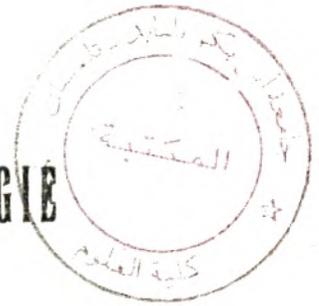


MAG/574.14/01

UNIVERSITE DE TLEMCEM

INSTITUT DE BIOLOGIE

THESE DE MAGISTER EN BIOLOGIE



Theme

CONTRIBUTION A L'ETUDE DES
COMPOSÉS CHIMIQUES DES GLANDS
DES DIFFERENTES ESPECES DE
CHENES ALGERIENS

Présentée par : Mme BELARBI Meriem née Ben-Mahd

Mr Alouz M.: Professeur à l'Université d'Alger Président
Mr Bendjillali B.: Professeur à l'Université de Rabat Examinateur
Mr Sel Selat GA: Professeur à l'Université de Mostaganem Examinateur
Mme Meghili M: Maître de Conférence à l'Université d'Oran Examinatrice
Mme Guermouche S: Maître de Conférence à l'Université d'Alger Examinatrice
Mr Mashev N: Professeur à l'Université de Tlemcen Examinateur
Mr Taleb Bendiab SA: Professeur à l'Université de Tlemcen Rapporteur

Soutenue le Novembre devant la Commission d'Examen

ABREVIATIONMOT COMPLET

U.F	:	UNITE FOURRAGERE
Index E.A.A.	:	Index essentiel acide aminé
Lys	:	Lysine
Cys	:	Cystine
Thr	:	Threonine
Try	:	Tryptophane
Scr	:	SERINE
Ac. Asp	:	Acide Aspartique
Ac Glu	:	Acide glutamique
Arg	:	Arginine
Val	:	Valine
MS	:	Matiere sèche
I Le	:	Iso leucine
Leu	:	Leucine
Met	:	Methionine
Phe	:	Phenylalanine
Tab	:	Tableau

D E D I C A C E S

A mon Mari

pour sa compréhension et sa disponibilité

A mes parents

qui n'ont épargné aucun effort pour m'aider à la réalisation de ce travail. Pour leur amour, leur dévouement sans réserve et leur sacrifice.

A mes beaux parents

pour leur attention

A ma nièce Meriem

A ma soeur et mes belles soeurs

A mes frères et beaux frères

pour leur aide précieuse

A toute ma famille

A mes amies

A tous ceux qui m'ont soutenu moralement et qui m'ont facilité la réalisation de ce modeste travail.

Je dédie cette Thèse

REMERCIEMENTS

Le travail qui fait l'objet de cette thèse a été réalisé au laboratoire de phytochimie à l'institut de Biologie de l'Université de Tlemcen sous la direction de Monsieur TALEB BENDIAB Sid Ahmed.

Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude pour les conseils encouragements et les conseils fort, judicieux tout le long de la réalisation de cette thèse malgré ses multiples occupations.

Ma vive reconnaissance va également à M. AIOUAZ M. Professeur à l'USTHB d'Alger qui a bien voulu présider ce jury.

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à M. BENDJILAL B. Professeur à l'institut Agrovétérinaire de l'Université de Rabat d'avoir accepté de venir et d'être membre de jury.

J'exprime ma profonde reconnaissance à Madame GUERMOUCHE S. Maître de Conférence à l'USTHB à Alger pour sa participation au Jury.

Q'il me soit permis de remercier très sincèrement M. MACHEV M. Professeur à l'Université de Tlemcen qui a bien voulu prendre le temps de juger ce travail. Je le remercie aussi pour ses conseils qui m'ont beaucoup aidé, notamment dans la partie pratique.

Je remercie vivement Mme MEGHILI Maitre de Conférence à l'Université d'Oran et M. SELSELET G.A Professeur et Directeur de l'Institut d'Agronomie de Mostaganem d'avoir accepter de donner leur jugements à ce travail et d'être parmi les membres du jury.

Mes remerciements vont enfin à mes collègues de laboratoire pour leur aide précieuse.

β. Philologie.....	23
γ. Caractères botaniques.....	23
C. Approche écologique du chêne vert.....	25
α : Altitude.....	26
β : Conditions climatiques.....	26
γ : Conditions édaphiques.....	26
δ : Facteurs biotiques.....	27
d. Utilité et Utilisation.....	27
2. Monographie du chêne liège (<i>Quercus suber</i>).....	30
a : Répartition du chêne liège.....	30
α : Dans le monde.....	30
β : Dans le bassin méditerranéen.	31
* Le chêne liège en France	31
* Le chêne liège au Portugal	31
* Le chêne liège en Algérie	31
b. Taxonomie et caractères botaniques	33
α : Taxonomie.....	33
β : Philologie.....	34
γ : Caractères botaniques.....	34
C. Approche écologique.	36
α : Conditions climatiques.	36
* Pluviométrie et température	36

*	Exposition.....	37
β	Conditions édaphiques.....	37
d.	Utilisation du chêne liège.....	37
α	Bois d'oeuvre.....	37
β	Glands.....	38
* β	Quercus à feuilles caduques.....	39
1.	Monographie du chêne zeen : Quercus mirbeckü.....	39
a.	Répartition géographique.....	39
α	Dans le monde.....	39
β	Dans le bassin méditerranéen.....	39
b.	Taxonomie et caractères botaniques.....	40
α	Taxonomie.....	40
β	Philologie.....	40
γ	Caractères botaniques.....	41
c.	Approche écologique du chêne zeen.....	43
α	Altitude.....	43
β	Conditions climatiques.....	44
γ	Conditions édaphiques.....	44
Chapitre II :	Chêne plante toxique.....	45
A.	Le Tannin dans le chêne.....	46
B.	Tolérance au Tannin.....	47
C.	Toxicité.....	49

D. Traitement.....	51
Chapitre III. Les facteurs de variation de la composition chimique des glands	52
A. Les variations liées à l'espèce.....	53
B. Les variations liées à la croissance et la maturité du gland.....	53
C. Les variations liées au stockage.....	58
1. Lipides.....	60
2. Carbohydrates solubles.....	60
3. Carbohydrates insolubles.....	61
Deuxième partie : Dosage des composés chimiques des glands de chêne vert, liège, zeen.....	63
Introduction.....	64
Chapitre I : Matériel Biologique.....	65
A. Collecte et Stockage.....	66
1. Collecte.....	66
2. Stockage	66
3. Liste des populations étudiées.....	66
Chapitre II. Méthodes d'analyses.....	69
A. Teneur en eau.....	70
B. Examen de Farine.....	70
1. Dosage d'humidité.....	70
2. Dosage des matières azotées.....	71

a. Dosage de l'azote totale.....	71
α Minéralisation.....	71
* Principe.....	71
* Mode opératoire.....	71
β Distillation.....	72
* Principe.....	72
* Mode opératoire.....	72
γ Titrage.....	72
δ Conversion du taux d'azote en taux de protéines.....	72
b. Dosage de l'azote protéique.....	73
c. Dosage des fractions protéiques.....	73
* Principe.....	73
d. Dosage des fractions azotées non protéiques.....	75
α Principe.....	75
β Mode opératoire.....	75
* Azote ammoniacal.....	75
* Azote amidique.....	76
e. Dosage des acides aminés totaux.....	76
α Principe.....	76
β Mode opératoire.....	79
* Préparation d'hydrolysate d'acide aminé.....	79
Détermination du Tryptophane.....	79
* Mode opératoire.....	79
f. Examen chromatographique des acides aminés libres.....	80

