration : sont employés comme des granulés dont les propriétés techniques sont remarquables : isolant, faible poids..., donc ils sont utilisés pour isolation thermique et phonique. (BOUDY, 1952) .

IX-Industries du liège :

L'exploitation du liège a depuis longtemps fait l'objet de plusieurs usages. En effet sa découverte amené les anciennes civilisations et ce jus' à la fin du 18^{ème} siècle à usé de son emploi pour faire des riches, soit pour la construction des maisons, bateau. Par conséquent les services de ce précieux produit ne se sont pas limités à la consommation

domestique, et ce grâce à ses propriétés physiques qui ont permis de découvrir de nouvelles applications dans l'industrie et ce jusqu'à nos jours.

IX-1-Situation de l'industrie du liège :

-Dans le monde :

L'industrie du liège se situe dans le bassin méditerranéen spécialement dans les pays suivant :

Portugal, Espagne, Algérie, Maroc, France ; Tunisie, Italie, la figure N°14 illustre la production moyenne annuelle et la surface occupée par le chêne-liège dans ces pays. (ANAONYMA, 1982), in (BOULFOUS, 2001).

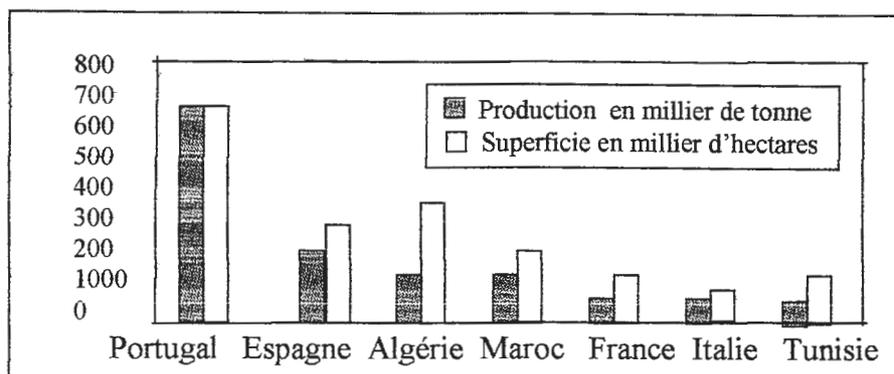


Fig. N° 10: production moyenne annuelles et surface occupée par le chêne-liège Dans les principaux pays producteurs (ZERAIA, 1982).

D'après la figure 10 on conclut que le grand producteur de liège dans le monde est le Portugal grâce à la grande superficie occupée par le chêne-liège et aussi le climat atlantique favorable à la production du liège.

-En Algérie :

Les principales subéraies Algériennes sont situées essentiellement en zones sub-humide et humide au Nord est entre l'Algérie et la frontière tunisienne.

L'Algérie est un grand pays producteur de liège dans le monde, cette richesse en liège oblige la création des unités spécialisées dans la transformation de celui-ci. On trouve jusqu'à présent 07 unités industrielles constituant l'entreprise nationale de liège (E.N.L), le tableau N°04 montre les différentes unités de transformation du liège sur le territoire nationale (MOUZAOU, 1995) in (BOULFOUS, 2001).

Tableau N°04 : Les différentes unités de transformation du liège sur le territoire nationale (E.N.L)

symbole	Les unités de production	spécialité
520	Unité de liège .OUED-ELMRSSA- BEJAIA-AOKAS.	-Fabrication du liège aggloméré blanc. - Fabrication du liège caoutchouc. - Fabrication du liège P.C.V.
513	Unité de liège- BEJAIA	-production d'agglomère expansé moire.
514	Unité de JIJAL	-production des bouchons. - production des joins. - production des bouchons métalliques expansés.
519	Unité D'Alger	- Fabrication et vente des produits caoutchoucs par deux types : carré-expansés.
521	Unité de JIJEL	-Fabrication du liège aggloméré expansé noir pur. - production des bandes d'étanchéités.
510	Unité de Collo	- Fabrication du liège aggloméré blanc, bouchons
	Unité de ANNABA	- production des Plates expansés noir. -carrés expansés.

Source (E.N.L. 521)

IX-1- Fabrication des bouchons :

Le principal emploi des lièges, notamment le liège de reproduction, consiste en la fabrication des bouchons de toutes nature et dont la consommation annuelle atteint un chiffre appréciable (FLACH, 1937) in (BOUKEBOUS, 1990). (Fig. N°11)

IX-3- Industrie du liège aggloméré :

L'industrie du liège aggloméré comprend deux secteurs bien distincts dont la fabrication répond à des utilisations complètement différentes :

- Celle du liège aggloméré d'isolation, d'une part. (fig. N°12)
- Celle du liège aggloméré souple dit « **aggloméré blanc** » d'autre part.

La matière première dans les deux cas, est le granulé de liège obtenu par un broyage de liège de trituration plus souvent composé d'un mélange de liège vierge, liège de ramassage, liège de rebut impropre à la fabrication des bouchons, des liège minces...etc. (ANONYME, 2005).

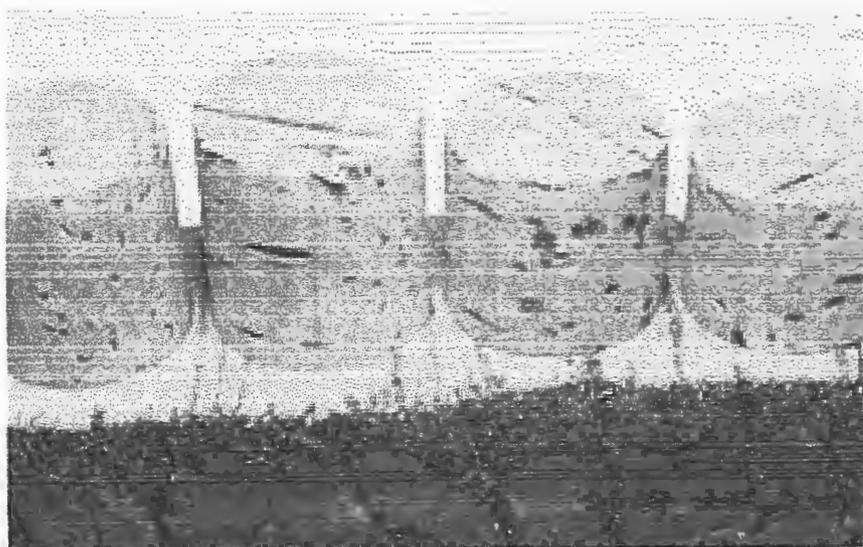


Fig. N° 11 : la fabrication des bouchons

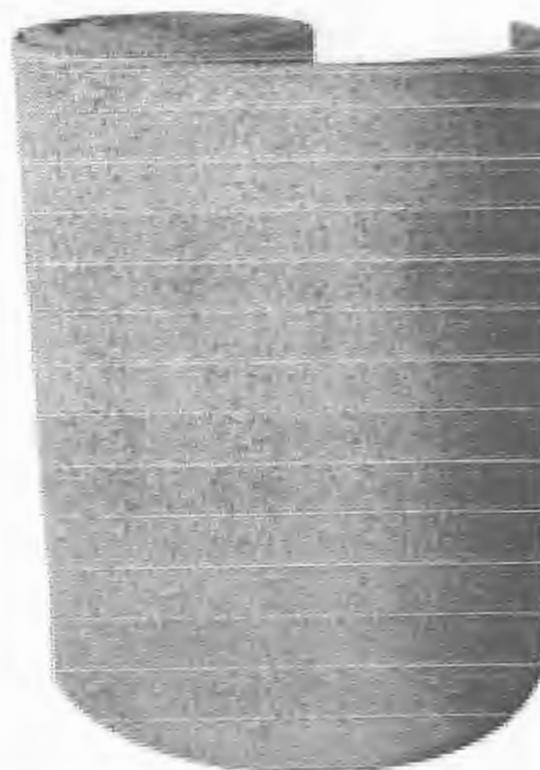
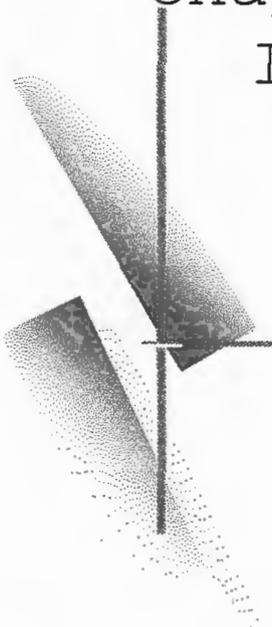


Fig. N° 12 : l'utilisation du liège aggloméré dans l'isolation

Chapitre
III



**Etude des
propriétés
mécaniques et
physiques du**

I- Présentation de l'unité :

L'unité de fabrication d'aggloméré noir expansé pur et de bandes d'étanchéité s'étend sur une superficie de 4,1 hectares.

Elle comprend une chaîne de fabrication d'aggloméré noir expansé pur. La surface couverte de l'usine totalisé, 9.913 m² répartie ainsi :

- Ateliers de production liège aggloméré expansé pur : 4,645 m²
- Ateliers de production de bandes d'étanchéité : 1,800 m²
- Ateliers de maintenance : 750 m²
- Magasine de stockage MP/MC : 1,130 m²
- Administration et annexes : 1,588 m²

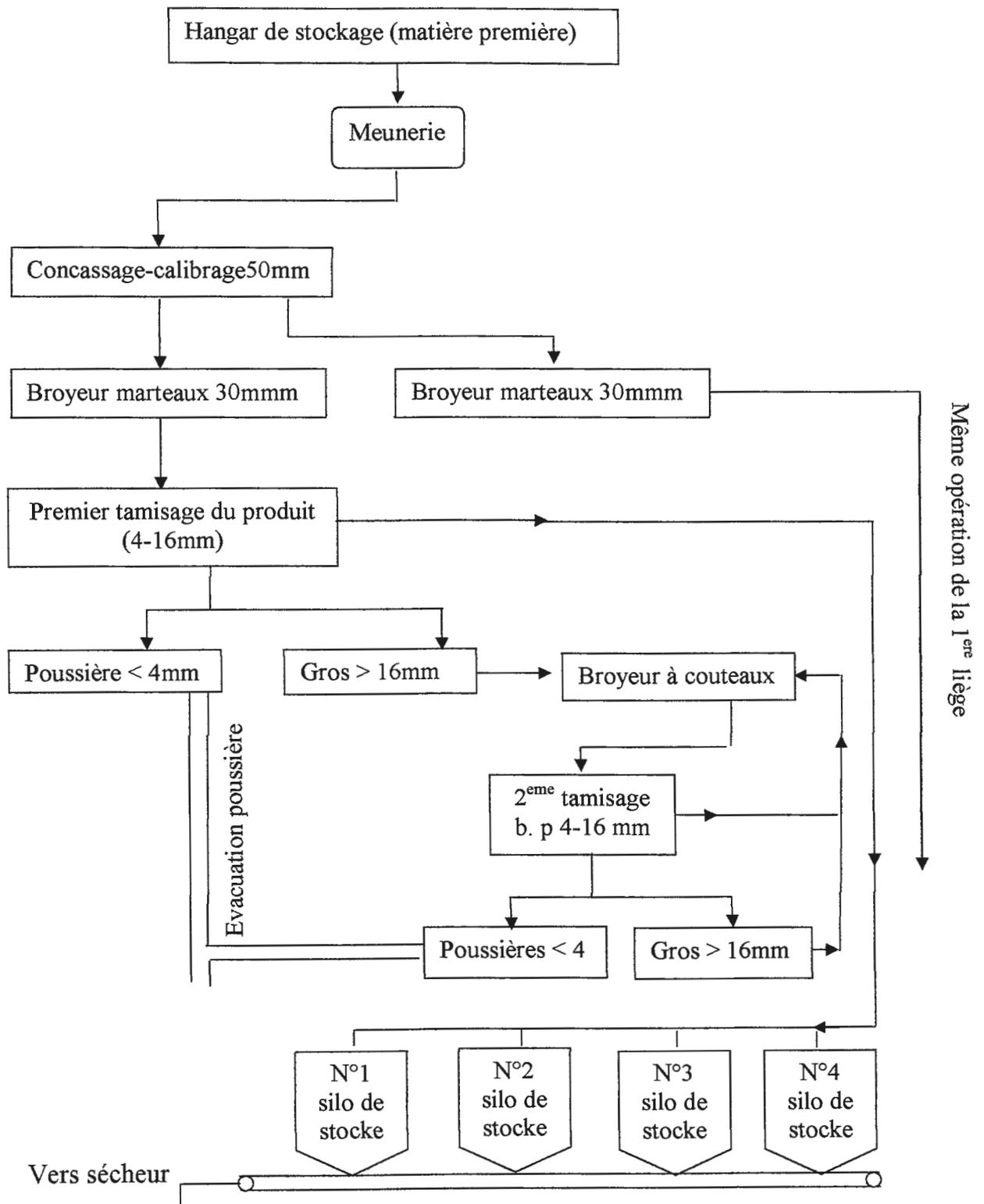
L'usine dispose, d'autre part de 835 m² aménagés et non couverts réservés aux aires de stockage de lièges, d'une capacité de 26,500 Qx.

La mise en exploitation de l'usine de fabrication d'aggloméré noir expansé pur remonté à avril 1987 d'une capacité de 27000 m³, tandis que celle de la chaîne de fabrication de bandes d'étanchéité dont les équipements sont plus récents, remonte à septembre 1988

I-1- La production :**I-1-1-procédé de fabrication d'aggloméré noir expansé pur :**

Le procédé de fabrication utilisé est le système « STEAMBAKED » qui consiste à effectuer une cuisson et expansion du granulé de liège à l'aide de la vapeur sur chauffée à une pression comprise entre 0,8 et 1,2 bars et une température de ; 380-400 °C (fig.N°13)

Chaîne de fabrication :



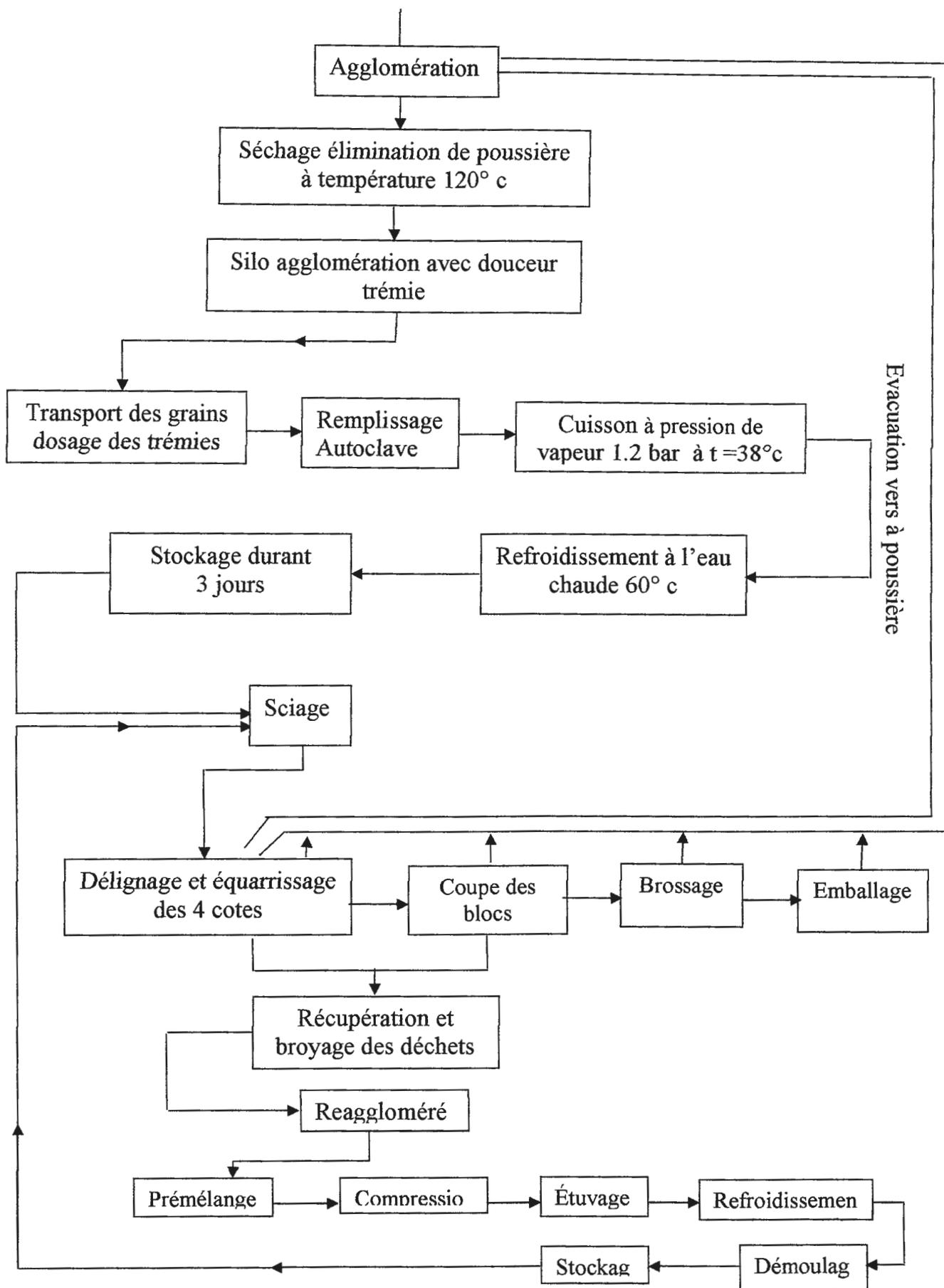


Fig. N° 13 : Procède technique de « STEAM-BAKED » du liège aggloméré expansé pur.

a) La meunerie ou trituration :

C'est la transformation par broyage et tamisage de la matière première, représentée le liège de ramassage, liège rebut et la bande perforé ; en granulée de différents calibre (4/16,4/18). (Fig. N°14)

Dés l'arrivée de la matière première à l'enceinte de l'usine, on la pèse et on calcul son taux d'humidité qui doit être 12% au niveau du hangar de stockage, elle est ensuite acheminée ver l'atelier meunerie.

A l'intérieur de l'atelier, la matière première passe par plusieurs opérations après un mélange de celle-ci :

*concassage et broyage : pour avoir un produit plus petit de calibre inferieur à 50mm, ce broyage est effectué à laide d'un broyeur à couteaux, ensuite ce produit passe broyer en grains de dimension 20mm maximum.

* Tamisage : c'est la dernière phase de la meunière. A l'aide d'un système de ventilation, les granulés de liège transportés vers un premier tamiseur pour la séparation de 3 catégories :

-Bon produit : d'un calibre copris entre 4 et 20 mm, passe directement vers les 4 silos de stockage.

-Les poussières des calibres : inferieurs à 4mm, ils sont élimines par un aspirateur.