3. Dosage des glucides	82
a. Extraction et déprotéinisation.....	82
b. Détermination des sucres réducteurs.....	82
Principe.....	82
Mode opératoire.....	82
c. Détermination du dissacharite : Saccharose.....	85
d. Détermination d'amidon.....	85
Principe.....	85
Mode opératoire.....	85
Préparation de l'extrait.....	85
Précipitation d'amidon dans le complexe d'iode.....	86
Décomposition du complexe	87
Hydrolyse d'amidon.....	87
Titration ou dosage de glucose.....	87
Calcul.....	88
e. Etude microscopique de la farine de gland.....	89
Préparation de la solution étudiée.....	89
Observation de la solution au microscope optique.....	89
4. Dosage des lipides.....	89
a. Principe.....	89
b. Mode opératoire.....	89
c. Calcul.....	90

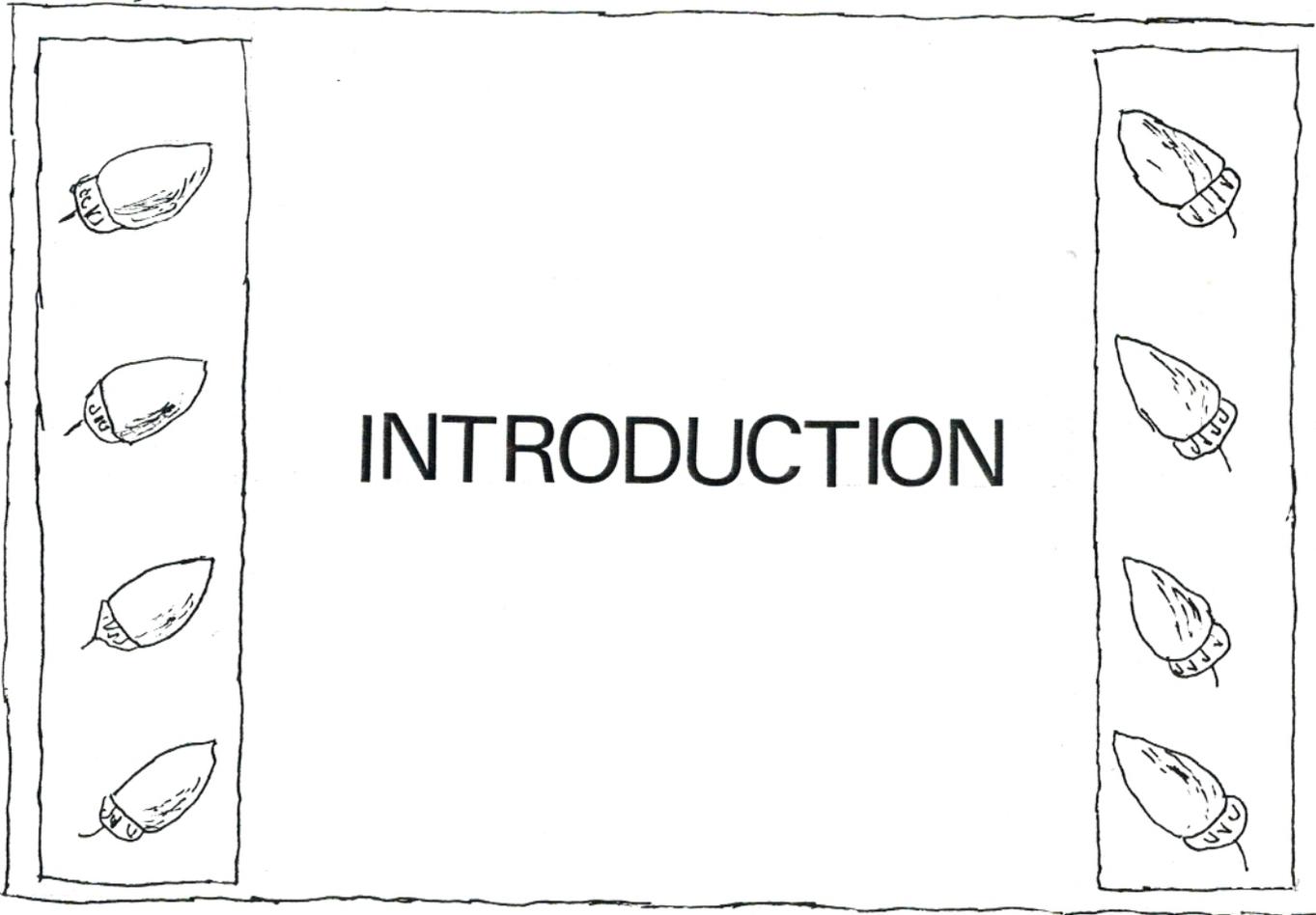
C. Dosage des acides gras.....	92
Principe.....	92
Appareillage.....	92
Conditions opératoires.....	92
Méthodologie.....	94
Préparation de la solution de l'étalon interne (E ₁).....	94
Esterification des acides gras.....	94
5. Dosage de la cellulose.....	94
a. Principe.....	94
b. Mode opératoire.....	94
c. Expression des résultats.....	95
6. Dosage de la matière minérale.....	95
a. Expression des résultats.....	96
Troisième Partie : Résultats, Interprétations et comparaison.....	
Introduction.....	97
Chapitre I : Résultats et discussions.....	98
A. Teneur en eau.....	99
1. Chez l'espèce comestible.....	99
2. Chez l'espèce fourragère.....	99
B. Teneur en matières azotées.....	101
1. Teneur en azote totale, protéique et non protéique.....	101
a. Chez l'espèce comestible.....	101

b. Chez l'espèce fourragère.....	101
2. Teneur en acides aminés totaux.....	107
a. Chez l'espèce comestible.....	107
b. Chez l'espèce fourragère.....	108
3. Teneur en fractions protéiques.....	108
a. Chez l'espèce comestible.....	108
b. Chez l'espèce fourragère.....	108
4. Teneur en fraction non protéique.....	111
5. Examen chromatographique des acides aminés libres.....	111
C. Teneur en fractions glucidiques.....	116
1. Teneur en amidon.....	116
a. Chez l'espèce comestible.....	116
b. Chez l'espèce fourragère.....	116
2. Teneur en Saccharose	117
a. Chez l'espèce comestible.....	117
b. Espèce fourragère.....	117
3. Teneur en sucre réducteur.....	117
4. Teneur en glucides totaux.....	118
a. Chez espèce comestible.....	118
b. Chez espèce fourragère.....	118
5. Teneur en cellulose.....	119

a. Espèce comestible.....	119
b. Espèces fourragères.....	119
6. Etude microscopique d'amidon.....	120
D. Teneur en lipides.....	126
a. Chez l'espèce comestible.....	126
b. Espèce fourragère.....	128
1. Identification des acides gras.....	129
E. Teneur en matière minérale.....	131
a. L'espèce comestible.....	131
b. Espèce fourragère.....	131
Chapitre II : Comparaison des résultats.....	133
A. Teneur en eau.....	134
1. Entre les espèces comestibles.....	134
2. Entre les espèces fourragères.....	134
3. Entre les différentes espèces de chênes.....	134
B. Teneur en azote totale protéique et non protéique.....	137
1. Teneur en azote totale.....	137
a. Entre les espèces comestibles.....	137
b. Entre les espèces fourragères.....	137
c. Entre les différentes espèces végétales.....	137
2. Teneur en acides aminés totaux.....	139

a. Entre les espèces fourragères.....	139
b. Entre les différentes espèces végétales.....	139
c. Valeur biologique des protéines.....	147
* Entre les espèces comestibles.....	148
* Entre les espèces fourragères.....	148
* Entre les différentes espèces végétales.....	148
3. Teneur en fractions protéiques.....	151
a. Entre différentes espèces végétales.....	151
4. Examen chromatographique des acides aminés libres.....	155
C. Teneur en fractions glucidiques.....	157
1. Teneur en amidon.....	157
a. Entre les espèces comestibles.....	157
b. Entre les espèces fourragères.....	157
c. Entre les différentes espèces végétales.....	157
2. Teneur en saccharose.....	158
a. Chez les espèces comestibles.....	158
b. Entre les différentes espèces végétales.....	158
3. Teneur en sucres réducteurs.....	160
4. Teneur en glucides totaux.....	160
a. Entre les espèces comestibles.....	160
b. Entre les espèces fourragères.....	160
c. Entre les différentes espèces végétales.....	160

5. Teneur en cellulose.....	163
a. Entre les espèces comestibles.....	163
b. Entre les espèces fourragères.....	163
D. Teneur en lipides.....	163
a. Entre les espèces comestibles.....	163
b. Entre les espèces fourragères.....	166
c. Entre les différentes espèces végétales.....	166
* Identification des acides gras.....	166
E. Teneur en matière minérale.....	168
1. Entre les espèces comestibles.....	168
2. Entre les espèces fourragères.....	168
3. Entre les espèces végétales.....	168
Conclusion.....	172
Bibliographie.....	175



INTRODUCTION

INTRODUCTION

Dans le but de découvrir de nouvelles ressources alimentaires tant animales que végétales, des travaux de recherche biochimique actuels convergent vers une valorisation des substances naturelles susceptibles de fournir des glucides, des lipides et des protéines.

Le déficit en protéines dans l'alimentation de nombreux pays du tiers monde pousse la recherche à concentrer ses efforts sur la mise en évidence et la production des protéines à partir des substances naturelles, sans sous-estimer toutefois l'intérêt des fractions glucidiques et lipidiques qui restent certainement les plus importantes.

La riche flore Algérienne offre énormément de possibilités d'exploitation dans ce domaine. Les glands de chêne occupent une place prépondérante par l'importance de la superficie qu'ils recouvrent en Algérie, en particulier le chêne vert : **Quercus ilex** 354.000 ha, le chêne liège : **Quercus suber** 468.000 ha et le chêne zeen : **Quercus mirbeckii** 68.000 ha (1) leur richesse en fraction glucidique est estimée à 47% et à 11,3% pour la matière grasse (2).

Toutes ces raisons nous poussent à travailler sur les glands de chêne.

Notre étude comportera 3 parties :

Une première partie qui présente

- La répartition du **Quercus ilex**, **suber**, **mirbeckii** dans le monde et dans le bassin méditerranéen et leur identité; le carac-

tère botanique, les conditions écologiques, l'utilité des différentes parties de l'arbre, la toxicité du chêne dont la substance la plus importante est le tannin, une étude de l'influence de l'espèce des conditions de stockage et des cycles de développement, la croissance et la maturité sur la composition chimique des glands de chêne et enfin la comparaison de la teneur des substances chimiques de 2 espèces de chênes Américaines : Quercus alba et Quercus shumardii.

Dans la deuxième partie

- "Les farines" de glands de 3 espèces de chêne appartenant à 7 stations différentes sur lesquelles sont examinées la teneur en eau, les protéines, les glucides, les lipides et leurs différentes fractions et en dernier la matière minérale.

- Dans la dernière partie on exposera nos résultats qui seront interprétés et comparés à ceux des espèces méditerranéennes, américaines et indiennes, légumineuses et céréales pour situer les glands dans le monde végétale.

PREMIERE PARTIE



repartition et identité

du QUERCUS ilex, sub-

er et mirbeckü



INTRODUCTION

Le genre comporte plus de 300 espèces dans les régions tempérées boréales, ainsi que de nombreux hybrides et autres formes, ayant pour la plupart en commun les caractéristiques suivantes :

- Fruits secs et indéhiscent de dimensions et de formes différentes (glands). Ce sont des akènes enchâssés dans une cupule constituée d'écaillés soudées. Ils opèrent leur maturité en un ou deux ans.

- Bourgeons généralement groupés avec de nombreuses grosses branches formant chez la plupart des espèces une cime irrégulière. Fleurs mâles en chatons pendant, fleurs femelles moins nombreuses, dressés au dessus des mâles, sur de courts pédoncules.

- Bois robuste, exceptionnellement solide, brunâtre, caractérisé par la présence de rayons médullaires nettement visibles sur la section d'une grume sous la forme de ligne plus claire convergant vers le centre et donnant au bois son aspect caractéristique.

Ces arbres exigent le plein soleil pour s'accroître et ont un enracinement pivotant profond.

Le type de feuilles permet de classer les différentes espèces de *Quercus* en :

Quercus à feuilles persistantes : Espèces à feuilles coriaces, rigides et se plient difficilement par le travers, entière ou subentière dentées et épineuses tel que : Quercus suber, Quercus ilex, Quercus coccifera

Quercus à feuilles caduques : Leurs feuilles tombent tout au moins au début du printemps, lobées régulièrement dentées ; à dents triangulaires non spinuleuses ou sinuées comme Quercus afares, Quercus faginea, Quercus mirbeckii

En plus de cinq espèces que nous avons signalés existent, en Algérie, de nombreux hybrides. Leur détermination est assez complexe. Les combinaisons binaires les plus fréquentes sont les suivantes (1).

Q Kabyliea Trab : (Qa afares X suber)

Q. nunidia Trab : (Q. afares X suber)

Q Morisü Borsi (Q ilex X suber)

Q Anzandei GG : (Q coccifera X ilex)

Certains chênes renferment des substances toxiques, le tannin provoquant des intoxications entraînant parfois la mort, sa composition et celles des autres substances comme les protéines et glucides et lipides peut varier selon des facteurs liés à l'espèce et au milieu extérieur.

Notre étude se rapporte aux espèces les plus abondantes en Algérie: Quercus ilex, Quercus suber, Quercus mirbeckii.

CHAPITRE I



repartition, caracteres

botaniques, ecologiques

utilité du QUERCUS

ilex, suber et mirbeckü

A. QUERCUS A FEUILLES PERSISTANTES

1. Monographie du chêne vert (Quercus ilex)

α. Répartition géographique

α. Dans le Monde

Quercus ilex recouvre d'immenses territoires depuis la Chine l'Himalaya à la Grande Bretagne jusqu'en confins du Sahara.

Il apparait au Pliocène et quaternaire, à l'état de fossile comme dans le midi, dans l'Auvergne français et dans le sahara.