-Les gros de calibre : 20mm minimum. Ils sont rebroyès dans les broyeurs a couteaux.

B) Séchage :

C'est la formation des plaques d'aggloméré noir surtout pour une cuisson très rapide et efficace et aussi pour la distillation des résines qui activent l'agglomération, dans cette opération le taux d'humidité des grains est diminué jusqu'au 4%.

c) L'agglomération :

C'est la transformation par cuisson et expansion des granules du liège en blocs d'aggloméré de $0,17 \text{ m}^3$ à l'aide de vapeur surchauffée à une pression comprise entre 1,2 et 1,6 bars une température de 380° à 400°C (fig. N°15).

Cette opération s'effectuée dans dix(10) autoclaves cuisseurs, pendant une durée moyenne de 10 minutes.



Fig. N° 14 : l'opération du meunerie.



Fig. N° 15 : l'opération de l'agglomération.

Après l'agglomération, Les blocs sont refroidissent à l'eau chaude qui à une température de : 60° à 90°c par la machine à aiguille car leur refroidissement naturel est très long, pour évité le risque de combustion interne .En suite les blocs seront conduit directement vers l'hangar de stockage pour assurer leur protection.

d) La finition :

C'est la transformation par délignage, équarrissage et sciage des blocs d'agglomère eu plaques métriques.

Cette opération commence par une transportation des blocs d'aggloméré sur un tapis qui avance automatiquement entre deux sciés circulaires pour délignés les petits cotes puis sur les bouts entre deux scies avec cheminement perpendiculaire au premier en suite, les blocs seront découpes en planques par deux sciés alternatives à lames horizontales montées dans un cadre rigide. (Fig. N°16) A l'aide des brosses, un dépoussiérage s'effectue plaque par plaque, les parties supérieures et inférieurs des blocs seront déversés dans des broyeurs, qui les réduit en petit morceaux avant leur transport vers le broyeur à couteaux. (Fig. N°17)

I-2- La matière première :

La matière première utilisée pour cette fabrication sera un mélange de liège mâle rebut et ramassage

Les mélanges pouvant convenir à la fabrication des agglomérés sont par ordre de préférence :

Matière Première	Pourcentage de mélange (%)				
	-liège mâle	70%	60%	50%	40%
-liège rebut	15%	20%	30%	40%	50%
-liège de Ramassage	15%	20%	20%	20%	30%
Total	100%	100%	100%	100%	100%
Ordre de préférence	1	2	3	4	5



Fig. N° 16 : l'opération du sciage.



Fig. N° 17 : la finition.

I-3-Normes de consommation :**I-I-3- Rendement matière :**

-**Meunier** : Le rendement matière doit être comprise entre 70 à 73% maximum .Il dépend de la qualité de la matière première utilisée telque :

- liège rebut : 70 à 80 %
- liège mâle : 75 à 85%
- liège de ramassage : 40 à 60%
- La bande perfore : 80 à 90%

Et aussi de l'état des équipements de broyage et de tamisage.

- **Sciage** : Le rendement matière idéal au niveau de cette section est de 86% .Il dépend de la régularité de la hauteur des blocs (compression au niveau d'autoclaves) de la qualité des granulés, du respect des paramètres de fabrication à l'agglomération (température = 400°C, pression comprise entre 0,8 et 1,23 bars), du bon fonctionnement de la machine à refroidir de l'épaisseur des lames de scie.

I-3-2- Consommation de liège par mètre cube d'aggloméré noir expansé pur :

La consommation de liège est fonction de la granulométrie des granulés utilisés au niveau de l'agglomération, une bonne granulométrie au niveau de la meunerie dépend de plusieurs paramètres :

- ❖ Bon état des marteaux et couteaux des broyeurs
- ❖ Bon état des tables de tamisage
- ❖ Séchage de la matière première au niveau du hangar de pré-stockage.
- ❖ Qualité de la matière utilisée

Une bonne granulométrie des grains correspond à une densité de 124 Kg/m³.

En tenant compte des paramètres de rendement au niveau de la meunerie et du sciage ainsi que d'un taux de compression de 27% au niveau des autoclaves, il serait aisé de déterminer la consommation de liège nécessaire à la fabrication d'un mètre cube d'aggloméré :

$$\frac{124 \text{ Kg} \times 1.27 \times 1.14}{0.72} = 250 \text{ Kg/m}^3$$

Ce calcul de consommation ne tien évidemment pas compte de l'utilisation directe de granulés crus acquis chez d'autres fournisseurs.

La densité de l'aggloméré varie entre 95 Kg/ m³ et 160 Kg/m³ (norme S.O.J.V.R.E) et entre 96Kg/ m³ et 136Kg /m³ (norme A.S.T.M.C.352).

La densité actuelle de l'aggloméré noir expansé pur de Jijel répond aux la norme en Vigueur.

- Poids moyen des graines utilisé pour 0.175 m³ brut : 26 Kg.
 - Poids moyen d'un bloc de 0.175m³ sortir de l'autoclave : 17.5Kg.
 - Poids moyen d'un bloc de 0.175m³ après injection d'eau de refroidissement : 22.5Kg.
 - Poids moyen d'un bloc de 0.175m³ avant sciage pur : 10.85Kg.
- (SIEGE, ENL521).

II- Etude des caractères mécaniques et physiques du liège aggloméré noir expansé pur :

1- Principe :

Le principe de ce travail consiste à déterminer les propriétés mécaniques et physiques d'aggloméré noir à savoir :

- 1-La résistance à la rupture (traction)
- 2- La flexibilité
- 3-La récupération
- 4- La compressibilité
- 5-la masse volumique.

Les tests sont effectués sur des éprouvettes normalisées et les résultats doivent répondre aux normes homologuées par l'organisation internationale de normalisation (ISO) +

2- Méthode de travail :

2-1- Prélèvement des éprouvettes :

2-1-1- Echantillonnage :

Nous effectuons les essais sur 81 éprouvettes d'aggloméré, chaque 3 éprouvettes est prélevée simultanément tous les 3 heures (10^h, 13^h, 16^h) pendant trois jours successifs (.fig. N°18)

2-1-2- Les éprouvettes :

Les prélèvements des éprouvettes est effectuée comme suit :

2-1-2-1- Eprouvettes A prélevées à 10^h00 :

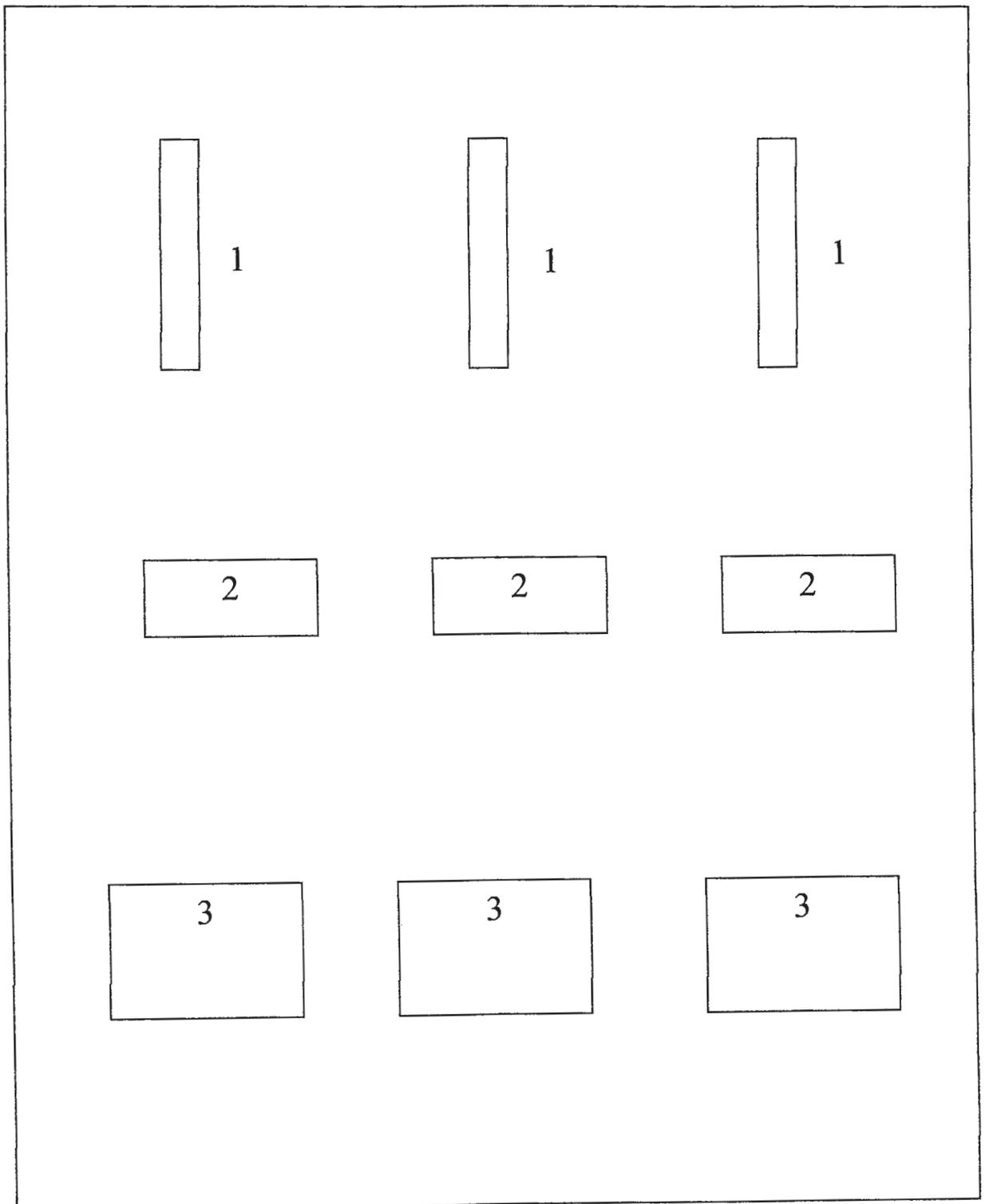
On prélève trois éprouvettes pour chaque test à l'exception des tests de compressibilité et de récupération qui seront effectués sur même éprouvette donc on aura :

- ❖ 3 éprouvettes pour l'essai de la résistance à la rupture.
- ❖ 3 éprouvettes pour l'essai de la flexibilité.
- ❖ 3 éprouvettes pour l'essai de la compressibilité et de récupération.