D'autres formes très proches, tels que le Quercus praeilex, le Quercus mediterranea considérés comme antécédents probable de Quercus ilex ont apparu au Miocène moyen et Pliocène.

β. Dans le bassin méditerranéen

De part sa spontanéité et son abondance dans la région, le chêne vert est considéré comme espèce " circum méditerranéenne ". Néanmoins une nette décroissance d'occupation d'Est en Ouest est à noter.

Très fréquent dans la zone occidentale, moins abondant dans la péninsule Balcanique, rare en Anatolie, il disparaît dans le secteur sud oriental. En zone occidentale : en Espagne et en Algérie du Nord le chêne vert prospère le mieux Boudy (4) et donne d'ailleurs les surfaces d'occupations dans les différents pays méditerranéens illustrant ainsi sa répartition.

Espagne : 3.000.000 ha

Afrique du Nord : 1.781.000 ha

France : 380.000 ha

Italie : 340.000 ha

* Le chêne vert en Espagne

C'est l'arbre le plus caractéristique et le plus représentatif du pays. L'importance du chêne vert est telle qu'une chaîne de montagnes a tiré son nom de la couleur qu'il lui a conféré : " la Sierra Morena ".

On le rencontre dans toutes les provinces, sauf dans celles de Galicia, las Palmas et Santa-Cruz de Tenerife. Il est assez rare dans le sud du pays, dans les régions d'Alicante, Murcia et Vizcaya.

D'une façon générale la zone à chêne vert la plus importante se trouve dans le sud Ouest de l'Espagne.

* Le chêne vert en France

L'aire de l'yeuse est répartie essentiellement sur les sols : calcaire de l'étage méditerranéen du Vaucluse, des bouches du Rhône, du Gard et de l'Herault.

L'espèce s'étend vers le Nord en remontant la vallée du Rhône, jusqu'à Vienne et sur le versant occidental du massif central. (5).

* Le chêne vert en Italie

Il se rencontre essentiellement sur le versant de l'Adriatique et

celui de la mer Thyrrhenienne.

* Le chêne vert en Afrique du Nord

Selon Boudy (4) la superficie d'occupation se répartit comme suit :

Maroc : 1.342.000 ha

Algérie : 354.000 ha

Tunisie : 83.000 ha

↔ MAROC

Ce pays possède de très importants boisements de chêne vert dans le grand et le moyen Atlas, par ailleurs une large bande s'étend jusqu'à la côte atlantique.

Le *Quercus ilex* se trouve sur les massifs de la région orientale qui ne sont d'ailleurs que les prolongements des massifs de Tlemcen.

↔ ALGERIE

Les plus importantes chenaies sont localisées en Oranie, dans les régions de Tiaret, Frenda et Saïda avec les forêts des Sâmas. Ces chenaies font suite aux vieilles futaies de la région de Tlemcen.

En Kabylie, le chêne vert est toujours associé au chêne liège jusqu'à une altitude de 800 m. A l'Est du pays l'espèce est représentée par des taillis dégradés en voie de régression (6).

Sur les plateaux constantinois et dans les Aurès, on rencontre *Quercus ilex* le plus souvent en association avec le pin d'Alep.

Actuellement, *Quercus ilex* occupe une place importante dans la forêt algérienne, l'espèce occupe la 3ème place après le pin d'Alep et le chêne liège avec une superficie de 345.000 ha (7).

Remarque : Si l'on compare les chiffres actuels et ceux donnés par Boudy (4), nous relevons une diminution de 50% des superficies d'occupation de chêne vert.

→ TUNISIE

Le chêne vert a un rôle secondaire. On le rencontre surtout en sous-étage dans les forêts du pin d'Alep. Il est localisé, à l'état pur sous forme de médiocre taillis sur la dorsale Tunisienne uniquement (6).

b. Taxonomie et Caractères botaniques

α. Taxonomie

La division systématique du chêne vert a donné lieu à des controverses dues à l'importance du polymorphisme sexuel chez le chêne vert. La plupart des botanistes admettent cependant que c'est Quercus ilex de variété ballota que l'on trouve en Algérie.

Le chêne vert est classé de la manière suivante : (8)

Embranchement : Tracheophytes
S/Embranchement : Pteropsidés
Classe : Angiosperme
S/Classe : Dicotyledone
Ordre : Fagales

Famille : Fagaceae
Genre : Quercus
S/Genre : Sclerophyllodys
Espèce : ilex variété ballota

β. Philologie

Suivant les pays dans lequel on le trouve, le **Quercus ilex** prend le nom de :

- " Encina " en Espagnol
 - " Azenbeira " en Portugais
 - " Holm oak " en Anglais
 - " Prinas " en Grec
 - " Leccio " en Italien
 - " Kerroch " en Berbère
 - " Ballout " en Arabe
 - " Steineiche " en Allemand
- } Pays d'Afrique du Nord

γ. Caractères Botaniques

L'arbre est corpulent, il atteint 25 m ; son écorce non ligneuse, peu épaisse, est grise et lisse dans son jeune âge puis se crevasse en petites mosaïques marron-noires.

Ses feuilles sont simples alternées et persistantes pendant 3 à 4 ans ; son limbe coriacé de forme ovoïde ou lanceole, est dentelé et présente souvent de petites épines au niveau des dents.

Ses fleurs sont monoïques avec une tendance à la diocie pour les



Fig 1. Rameau du chêne vert

fleurs mâles, qui sont regroupées en densité élevée sous forme de châtons. Les fleurs femelles présentent un perianthe avec 3 à 5 divisions pubescentes et verdâtres. Elles apparaissent sur les rameaux après les fleurs mâles. Le fruit est un gland ovoïde et glabre surmonté d'une pointe, et mesure 2 à 3 cm de long sur 1 à 1,5 cm de diamètre. Il est enchassé dans une cupule couvrant le tiers ou la moitié de sa taille. Cette cupule est grisâtre et tomenteuse extérieurement avec présence d'écailles très rapprochées à l'intérieur est soyeuse. Fig 1.

Le chêne vert fleurit en Avril-Mai ; il commence à fructifier en Juin-Juillet et donne une glandée en Octobre Novembre à l'âge de 8 à 10 ans.

Néanmoins les récoltes ne se font qu'entre 15 et 20 ans, moment où les glandées deviennent régulières et abondantes avec un minimum de temps situé entre 50 et 100 ans (6).

C. Approche écologique du Chêne vert

Le chêne vert est une espèce robuste qui s'accommode à des conditions écologiques les plus variées, il est très plastique.

On le trouve aussi bien dans le semi-aride que dans les étages humides et sub-humides avec les variantes allant du froid au tempéré.

Comme toutes les essences, les facteurs écologiques les plus importants qui influent sur le chêne vert sont l'altitude, les conditions climatiques et les conditions édaphiques, les facteurs biotiques sont aussi importants car ils entravent le bon développement du végétal.

α. Altitude

En berberie, le Quercus ilex est avant tout une essence de montagne, tandis qu'en France et en Espagne il est considéré comme arbre de plaines et de collines qui ne dépassent généralement pas 500 m d'altitude, toutefois on le rencontre jusqu'à 1900 m sur la Sierra Nevada (9).