Les tests de la masse volumique étant effectués sur toutes Les éprouvettes prélevées.

2-1-2-2- Eprouvettes B prélevées à 13^h00 et C prélevées à 16^h00

Les nombre et la méthode de prélèvement des éprouvettes d'essai sont les mêmes que pour les éprouvettes à 10^h00.



1-résistance à la rupture
 2-flexibilité
 3-compressibilité et récupération

-L=15.2cm, l=2.5 cm, E=2cm
 -L= 10cm, l=2cm, E=2cm
 -L=10cm, l=10cm, E=5cm

Fig. N° 18 : Plaque échantillon (3 éprouvettes pour chaque test).

2-2- Etude des propriétés mécaniques :**2-2-1- La résistance à la rupture:****2-2-1-1- Principe de l'essai :**

Le principe de cet essai, consiste à déterminer la contrainte de rupture en traction perpendiculaire aux faces :

$$RR = \frac{CR \times 1.02}{S} \text{ (Kg.F/cm}^2\text{)}$$

Avec :

R R : Résistance à la rupture, exprimée en Kg F/cm².

C R : charge de rupture, exprimée en dan.

S : section de l'éprouvettes, exprimée en cm², 1 dan=1.02 Kg.F.

2-2-1-2- Eprouvettes de l'essai :

$$L = 15.2 \text{ cm}$$

$$l = 2.5 \text{ cm}$$

$$E = 2 \text{ cm}$$

2-2-1-3- Description de la machine :

C'est une machine de traction munie d'une attache inférieure fixe et d'une autre supérieure mobile, et entre ces deux attaches on place l'éprouvette d'essai (fig. N°19)

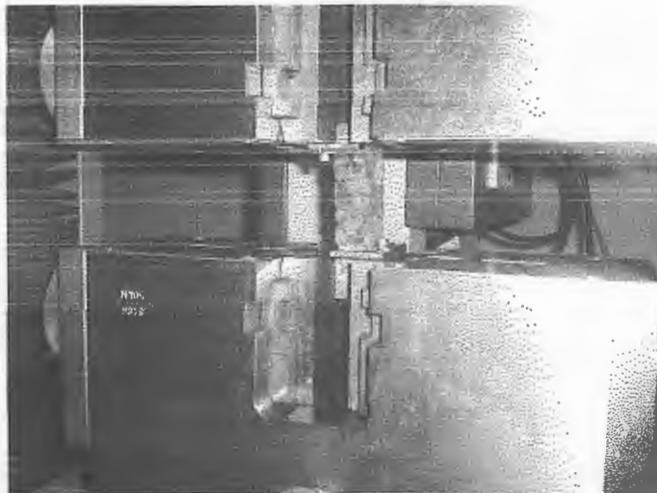


Fig. N°19 : la machine du test de la résistance à la rupture

2-2-1-4-Mode opératoire :

On fixe l'éprouvette entre les deux attaches, bien droite et bien centré, on serre l'attache inférieure ensuite l'attache supérieure, on appuyant sur le Botton monte, le

moteur se met en marche et actionne le mécanisme de traction, on arrête alors le moteur par le bouton arrête et on commande.

2-2-2- La flexibilité :

2-2-2-1- Le principe d'essai :

Consiste à déterminer la contrainte de rupture à la flexion ou bien la résistance de l'éprouvette à se fissurer quand on la plie, les valeurs obtenues représentent le coefficient de flexibilité qui donne une idée générale sur le pouvoir d'agglutination des granulés de liège.

Le facteur de flexibilité est donné par la formule suivante :

$$F = D / E$$

Avec :

F : facteur de flexibilité.

D : Diamètre de fissure cm.

E : Epaisseur de l'éprouvette

2-2-2-2-Eprouvettes d'essai :

L=10cm

P=2 cm

E=2 cm

2-2-2-3-Description de la machine :

L'essai se réalise à l'aide d'un appareil de marque ZWICK comportant deux mâchoires (ou mors), entre lesquels on place l'éprouvette (fig. N°20).

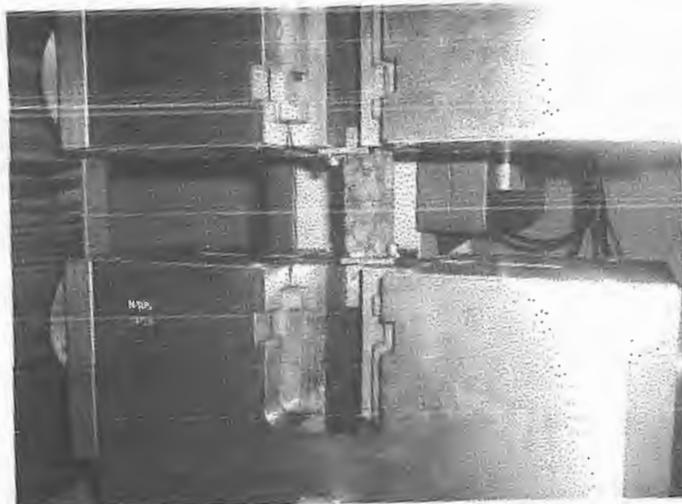


Fig. N°20 : La machine du test de la flexibilité.

2-2-2-4- Mode opératoire :

L'éprouvette est utilisée entre les deux mors de l'appareil, l'effort de traction est exercé parallèlement aux faces la vitesse de déplacement des mâchoires est maintenue constante durant l'essai à une vitesse de 05mm/min

2-3- Etude des propriétés physiques :**2-3-1-La compressibilité :****2-3-1-1-Principe d'essai :**

Consiste à déterminer la faculté des éprouvettes à résister aux déformations causées par une pression due à une charge. Ce test nous permet de déterminer le degré de déformation de l'échantillon qui est donnée par la formule suivante :

$$C = \frac{E_1 - E_2}{E_1} \times 100 \quad \text{Avec :}$$

C : La compressibilité exprimée en (%)

E₁ : L'épaisseur initiale de l'éprouvette, exprimée en cm.

E₂ : L'épaisseur de l'éprouvette après 60 seconds sous charge, exprimée en mm.

2-3-1-2-Eprouvette d'essai :

$$L=10\text{cm}$$

$$L=10\text{cm}$$

$$E=5\text{cm}$$

2-3-1-3-Description de la machine :

C'est une presse à charge statique, munie d'une plaque plane indéformable et comprenant :

- ❖ Un palpeur en Acier cylindrique.
- ❖ Un micromètre gradué permettant la mesure à 0.05 près, fixé à la tête mobile et donnant par lecture direct l'épaisseur du matériel comprimé.
- ❖ Des poids destinés à faire varier la charge appliquée par la tête mobile. (Fig. N° 21)

2-3-1-4- Mode opératoire :

On mesure l'épaisseur initiale de l'éprouvette E₁ par lecteur sur pied coulisse, on actionne la charge (400KN), on attend 60 secondes et on lit sur micromètre l'épaisseur E₂.

2-3- 2-La récupération :**2-3-2-1-Principe d'essai :**

Consiste à déterminer la faculté de récupération qui a un échantillon déformé par une charge après le levée de celle-ci, la récupération est donnée par la formule suivante :

$$R = \frac{E_3 - E_2}{E_1 - E_2} \times 100$$

R : récupération de l'éprouvette en (%).

E1 : épaisseur initial de l'éprouvette exprimée en (cm).

E2 : épaisseur de l'éprouvette après 60 secondes sous charge, exprimée (cm).

E3 : épaisseur de l'éprouvette après 60 secondes après la levée de la charge, exprimée en (cm).

E3 : épaisseur de l'éprouvette après 60 secondes après la levée de la charge, exprimée en (cm).

2-3-2-2-Eprouvette d'essai :

A cause du mode opératoire de ce teste lie à celui du test de compressibilité, les deux essais sont effectués sur les même éprouvettes et la même machine.

2-3-2.3-Mode opératoire :

On à déjà mesuré E₁ et E₂ lors de la réalisation du test de compressibilité pour mesurer E₃ on enlève la charge et on attend 60 secondes puis on lit sur le micromètre l'épaisseur E₃.



Fig. N° 21 : La machine du test de la compressibilité et la récupération

2-3- 3-La Masse volumique :**2-3- 3-1- Principe d'essai :**

La détermination de la masse volumique nous permet d'avoir une idée sur le poids du granulé nécessaire à la fabrication d'une plaque d'aggloméré noir, elle est donnée par la formule suivant :

$$D = \frac{M}{V}$$

Avec :

D : densité de l'éprouvette exprimée en Kg/m₃.

M : masse de l'éprouvette exprimée en Kg.

V : volume de l'éprouvette exprimé en m₃.