β. Conditions climatiques

Le chêne vert est extrêmement plastique au point de vue climatique. On le trouve dans le semi aride (400 - 500 mm de pluie). Il y affecte le type " Xerophylle " à l'extrême (300 mm) et se mélange aux essences les plus xérophylles. Mais c'est principalement dans les étages subhumides ou humides qu'il prend toute son extension. On a même pu préciser que l'étage subhumide était par excellence celui du chêne vert (10).

Le chêne vert supporte une légère couverture de neige protégeant ainsi les jeunes rejets des froids rigoureux et pouvant contribuer à la levée de dormance des bourgeons.

γ. Conditions édaphiques

Indifférents au sol, l'espèce Quercus ilex évolue aussi bien sur schiste, sur calcaire que sur marnes et dolomies : dans les stations froides il est localisé sur les calcaires car ceux-ci sont chauds (9) cependant comme la plupart des espèces arborescentes méditerranéennes, le chêne vert disparaît dans les dépressions trop argileuses et sur sols très humides (11).

δ. Facteurs biotiques

Quercus ilex est touché dans son développement et sa production par les maladies cryptogamiques, les entomophages et les incendies. La plus importante des maladies cryptogamiques est l'odour causée par *Microphaera quercino*.

Le chêne vert est aussi attaqué par les saprophytes et parasites du bois tels que *Stereum frushulosum*.

Les insectes ravageurs sont représentés par des xylophages comme *ces ambyacado L*, par les prédateurs du fruit du genre *Balaliners* et par les prédateurs des feuilles.

Les dommages causés se traduisent par une floraison complète de l'arbre lui donnant ainsi un aspect squelettique, il en découle des perturbations physiologiques favorisant l'attaque d'autres ravageurs et l'installation de maladies.

D'une manière générale le chêne vert est connu comme une espèce peu sensible au feu. Seulement, cette résistance aux incendies n'est pas très valable pour nos chenaies qui ne fut hélas l'objet d'aucun aménagement (12).

d. Utilité et Utilisation

En plus des avantages qu'apporte tout peuplement forestier, le chêne vert est fort intéressant par ses produits .

Le bois extrêmement dur, compact et pesant très résistant à la submersion et à la pourriture fut très fonctionnel comme bois de marine et pour la tonnellerie. On pourrait l'utiliser avec profit pour les travaux hydrauliques.

Comme combustible, c'est l'un des meilleurs bois. Son charbon a un grand pouvoir calorifique (4500 cal). (13) (14).

Les feuilles, siège de la photosynthèse, assurent avec le sol la nutrition des végétaux supérieurs par le biais de l'assimilation chlorophyllienne.

Malheureusement chez Quercus ilex Eckarot, Hein, Methz et Sauvezon (15) montrent que le feuillage n'utilise qu'une très faible partie de rayonnement photosynthétique utilisable du fait de l'opacité des feuilles. Le bilan de l'échange de CO₂ serait équilibré en prolongeant la photosynthèse sur l'année grâce au caractère persistant des feuilles. L'un des avantages des feuillages est l'apport d'une litière abondante qui protège le sol de l'érosion hydrique et du lessivage intense.

Les feuilles sont aussi distribuées fraîches à des caprins entraînés au pâturage sur parcours (16).

Le pâturage sous yeuseraie était aussi fortement pratiqué en Europe les glands nourrissant les troupeaux de cochons dont la chair était jugée excellente.

D'ailleurs jusqu'à ce jour les meilleurs charcuteries espagnols tels que le cervelas et les jambons proviennent des régions à chêne vert.

Les glands de la variété chêne vert à glands doux sont comestibles par la population et font même l'objet d'un commerce non négligeable.

En effet le prix du Kilogramme peut atteindre en Kabylie 12 DA. En outre ils sont utilisés en Espagne pour faire des bouillies et des mélanges de café (9).

Toutes les parties du chêne vert sont utilisées en pharmacopée comme astringente, d'où l'emploi de décoction pour arrêter les cours du ventre " les hémorragies utérines et pour soigner les plaies, le scrofule et les hémorroïdes. (9).

2. MONOGRAPHIE DU CHENE LIÈGE (QUERCUS suber)

a. Répartition du chêne liège

α. Dans le monde

La distribution du chêne liège est limitée actuellement à la région méditerranéenne occidentale où il existait déjà au début du quaternaire. Il y trouve réunis les conditions nécessaires à sa végétation grâce à l'influence atlantique qui vient adoucir le climat méditerranéen typique en corrigeant la grande amplitude thermique et en réduisant la grande aridité de la saison estivale.

L'aire mondiale du chêne-liège se limite selon Natividade (17) à 2.150.000 ha et 1.545.000 ha plus des deux tiers en zone atlantiques.

Les surfaces occupées par le chêne liège se répartissent au niveau des pays producteurs selon ce tableau 1.

Pays	Natividade en ha	Viney & chantreil 1864 en ha	Institut de développement 1971 en ha	Mara 1978 en ha
PORTUGAL	740 à 820	1010	600	-
ESPAGNE	500	350	330	-
ALGERIE	440	400	200	468
MAROC	400	425	300	-
TUNISIE	140	100	100	-
FRANCE	70	70	54	-
ITALIE	50 a 70	90	70	-

Tableau 1 : Surfaces occupées par le chêne liège

L'écart d'estimation des surfaces occupées proviendront : des effets répétés de dégradation (incendie, pâturage), de substitution d'essences.

β. Dans le bassin méditerranéen

* Le chêne liège en France

L'aire du chêne liège s'étend sur les départements des Landes, du Lot et la Garonne pour la zone atlantique, des Pyrénées orientales, du Var, de la Haute Corse du sud pour la zone méditerranéenne.

La répartition des suberaies françaises est représentée par l'a (18).