2-3-3-2- Eprouvette d'essai :

Toutes les éprouvettes utilisées pour les tests précédents subir le test de la masse volumique.

2-3-3.3-Machine d'essai :

On utiliser une balance de précision. (Fig. N° 22)

2-3-3-4-Mode opératoire :

Les dimensions de l'éprouvettes était déjà connues on procède à la mesure du poids à l'aide d'une balance de précision.

La densité est calculée en divisant la masse de l'éprouvette par son volume



Fig. N° 22 : Balance de précision.

3-Résultats de l'expérimentation :**3.1- Introduction :**

Les essais que nous avons faits consistent à étudier les propriétés mécaniques et physiques du liège agglomère expansé pur, qui sont :

- 1)- La résistance à la rupture.
- 2)- La flexibilité.
- 3)- La compressibilité.
- 4)- La récupération.
- 5)- La masse volumique.

Les résultats sont présentés sous forme des courbes.

3-2- Etude des caractères mécaniques et physiques d'agglomère expansé pur.**3-2-1- Les caractères mécaniques :****3-2-1-1- La résistance à la rupture :****3-2-1-1-1- Résultats :**

Tableau N°06 : Tableau des résultats de la résistance à la rupture d'Aggloméré noir en Kg. F/ m²C

jour \ EP	A ₁	A ₂	A ₃	B ₁	B ₂	B ₃	C ₁	C ₂	C ₃	Moy
1 ^{ère} Jour	0.58	1.26	1.26	0.5	0.94	0.95	0.67	1.19	0.91	1,14
2 ^{ème} Jour	0.5	1.04	1.15	0.26	0.98	0.95	0.80	0.76	0.86	0,81
3 ^{ème} Jour	1.61	0.96	0.78	1.41	1.09	0.85	0.94	0.96	0.84	1,05

3.2.1.1.2- Représentation graphique :

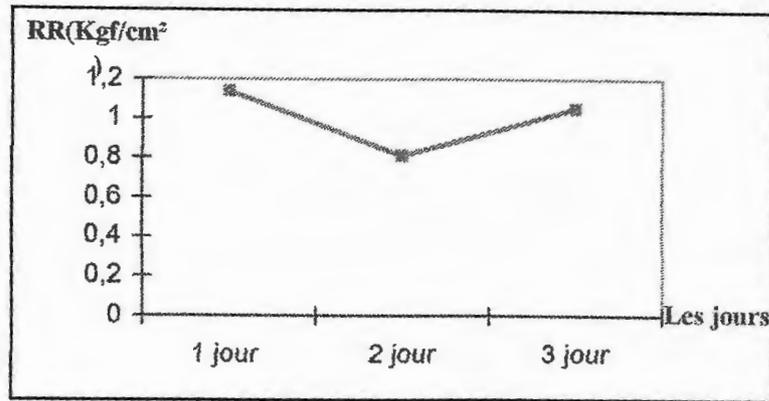


Fig. N°23 : La résistance à la rupture d'Aggloméré noir expansé pur.

3.2.1.2- La flexibilité.

3.2.1.2.1- Résultat.

Tableau N°07 : Tableau des résultats de la flexibilité d'Aggloméré noir expansé pur.

EP jour	A ₁	A ₂	A ₃	B ₁	B ₂	B ₃	C ₁	C ₂	C ₃	Moy
1 ^{ère} Jour	7.00	5.80	4.80	6.00	5.00	6.50	4.80	5.00	4.00	5,43
2 ^{ème} Jour	5.80	6.00	7.00	3.50	5.8	5.75	4.80	4.80	5.75	5,46
3 ^{ème} Jour	4.80	6.00	7.00	5.00	5.80	4.00	5.00	4.80	4.50	5,21

3.2.1.2.2- Représentation graphique :

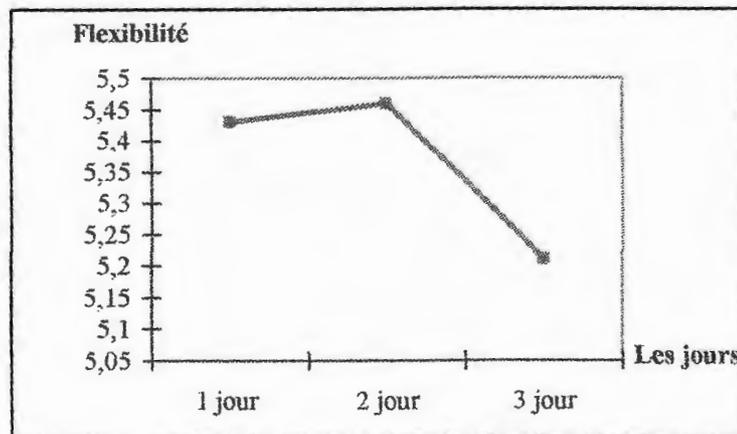


Fig. N°24 : La flexibilité d'aggloméré noir.

3.2.2- Les caractères physiques :

3.2.2.1- La compressibilité.

3.2.2.1.1- Résultat.

Tableau N°08 : Tableau des résultats de la compressibilité des lièges agglomérés noir expansé pur.

EP Jour	A ₁	A ₂	A ₃	B ₁	B ₂	B ₃	C ₁	C ₂	C ₃	Moy
1 ^{ere} Jour	38	42	41	44	46	53	48	56	55	47
2 ^{eme} Jour	52	42	44	22	47	49	40	39	45	42,2
3 ^{eme} Jour	52	37	43	44	47	48	58	37	40	45,1

3.2.2.1.2- Représentation graphique :

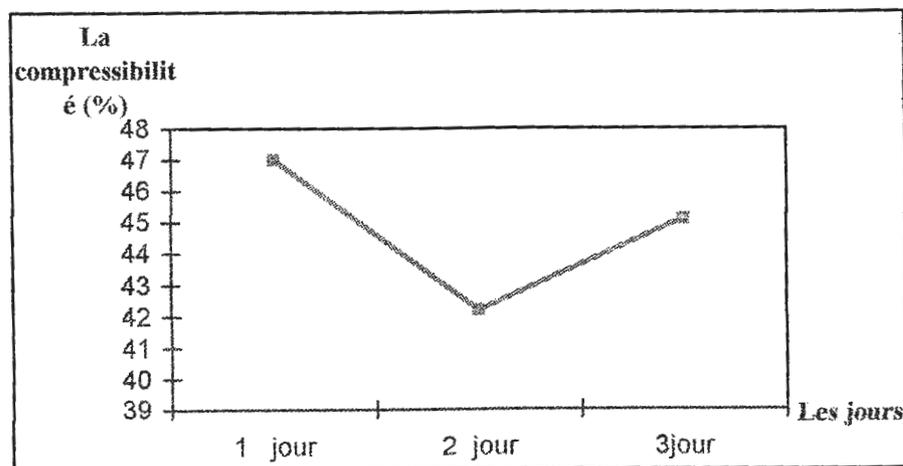


Fig. N°25: La compressibilité du liège aggloméré noir expansé pur.

3.2.2.2- La récupération.

3.2.2.1 - Résultat.

Tableau N°09 : Tableau des résultats de la récupération d'aggloméré noir en % :

EP Jour	A ₁	A ₂	A ₃	B ₁	B ₂	B ₃	C ₁	C ₂	C ₃	total	Moyenne
1 ^{ère} Jour	92	70	69	77	74	71	80	75	78	686	76,22
2 ^{ème} Jour	75	70	71	36	72	79	65	49	53	570	63,33
3 ^{ème} Jour	70	69	65	74	73	76	79	50	55	611	67,88

3.2.2.2.2- Représentation graphique :

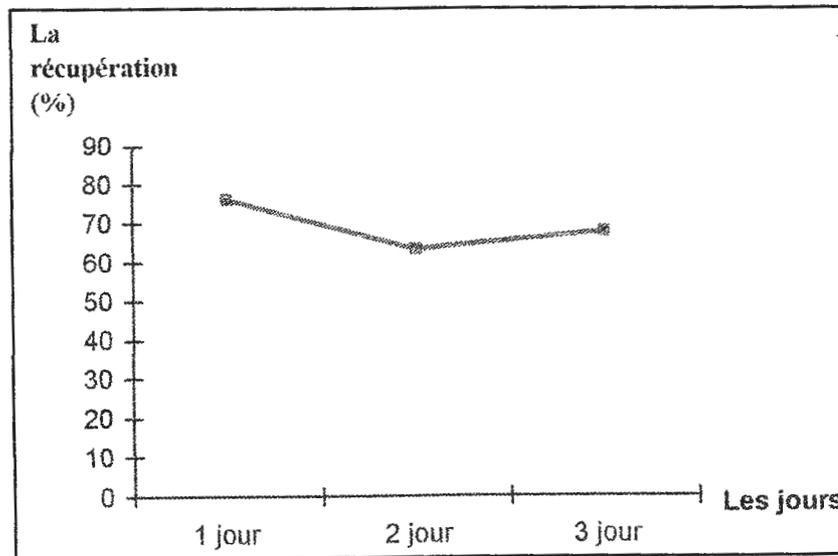


Fig. N° 26 : La récupération des lièges agglomérés noire expansée pure

3.2.2.3- La masse volumique :

3.2.2.3.1- Résultat

Tableau N°10 : Tableau des résultats de La masse volumique d'aggloméré noir (EP. de résistance à la rupture) en Kg/ m³ :