* Le chêne liège au Portugal

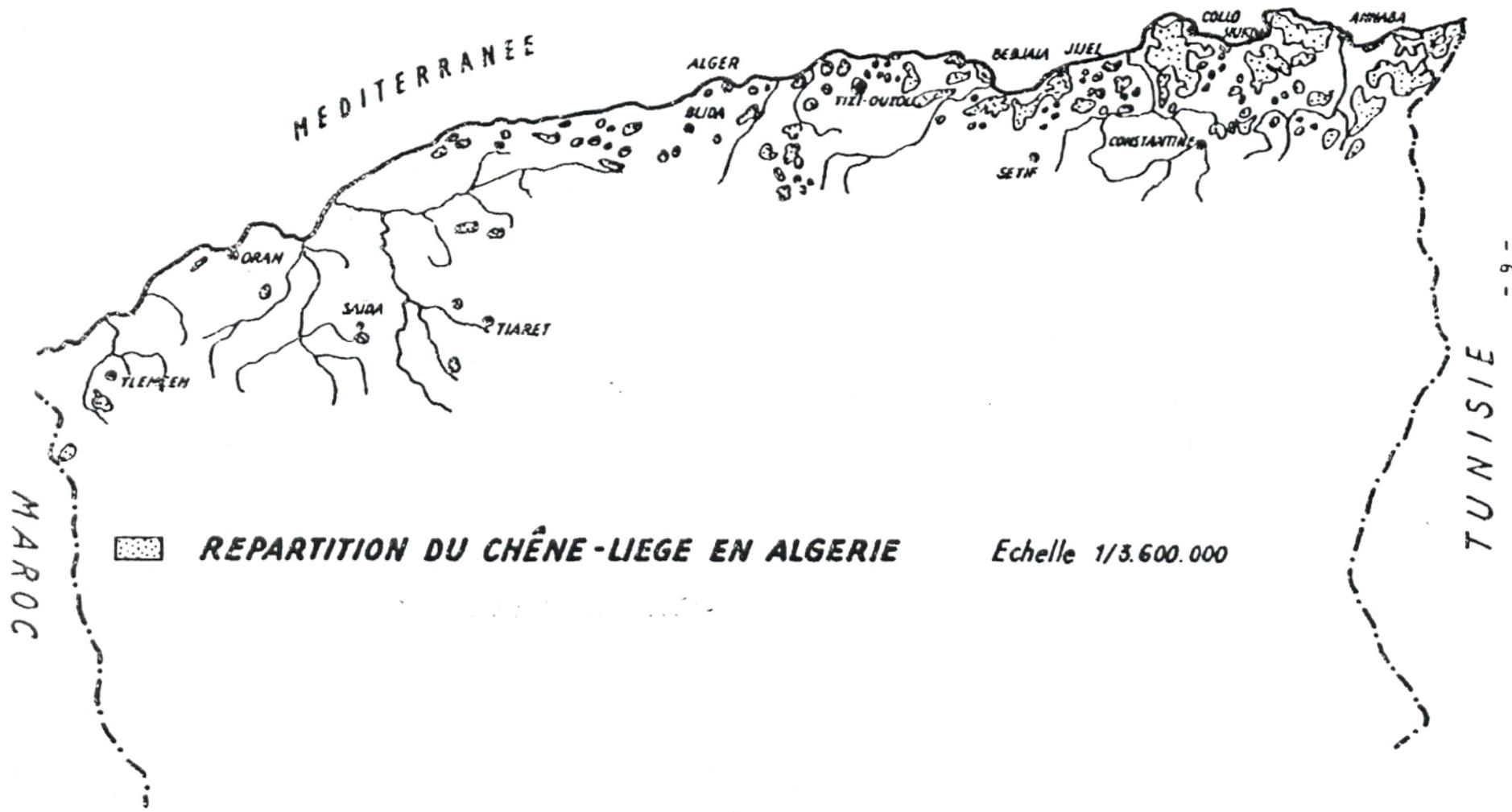
Quercus suber croit tout à fait à son aise sur le territoire des autres espèces ligneuses sans se soumettre en apparence aux bornes dressées par la phytosociologie.

* Le chêne liège en Algérie

La surface totale des feuilletts en Afrique du Nord est de 3.869.000 ha (18) soit 56,3% de la surface totale de la végétation forestière principale le chêne liège avec 643.000 ha soit 21,8%. Ce dernier est en état d'équilibre instable et se maintient de justesse dans son aire.

En Algérie, la culture du chêne-liège est extensive. Le chêne liège occupe aujourd'hui sur le littoral méditerranéen au Maghreb, une bande de 600 Km qui s'étend d'Alger à Bizerte. De cette zone

- 32 -



 **REPARTITION DU CHÊNE-LIEGE EN ALGERIE**

Echelle 1/3.600.000

cotière dont la plus grande largeur ne dépasse guère 60 - 75 Km, 450 Km appartiennent à l'Algérie depuis Alger jusqu'au cap Roux, un peu à l'Est de la Calle. Le reste appartient à la Tunisie.

La carte forestière de l'Afrique du Nord montre la dispersion actuelle des suberaies de l'Algérie qui occupent quelques 439.000 ha répartis ainsi :

Le constantinois avec 391.000 ha

L'Algérois avec 41.000 ha

L'Oranie avec 7.000 ha.

C'est dans la partie orientale du territoire Algérien, mieux dotée au point de vue climatique que sont placés le peuplement les plus meilleurs et les plus vastes (Akfadou, Edorgh, Gerrouch etc...) (18).

b. Taxonomie et caractères botaniques

α. Taxonomie

Le chêne liège appartient à l'embranchement : Tracheophyte

S/ " : pteropsidés

Classe : Angiosperme

S/ " : Dicotyledone

Ordre : Fagales

Famille : Fagaceae

Genre : Quercus

S/ " : Sclerophylloidy

Espèce : Suber L.

β. Philologie

Le chêne liège est appelé différemment suivant les régions dans lesquelles on le trouve

- Quercus suber (latin)
- Iggui (Berbère)
- Fernane (Arabe)
- Sobreiro (Portugais).

γ. Caractères botaniques

Le genre **Quercus** embrasse un grand nombre d'espèces. Il en comprend environ 320 d'après Schwarz. **Quercus suber** L est décrit pour la première fois par le botaniste Suisse Linné en 1753.

Caractères qui le distinguent des autres chênes :

- Le remarquable développement que peut atteindre l'enveloppe suberveuse du tronc et des branches.
- Aptitude du tronc et des branches de l'arbre à produire du suber.
- Homogénéité et la pureté des tissus subereux. Le chêne liège est un arbre de grandeur moyenne (10 -20m). Sa cime est globuleuse quand la forêt est claire par contre quand le peuplement est serré elle prend une forme élancée.

Les feuilles sont petites, à face inférieure tomenteuse. Elles sont persistantes. En Algérie, leur chute, n'a presque jamais lieu simultanément de sorte qu'un même arbre n'est jamais dépouillé complètement.

La floraison est monoïque (mâles et femelles sur un même arbre mais distincts). La période de floraison est longue, les glands se forment pendant l'année. Ils tombent d'Octobre à Janvier suivant l'altitude et l'exposition.



Fig 2: Glands avec feuilles adulte
de chene Liege

Les châtons mâles (40 - 80 mm) minces, pendants, sont réunies en fascicule à l'aisselle des feuilles ou à la base du rameau de la même année. Les châtons femelles à axe pointu court, portent 2 - 5 fleurs à l'aisselle des feuilles. Les glands mûrissent en Octobre. Leurs formes et leurs dimensions varient suivant les arbres. *Fig 2.*

La fructification est alternée c'est à dire qu'une ou plusieurs années de disette ou de production réduite succèdent à une ou plusieurs années d'abondance. Cette fructification alternée résulte de la lente accumulation des réserves nécessaires aux processus de reproduction, soit en raison de la pauvreté et de la sécheresse des terrains sur lesquels l'arbre végète d'habitude soit par suite de la haute pression osmotique de la sève qui est en rapport avec le lent déroulement des processus physiologiques.

C. Approche écologique

α. Conditions climatiques

Les conditions écologiques sont déterminées par le climat et le sol. **En** altitude, le chêne-liège est rencontré en Algérie jusqu'à 1200 m, rarement 1300 m, c'est donc une essence de montagne de moyenne altitude. Il a besoin de chaleur, de lumière, d'humidité et de pluviométrie supérieure à 600 mm/an. Il a besoin aussi d'une humidité atmosphérique de 60% au moins durant les mois de saison sèche.

* Pluviométrie et Température

Les exigences au point de vue de l'humidité sont très marquées. Les tranches pluviométriques sont insuffisantes et mal réparties. Un

élément du climat de grande importance en matière de végétation et surtout de régénération du chêne-liège est la fréquence des pluies tombant durant les mois de la saison estivale (Juin - Septembre), c'est ce qui explique que la régénération du chêne-liège en Algérie est aléatoire. Le chêne liège a besoin d'une température de 13° à 18°C. Il ne supporte pas le froid minimum 9°C. (18).

* Exposition

Si on examine maintenant sa répartition entre les étages climatiques et de végétation, on voit que les 9/10 de forêts de chêne-liège en Algérie sont en étages humides, et une surface réduite en étage sub-humide, quelque soit l'étage, l'exposition joue un rôle très important dans l'évolution du chêne-liège.

β. Conditions édaphiques

Au point de vue sol, le chêne-liège est aussi exigeant qu'en matière de climat. Il est essentiellement calcifuge et manifeste une répulsion pour les terrains argileux. Il marque sa préférence pour les terrains siliceux (grés humidiens) sur lesquels se trouvent les plus grandes forêts de chêne-liège, tout en s'accommodant à bien d'autres catégories de sol sauf les terrains calcaires.

δ. Utilisation du Chêne-liège

α. Bois d'oeuvre

Le bois d'oeuvre du chêne-liège, largement utilisé autrefois pour

les constructions navales, a aujourd'hui des applications très restreintes en papeterie, outils agricoles rudimentaires, linteaux, marteaux de cheminée etc...

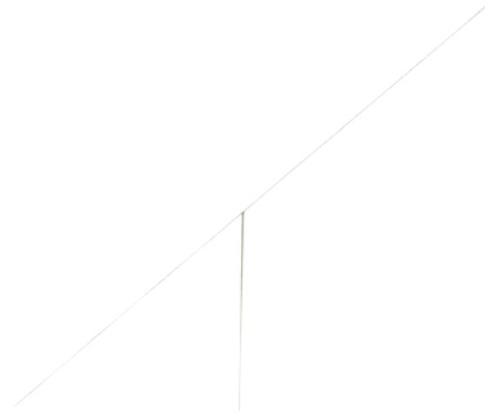
Une fois poli il présente un grain agréablement argenté, caractéristique du bois de chêne. On l'utilise pour la fabrication des meukles.

β. Glands

Le gland du chêne-liège est moins estimé que celui du chêne vert. Il est utilisé pour l'engraissement du bétail (17).

On connaît quelques chênes-lièges qui donnent des glands doux, plus appréciés par le bétail. Nous pensons toutefois qu'ils sont assez rares dans les suberaies du Portugal à l'inverse de ce qui semble se produire dans les suberaies du Maroc et de l'Algérie, où parfois la population s'en nourrit.

Le gland sec broyé, mélangé avec du son, est un bon aliment pour la volaille (17):



B. QUERCUS A FEUILLES CADUQUES

1. MONOGRAPHIE DU CHENE ZEEN : (QUERCUS mirbecku)

a. Répartition géographique

α. Dans le monde

L'aire géographique du chêne zeen s'étend de l'Iran jusqu'au Maroc, c'est dans ces régions que sont réunies toutes les conditions permettant le développement de cette espèce.

Le zeen est représenté par plusieurs sous espèces qui se trouvent exclusivement en mélange avec d'autres du même genre tels que le chêne-liège, l'afares et le chêne vert.

β. Dans le bassin méditerranéen

Il n'a pas été signalé en France, en Italie, en Sardaigne, en Corse et aux Baléares. En Espagne et au Portugal, il est représenté surtout par la sous espèce lunlanica (19).

Au Maroc, en dehors du rif où il forme des massifs assez étendus on le rencontre dans les stations disjointes généralement peu importantes en montagnes humides en raison de ses exigences climatiques.

En Tunisie, le chêne zeen se rencontre presque partout en mélange plus ou moins intime avec le chêne liège. Il forme toutefois deux vastes massifs d'un seul tenant à Ferja et à Ain Draham (20).

En Algérie, on le trouve partout où il y a du chêne-liège, dans la forêt d'Hafir près de Tlemcen, à Nesmouh, aux environs de Tenès, dans la forêt du Thiat-El Hadd, notamment dans celle du cèdre dans les régions de Cherchell, l'Atlas de Blida. Mais c'est en Kabylie, dans le

Djurdjura et au Nord de Constantine de superbes peuplements.

On estime à 65.000 ha en Algérie et à 20.000 ha en Tunisie la superficie qu'il recouvre (21).

b. Taxonomie et caractères botaniques

α. Taxonomie

Selon M. Huguet Del Villar le terme faginéa concerne une espèce certes mais le terme mirbeckü concerne une autre espèce.

Nous donnerons la systématique de M. Huguet Del Villar laquelle selon Boudy (20) semble la plus juste.

Embranchement	:	Trachéophytes
S/ "	:	Ptéropsides
Classe	:	Angiospermes
S/ "	:	Fagales
Famille	:	Fagaceae
Genre	:	Quercus
S/ "	:	Sclerophyllodys
Espèce	:	Boetica (Espagne, Portugal, Nord Est du Maroc) mirbeckü (Algérie, Tunisie, plus rare au Maroc localement en Espagne).

β. Philologie

Suivant le pays dans lequel on le trouve, il prend le nom de
- boetica mirbeckü (forme transitoire).

- Marocana (Atlas Rifan du Maroc, moyen Atlas du Maroc, Hafir en Algérie).

- Tlemcenenas (Tlemcen forêt du Hafir en Algérie)
- Faginea (Peninsule Ibérique, présence douteuse en Afrique du Nord)

En Algérie nous rencontrons le chêne zeen sous 4 espèces

- mirbeckü
- Marocana
- Tlemcenenas
- Faginea

δ. Caractères botaniques

Les caractéristiques botaniques du chêne zeen sont les suivantes :

Une essence à feuilles ligneuses non subereuses ; l'arbre est souvent élevé pouvant atteindre 20 à 35 m de hauteur. L'essence est apétale, les rameaux sont bruns à lenticelles pâles, les bourgeons sont ovales poilus puis glabres pourvus de stipules linéaires poilus.

L'écorce est de couleur brunâtre parcourue longitudinalement par des fentes régulières surtout à la surface. Les analyses qui ont été faites d'après Lotherbre démontrent que l'essence contient une quantité importante de Tannin (22).

Des études faites par le laboratoire des mines de Tunis et à la station agronomique d'Alger suivant le procédé Muntz et Ram Spacher montrent que :

A Tunis l'écorce d'arbre de 5 à 15 ans contient 9% de Tannin

l'écorce d'arbre 11 à 25 ans contient 13% de Tannin

l'écorce d'arbre plus de 30 ans contient 10 à 71% de Tannin.

A Alger : Ecorce d'arbre de 5 à 8 ans contient 10 à 26% de Tannin.

Les feuilles sont tardivement caduques, persistantes dans les



Fig 3: Rameau de chêne zéen .

régions basses au moins en partie jusque vers la fin d'hiver : Elles sont de formes et de dimensions très variées.

Le fruit est un gland indhéxent enchassé dans une capsule composée d'écaillés de formes cylindriques solitaires ou groupés agglomérés par 2 à 3 glands sur un pédoncule de 0,4 à 2 cm, la fructification est régulière et abondante chaque année.

Le gland est ovoïde de dimension de 1,5 à 4 cm x 0,8 à 1,8 cm. Il est un peu mucroné, à mucron plus ou moins pubescent, à aréole d'insertion plus ou moins proéminente égalant la moitié du diamètre du fruit. Fig 3 .