EP Jour	A ₁	A ₂	A ₃	B ₁	B ₂	B ₃	C ₁	C ₂	C ₃	Moyenne
1 ^{ère} Jour	51.31	111.48	111.48	44.23	83.16	84.05	147.75	105.28	80.51	91,02
2 ^{ème} Jour	44.23	92.01	101.74	23.00	86.70	84.05	70.78	67.24	76.09	71,76
3 ^{ème} Jour	142.44	84.93	69.01	124.75	96.44	83.16	83.16	84.93	74.32	82,44

3.2.2.3.2- Représentation graphique

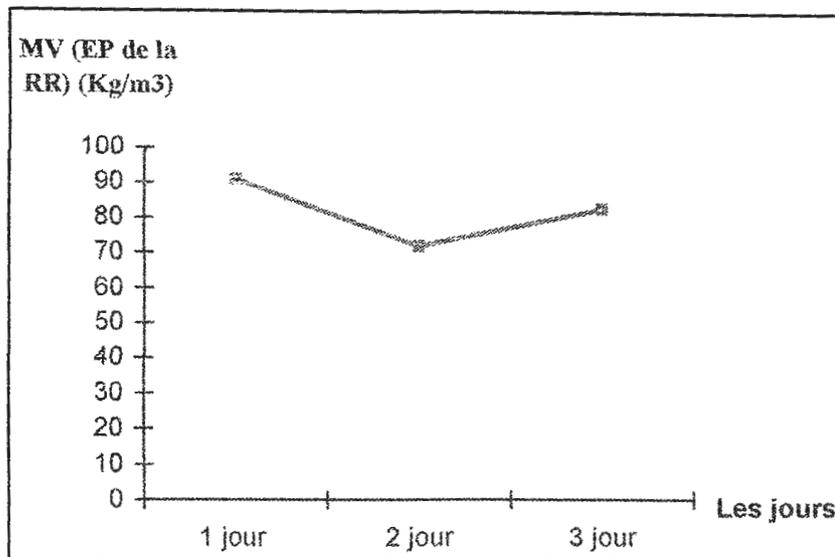


Fig. N°27:l'influence de la masse volumique sur la RR

Tableau N°11 : Tableau des résultats de La masse volumique d'aggloméré noir (EP. de flexibilité) en Kg /m³

EP Jour	A ₁	A ₂	A ₃	B ₁	B ₂	B ₃	C ₁	C ₂	C ₃	Moyenne
1 ^{ère} Jour	50.75	10	100	80.3	120	105	80.00	69.13	75	86,6
2 ^{ème} Jour	49	80	55	73	58	92	101	75.8	80	73,7
3 ^{ème} Jour	40	84.9	70.5	65.5	74.32	96.16	100.2	55	84	74,5

3.2.2.3.3- Représentation graphique :

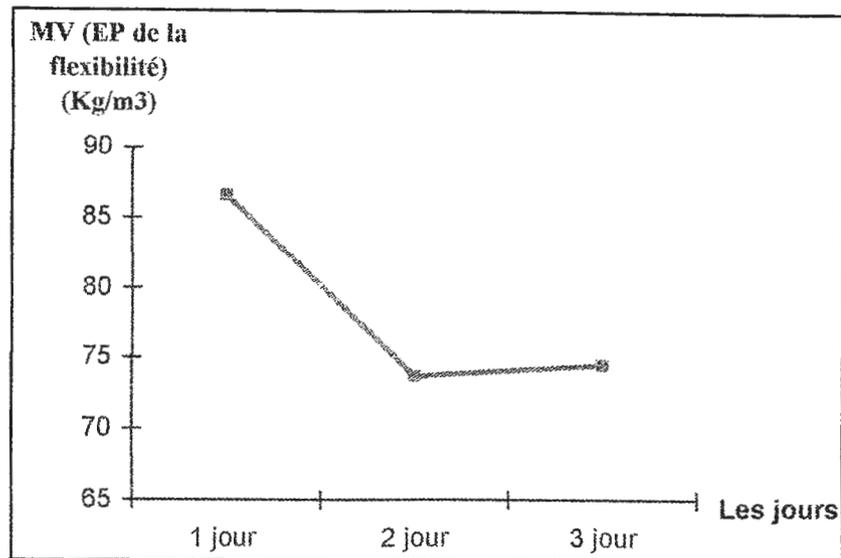


Fig. N°28 : l'influence de la masse volumique sur la flexibilité.

Tableau N°12 : Tableau des résultats de La masse volumique d'aggloméré noir (EP. de récupération et de compressibilité) en Kg/ m³.

EP Jour	A ₁	A ₂	A ₃	B ₁	B ₂	B ₃	C ₁	C ₂	C ₃	Moy
1 ^{ère} Jour	90	100.05	147	95.12	74	121	93.5	121.1	126	108,60
2 ^{ème} Jour	91.5	99.12	102.05	111.2	96.12	86	86.2	82.23	112	96,20
3 ^{ème} Jour	92	124.12	98.15	100.15	84.16	90.10	136.2	84.5	0.96	100,5

3.2.2.3.4- Représentation graphique :

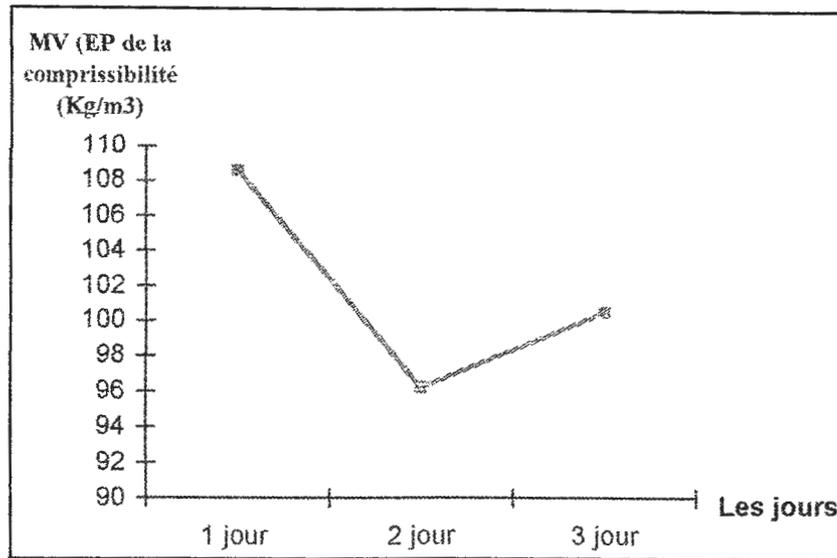


Fig. N°29 : l'influence de la masse volumique sur la compressibilité et la récupération.

Tableau N°13 : Tableau des résultats de La masse volumique moyenne des différentes éprouvettes :

jour \ EP	résistance à la rupture	flexibilité	La compressibilité+ la récupération	Moy
1 ^{ere} Jour	91.02	86.68	108.64	95,44
2 ^{eme} Jour	71.76	73.78	96.26	80,60
3 ^{eme} Jour	82.44	74.56	100.59	85,85

4- Interprétation et discussion des résultats

Nous allons essayer d'interpréter et de discuter les résultats de l'expérimentation par comparaison aux normes ASTM homologuées par ISO

4.1- Les caractères mécaniques :

4.1.1-Résistance à la rupture :

4.1.2-comparaison aux normes :

Les résultats des tests de la résistance à la rupture sont comparés aux normes I.S.O suivantes :

Tableau N°14 : normes I.S.O pour la résistance à la rupture.

Norme	Résistance à la rupture
Maximum	0.9
Moy	0.71
Minimum	0.5

Le tableau n°06 ainsi que la figure 23 nous permettent de dire que les valeurs de nos essais sont diminuées dans les deuxièmes jours et augmentent dans le troisième jour, on constate dans le 1^{er} et 3^{ème} jour, des valeurs hors de la norme cela due à la grande adhésion des granulés ce qui nous donne des plaques très compactes.

Par contre, on remarque que la résistance à la rupture dans le 2^{ème} jour est dans les normes.

Malgré les résultats enregistrés sont dans normes, nous signalons qu'ils sont faibles, ce qui est due au non respect des conditions opératoires ce qui entraîne une calcination du produit par conséquent la force de rupture sera réduite.

4.1.2- La flexibilité :

4.2.2- Comparaison aux normes :

Les normes exigées par I.S.O sont présentées dans le tableau suivant qui nous donne le facteur de flexibilité, ce dernier et la flexibilité sont inversement proportionnels

Tableau N°14 : normes I.S.O pour la flexibilité.

Norme	Facteur de flexibilité
Maximum	1.4
Moy	4.75
Minimum	8

Le tableau n°07 ainsi que la figure 24 nous permettent de constater que les plaques testées durant les trois jours sont conformes aux normes puisqu'elles les plaques d'agglomère noir expansé pur à une bonne flexibilité ceci permet l'utilisation de ce produit dans la décoration.

4.2- Les caractères physiques :

4.2.1- La compressibilité :

4.2.1.1- Comparaison aux normes :

Pour la compressibilité, les normes exigées sont illustrées dans le tableau suivant.

Tableau N°16 : normes I.S.O pour la compressibilité :

Norme	Compressibilité
Maximum (%)	50
Moy (%)	30
Minimum (%)	10

En comparant les valeurs de nos essais aux normes I.S.O, on constate que le produit répond aux normes exigées puisque les valeurs mesurées dépasse largement les normes moyennes.

Ce ci nous permet de constater que les plaques d'agglomère noir ont une bonne compressibilité ce qui permet l'utilisation dans l'isolation thermique.

4.2.2- La récupération :

4.2.2.1- Comparaison aux normes :

Tableau N°16 : normes I.S.O pour la récupération :

Norme	récupération
Maximum (%)	80
Moy (%)	70
Minimum (%)	60

On constate que les valeurs obtenus lors de l'essai sont supérieur à la moyenne pour le premier jour et juste en dessous des normes pour le deuxième et troisième jour (tableau 09 et la figure 26) donc on peut dire que les plaques d'agglomère noir ont une bonne capacité de récupération puisque elles dépassent le seuil moyen exigé par les normes I.S.O.

Leur bonne récupération permet leur utilisation dans :

- ✓ Le revêtement des salles de sport.
- ✓ L'industrie (joints industriels).

4.2.3- La masse volumique :

4.2.3.1- Comparaison aux normes :

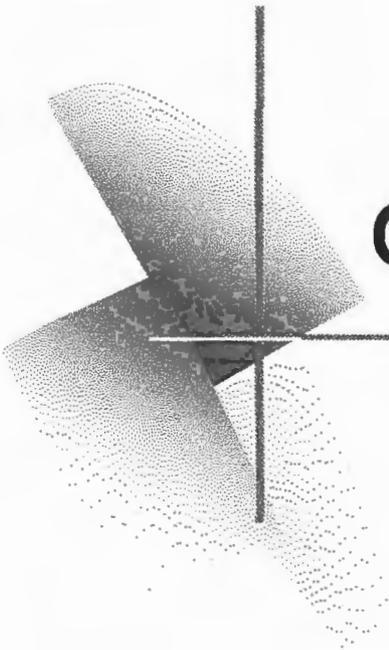
Les normes exigées sont illustrées dans le tableau suivant :

Tableau N°18 : normes I.S.O pour La masse volumique :

Norme	Masse Volumique
Maximum	124.96
Moy	111.91
Minimum	98.86

La densité moyenne des éprouvettes servant aux testes mécaniques et physique se situe ou dessus des normes moyennes et ceci pour les éprouvettes des essais de la (résistance à la rupture, la flexibilité, la compressibilité, la récupération et la masse volumique).

Ces résultats montre que le dosage de granuler lors du processus de fabrication de l'aggloméré a été bien respecté (Tableau N°13).



Conclusion

Conclusion

En Fin on peut dire que le liège aggloméré est un produit très important sur toutes les domaines plus exacte le plan économique parce qu'il permet une stratégie très importante dans le domaine de l'exploitation, donc un grand bénéfice pour le développement de production et aussi pour le perfectionnement et promotion de l'industrie de liège en générale.

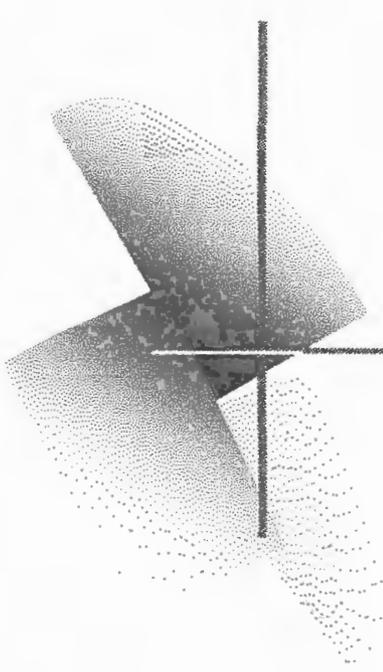
Les plaques de liège doivent répondre aux normes de fabrication et aussi aux exigences du client.

Ainsi pour assurer une concurrence saine et loyal sur le marché national ou international et dans ce cas nous avons réalisé ce travail qu'est l'étude des caractères mécaniques et physique du liège aggloméré cas de l'unité 521- Jijel.

Grâce a cette étude on a fait des analyses physico mécanique sur les plaques d'aggloméré noir expansé pur et la comparaison des résultats obtenus avec les normes I.S.O.

Cette dernière nous permet de constater que les plaques d'aggloméré noir ont de bonne propriété mécanique et physiques car elles présentent :

- une masse volumique ne dépasse pas les normes.
- Une assez bonne résistance à la rupture qui due premièrement à la matière première utilisée
- Une bonne compressibilité, bonne récupération et bonne flexibilité.



Annexe

ANNEXE

Annexe N°01 : tableau des charges de la rupture en da N.

jour \ EP	A ₁	A ₂	A ₃	B ₁	B ₂	B ₃	C ₁	C ₂	C ₃
1 ^{ère} Jour	42.64	92.64	92.64	36.76	69.11	69.85	49.26	87.5	66.91
2 ^{ème} Jour	36.76	76.47	84.55	19.11	72.05	69.85	58.82	55.88	63.53
3 ^{ème} Jour	118.38	70.58	57.35	103.67	80.14	62.5	69.11	70.58	61.76

Annexe N°02 : tableau des épaisseurs d'éprouvettes de compressibilité (E₂) en. cm.

jour \ EP	A ₁	A ₂	A ₃	B ₁	B ₂	B ₃	C ₁	C ₂	C ₃
1 ^{ère} Jour	3.10	2.90	2.95	2.80	2.70	2.35	2.60	2.20	2.25
2 ^{ème} Jour	2.40	2.90	2.80	3.90	2.65	2.55	3.00	3.05	2.75
3 ^{ème} Jour	2.40	3.15	2.85	2.80	2.65	2.60	2.10	3.15	3.00

Annexe N°03 : tableau des épaisseurs d'éprouvettes de compressibilité (E₃) en. cm.

jour \ EP	A ₁	A ₂	A ₃	B ₁	B ₂	B ₃	C ₁	C ₂	C ₃
1 ^{ère} Jour	4.84	4.37	4.36	4.49	4.40	4.23	4.52	4.30	4.39
2 ^{ème} Jour	4.35	4.37	4.23	4.29	4.34	4.48	4.30	4.00	3.94
3 ^{ème} Jour	4.23	4.42	4.23	4.40	4.36	4.42	4.38	4.07	4.10

Annexe N°04 : tableau des pois d'éprouvettes du test de résistance à la rupture en g.

jour \ EP	A ₁	A ₂	A ₃	B ₁	B ₂	B ₃	C ₁	C ₂	C ₃
1 ^{ere} Jour	3.84	8.38	8.36	3.31	6.23	6.30	11.08	7.89	6.03
2 ^{eme} Jour	3.31	6.90	7.63	1.72	6.50	6.30	5.30	5.04	5.70
3 ^{eme} Jour	10.68	6.36	5.17	9.35	7.23	6.23	6.23	6.36	5.57

$$V = 0.15 \times 0.025 \times 0.02 = 75 \times 10^{-6} \text{ m}^3.$$

Annexe N°05 : tableau des pois d'éprouvettes du test de la flexibilité en g.

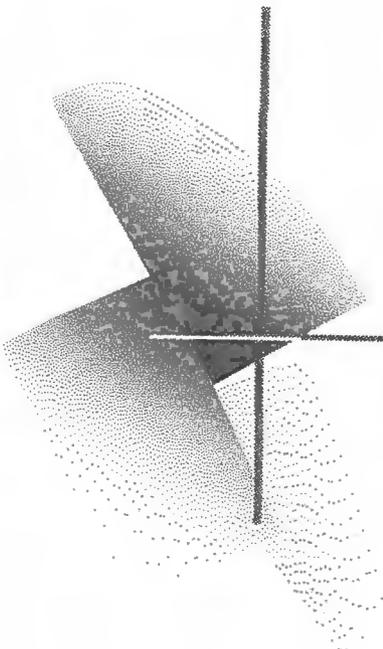
jour \ EP	A ₁	A ₂	A ₃	B ₁	B ₂	B ₃	C ₁	C ₂	C ₃
1 ^{ere} Jour	2.03	0.4	4	03.21	4.80	4.20	3.20	2.76	3.00
2 ^{eme} Jour	1.96	3.20	2.20	2.92	2.32	3.68	4.04	3.03	3.20
3 ^{eme} Jour	1.60	3.39	2.82	2.62	2.97	3.84	4.00	2.20	3.36

$$V = 0.10 \times 0.02 \times 0.02 = 4.10^{-5} \text{ m}^3.$$

Annexe N°06:Tableau des poids d'éprouvettes du test de compressibilité et récupération en g.

jour \ EP	A ₁	A ₂	A ₃	B ₁	B ₂	B ₃	C ₁	C ₂	C ₃
1 ^{ère} Jour	4.5	50.02	73.5	47.56	37.00	60.50	46.75	60.55	63
2 ^{ème} Jour	45.75	49.56	51.02	55.60	48.06	43.00	43.10	41.11	56
3 ^{ème} Jour	46.00	62.06	49.07	50.07	42.08	45.05	66.1	42.15	48

$$V = 0.10 \times 0.10 \times 0.05 = 5.10^{-4} \text{m}^3.$$



Références

bibliographiques

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- 1-ANONYME ., 1971-Résumé de travail se rapportant aux Forêt de chêne- liège et au liège. O.N.T.F Jijel : 108p.
- 2-AIME S ., 1976- contribution à l'étude écologique du chêne- liège. Etude de quelques limites. Thèse. DOCT de spécialité. UNIV de NICE. France : 108p.
- 3-ALLOUI Y., 1979- contribution à l'étude de la régénération du chêne liège et chêne- zeen dans la région d'Elkala. 13p.
- 4-ANONYM ., 1982- la forêt méditerranéenne : IVN=° 02 :3-6pp.
- 5-ALATOU M ., 1984- contribution à l'étude de l'écologie de la biologie de la reproduction : 15p.
- 6-ANONYME ., 2005- les subéraies Algériennes.
- 7-BOUDY P., 1950- Economie Forestières Nord- Africain Monographie et traitement des essences forestiers ED.LA ROSE.PARIS.FASCI :248p.
- 8-BOUDY P., 1952- guide forestier en Afrique du nord la maison Rustique- paris : pp 195-335.
- 9-BAKIRI P., 1982 carte de la végétation potentielle de la région méditerranéenne. Edit.VNRS. Paris : 125p.
- 10-B.N.E.D.E.R ., 1984- plan national de développement forestier Tome III : 23p.
- 11-BOUKEBOUS S., 1990-contribution à l'étude des propriétés mécaniques et physiques du liège aggloméré expansé noir pur cas de l'unité 521JIJEL. Lhése .Ing.Agr. INA.ELHARRACH- Alger : 16p.
- 12-BELABAS DJ., 1996-La forêt Algérienne N°01 INRF-TIZIouazou : ppi 26-27.
- 13-BOULFOU S., 2001-contrôle des propriétés physiques et Mécaniques d'aggloméré Expansé pur de l'unité 521.Mémoire D.E.U.A en biologie.U.N.I.V.jijel : 14p.
- 14-BALAJDI A., 2005-Evolution de la production du liège et sa rentabilité cas de l'entreprise national du liège. (E.N.L) unité de Collo -w-Skikda:63p
- 15-CAMUS A., 1936-Monographie du genre Quercus Tome I. PAULLECHE VALIER. Editeur. PARIS : 686p.

16-CAMUS A., 1938- les chênes.

Tome I: *Quercus suber l.*

Encyclopédie économique de sylviculture ED.P.LE CHAVALTER. PARIS : PP469-515.

17-CHANOUNE K., 1991-contribution à l'étude éco- dendrométrique d'une futaie et d'un taillis de chêne- Liège dans le massif BENI-GHOBRI.thèse Ing. Agr. TIZI-OUZOU : 5p.

18-DEBIER F., 1922- le chêne- liège en Tunisie-ED.GUINLE et CIE. TUNIS : 58p.

19-EVORA et MERIDA., 2005-code international des pratiques subéricoles.Ed : projectsuber- nova portugal. Espanha : ppi : 10.41.

20-FLACH.1937-liège aggloméré.

21- FRAVAL A., 1991-contribution à la connaissance des rythmes de floraison de chêne-liège en forêt de la mamora. ANN.RECH.FOR.MAROC.T (25)

22-GRECO. J., 1966-l'érosion. La défense et la restauration des sols. Le reboisement en Algérie : 267p.

23-LAMEY A., 1983- le chêne- liège, sa culture et son exploitation. ED BERCER LENAULT et CIE. PARIS : 278p.

24-MEDDOUR R., 1985- le chêne-liège *Quercus suber L.* Notice technique. INRF : 6p.

25-MESSAOUDI N., 1987- contribution à l'étude comparative de la réussite de germination et de la croissance des chênes en pépinières (*Quercus effares POMEL-Quercus suber. Quercus faginea WILLD* et *Quercus ilex l.*

26-MOUZAUI A., 1995-contribution à l'étude de caractères mécaniques et physiques du liège aggloméré blanc et du liège caoutchouc cas de l'unité d'aokas- bejaia.

These.Ing. Agr. INAELHARRACH: 2-16p.

27-MESSAOUDE M., 2000-Réflexion sur la structure des peuplements de chêne-liège en Algérie.

La forêt Algérienne N°3 :5-9pp.

28-NATIVIDAD VJ., 1956- subériculture Edition française de l'ouvrage portugais «subéricultura» ENEF (Nancy) : pp303-311.

- 29-RICHARD PH., 1987-Etude des facteurs explicatifs de la croissance du chêne-liège dans le VAR : 03-13pp.
- 30-REZZIG Med., 1998- projet plan de gestion du Park National d'ELKALA et du complexes des Zones Humide, F3 : le liège : 06p.
- 31-SAUVAG CH., 1961- Recherche sur les subéraies
TRAV.IST.X.CHERIFIEN.SER.BOT.21 :46p.
- SALHI Z.A., 1992-nutrition azotée et croissance du chêne-liège.13p.
- 32-Vignes E., 1990-le traitement de taillis de chêne dans le VAR. O.N.F arboréxance n°26 :21p.
- 33-VEILON S., 1998- guide technique de la subericulture dans les pyrenees orientales typologie de peuplement et étude préliminaire stage de fin d'étude. FIF.ENGREF. France : 68p.
- 34-ZERAIA L., 1982- le chêne-liège phytosociologie, phénologie, régénération et productivité, thèse.DOCT. UNIV.AIX. MARSEILEIII : 152p.

GROUPE INDUSTRIEL LIEGE ALGERIE

Capital Social : 200.000.000 DA

☒ : 17, Rue des Fusillés du 17/05/57 – El Anasser Alger -

☎ : 021. 23 - 29 - 37 / 39 ☎ Fax : 021. 23 - 29 - 38

E-mail : ENLYAL@WISSAL.DZ

Site Web : WWW.ENLIEGE.COM.DZ

EPE / JIJEL LIEGE ETANCHEITE / SPA

(Ex. E.N.L 521)

FILIALE DU GROUPE INDUSTRIEL LIEGE ALGERIE

Fabrication de Liège Aggloméré noir expansé pur
et bandes d'étanchéité expansé pur

☒ : B.P. 88 , Route de Bejaia , JIJEL – ALGÉRIE - ☎ : 0.34 47.19.40 0.34 49-54-52 Fax: 0.34 49.76.76

FICHE TECHNIQUE

AGGLOMERE EXPANSE PUR

	MAXIMUM	MOYENNE	MINIMUM
I – Masse volumique	124,96995 Kg/m ³	111,9181 Kg/m ³	98,86625 Kg/m ³
II – Tension de rupture par flexion	2,3007661 Kg/cm ²	1,7729591 Kg/cm ²	1,2451521 Kg/cm ²
III – Tension de rupture par traction	0,884717 Kg/cm ²	0,7121508 Kg/cm ²	0,53995846 Kg/cm ²
IV – Conductivité 20°C)	0,036 W/m°K ou 0,03096 Kcal/hm°K		0,042 W/m°K ou 0,02612 Kcal/hm°K
V – Comportement à l'eau bouillant (100°C durant 3 H)	Ne se désintègre pas Ne se déforme pas		
VI – Dimensions	Longueur = 100 cm	Largeur = 50 cm	Epaisseur = 3 à 12 cm

UTILISATION

ISOLATION THERMIQUE

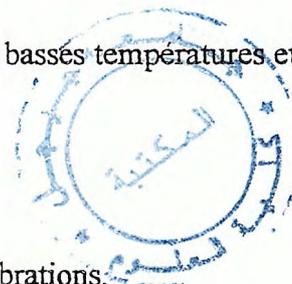
- Chaud : tuyauteries et appareils de chauffage central, eau chaude, air chaud etc. ...
- Froid : chambres et tunnels de congélation, tuyauteries et appareils à basses et très basses températures etc...
- Conditionnement d'air : salles climatisées, gaines.
- Protection contre le gel et la condensation.

ISOLATION PHONIQUE

- Aux bruits d'impacts, à la transmission, aux bruits aériens, en absorption et aux vibrations.

ISOLATION DANS LE BATIMENT

- Combles, terrasses, planchers.
- Murs-rideaux, cloisons, socles, canalisations diverses, escaliers, cages d'ascenseurs etc. ...



Nom et prénom :

> ZOUAOUI Farida

Date de soutenance :

12/09/2007

Titre : Contribution a l'étude des caractères mécaniques et physiques du liège aggloméré cas de l'unité 521 - Jijel

المخلص:

يهدف هذا العمل إلى دراسة الخواص الميكانيكية (مقاومة الانقطاع، المرونة) والفيزيائية (الانضغاطية، الاسترجاع و الكتلة الحجمية) للفلين المتكثل الأسود على مستوى المؤسسة الوطنية للفلين وحدة جيجل 521، وهذا عن طريق مقارنة النتائج المحصل عليها بالمعايير الدولية (ISO)، التي أكدت بأن للفلين المتكثل الأسود على مستوى الوحدة 521 - جيجل - خصائص ميكانيكية و فيزيائية جيدة.

الكلمات المفتاحية: الفلين المتكثل، مقاومة الانقطاع، المرونة، الانضغاطية، الاسترجاع، الكتلة الحجمية.

Résumé :

L'objectif de notre travail nous permet de constater que le liège aggloméré noir expansé pur répondre aux normes de fabrication.

Les résultats de notre étude sur les caractères mécaniques (La résistance à la rupture, la flexibilité) et les caractères physiques (la compressibilité, la récupération, la masse volumique) du liège aggloméré noir fabriquée par l'E.N.L - Jijel - 521 et ceci on comparent les résultats de nos essais aux normes de l'organisation international de normalisation qui confirmé que les plaques d'aggloméré noir ont de bonne propriétés mécanique et physique.

Les mots clés : liège aggloméré, la résistance à la rupture, la flexibilité, la compressibilité, la récupération, la masse volumique.

Summary:

The objective of our work enables us to note that pure expanded black cork agglomerated to answer the manufacturing standards.

The results of our study on the characters mechanics (breaking strength, flexibility) and the physical characters (compressibility, recovery, density) of black agglomerated cork manufactured by the E.N.L - Jijel - 521 and this one compare the results of our tests with the standards of the International Standardization Organization which confirmed that the plates of black agglomerate have good properties mechanics and physics.

Key words: cork agglomerated, breaking strength, flexibility, compressibility, recovery, density.