La floraison est en Avril - Mai et la fructification est en Octobre - Novembre.

C. Approche écologique du chêne zeen

Le chêne zeen qui ne forme de peuplements que dans les stations fraîches et bien arrosées constitue alors des peuplements purs mélangés.

Le chêne zeen est une essence montagnarde, ou plus exactement de moyenne montagne. En raison de ses exigences écologiques, il est loin d'avoir la plasticité du chêne vert (20).

Les facteurs écologiques qui ont de l'influence sur son écologie sont l'altitude et les facteurs climatiques ; l'effet du facteur édaphique est secondaire.

α. Altitude

L'altitude convenable au chêne zeen peut varier de 100 à 1600 m

et peut aller jusqu'au 1800 m en exposition sud. Son altitude moyenne en Afrique du Nord est de 700 à 800 m. Mais, on le rencontre parfois dans des situations particulières au bord de la mer.

β. Les conditions climatiques

Le **chêne** zeen ne vit que dans les régions de fortes précipitations au moins 800 mm/an et en prend son plein développement qu'en exposition Nord et dans celles recevant plus de 1000 mm de pluie en moyenne/an.

La nebulosité et le brouillard favorisent sa prospérité.

Les températures moyennes qui permettent sa croissance varient entre 15 à 36°C. Il peut supporter de minimales de -8°C.

On ne le trouve que dans les étages bioclimatiques humides et subhumides ; dans l'étage subhumide il occupe une place assez limitée en Algérie en bordure sud de la région de Constantine, à Thiet El Hadd et à Tlemcen.

γ. Conditions édaphiques

Le **chêne** zeen est indifférent à la constitution physique et chimique de son substratum édaphique pourvu que le sol soit frais, il prospère aussi bien sur le sol calcaire que sur le sol silicieux. Sa prospérité est surtout remarquée sur le sol suffisamment profond et perméable.

CHAPITRE II

chêne plante toxique



INTRODUCTION

Jusqu'à présent, le problème d'identification de fraction toxique de chêne reste posé, une alternative a été utilisée pour découvrir si les constituants autres que le tannin étaient toxiques. Ces substances extraites ont été testé pour leur toxicité sur des rats après injection intrapéritonéale.

Les résultats peuvent se résumer comme suit :

Substance	Dose maximale	Dose lethale (mg/Kg)
Acide ellagique	250	non toxique
Acide gallique	1600	"
Quercitol	2000	"
Quercitrine	250	"
Tannin	1600	50
Alcaloïde non identifié	300	non toxique

La seule substance lethale par injection intrapéritonéale que peut contenir le gland est le tannin hydrolysable. Les autres constituants possèdent une toxicité insignifiante (23).

A. LE TANNIN DANS LE CHENE

Le tannin se trouve dans toutes les parties de l'arbre surtout dans les jeunes feuilles et les fruits verts. Extrait de l'écorce, il est utilisé pour le tannage du cuir. D'autres suggestions affirment que les substances toxiques y compris celles qui sont produites dans les champignons existent dans le gland (24).

Les animaux les plus affectés sont le bétail et dans une proportion moindre les chevaux, les porcs et les chiens.

La période la plus probable à l'intoxication est le début de l'automne. Pour la Grande Bretagne, l'année 1984 était caractérisée par un été long et chaud par conséquent un faible pâturage et une production abondante de gland, ce qui provoqua un ravage dans le bétail par une intoxication due au gland (24).

Les symptômes habituels du bétail se caractérisent par une atteinte de l'appareil digestif, une diminution de l'appétit, un gonflement abdominal avec douleur, une constipation légèrement associée à des gémissements, enfin une diarrhée sangulante noirâtre.

L'animal présente alors un rein endommagé entraînant souvent la mort. L'intoxication chez les chevaux est caractérisée par une mousse autour de la bouche avec perte de coordination. (Tableau 2).

Dans le passé, les glands utilisés pour l'engraissement des porcs pouvaient entraîner des intoxications. Consommés en quantité raisonnable le gland ne présente aucun danger.

B. TOLERANCE AU TANNIN

Par voie buccale et grâce à l'existence d'un mécanisme protecteur chez les animaux le tannin ne présente aucun effet toxique alors que s'il était injecté par petites doses dans les tissus il provoquerait des troubles du fonctionnement hépatique pouvant même entraîner la mort.

Le degré de toxicité dépend du genre de tannin; extrait de Quercus havardii, il provoque des signes toxiques sévères même

administré par voie buccale chez les lapins (25). La même dose injectée par voie sous-cutanée produit chez les lapins des troubles hépatiques temporaires (26). Aucun effet n'est observé quand il s'agit du tannin de Quercus pedunculata administré en doses légèrement inférieures et par voie buccale (23).

La différence de degré de toxicité des différents tannins est probablement expliquée dans la taille moléculaire bien que ce ne soit pas une évidence suffisante pour soutenir ce concept. Selon certains auteurs la haute toxicité du tannin d'espèce de Quercus correspond à leur poids moléculaires (Tableau 3).

La tolérance du tannin varie entre les espèces animales : les rats sont plus résistants au tannin que les souris (27). Les ruminants semblent tolérer relativement un haut niveau de tannin qui peut varier de 0,6% à 5% (28)(29).

Un retard de croissance a été observé chez des poules nourries avec une composition d'aliment contenant 0,6% de tannin (30)(31).

C. TOXICITE

La grande taille moléculaire et sa réactivité conséquente empêche son adsorption par la superficie digestive (26)(32)(33).

Le tannin hydrolysable peut être dégradé dans les intestins en composés phénoliques et en sucre (33) qui sont alors absorbés (33).

Le groupement méthyle exigé par cette réaction est fourni par la choline et la méthionine (34) qui va réduire la toxicité du tannin (35).

Les tannins condensés ne sont pas dégradés au cours de la digestion (36) et improbable qu'ils passent à travers la paroi intestinale (37).

Tableau 3 : Les différents types de tannins
dans quelques espèces fourragères

Source	Type de Tannin
Calluna Vulgaris	Tannin condensés, polymère lineaire de leucocyanidine (48)
Ceratonia Siliqua	a : <u>gousse verte</u> large quantité de Tannin hydrolysable principalement gallotannin. Tannin condensés present : Leucodelphinidine hautement polymerisés (49); (50) b. <u>Gousse mûre</u> Trace de gallotannin, mais principalement leucodelphinidies condensées c. <u>Feuilles</u> Probablement leucodelphinidines polymensées (51)
Coronilla Varia	Tannin condensés probablement derivé de leucodelphinidène et leucocyanidin (52)
Desmodium Species	Tannin condensés, probablement du leucocyanidines et leucodelphinidines polymerisés (53)
Lespedeza cuneata	Tannin condensés (PM 14000 - 20.000) principalement dérivés de leucodéphenidines petites quantités de catechines et leucocyanidines (54); (55)
Medicago sativa	Catechine tannin condensés et gallotannin (36)
Gnaphalium viciaefolia	Tannin condensés, probablement dérivés de leucodelphinidies et leucocyanidines (56)
Quercus robur	Tannin hydrolysable (PM 1680) principalement type A Ellagique mais quelques gallotannin présents. Tannin condensés PM 6780) dérivés de catechine (57)
Grain Sorghum	Tannin condensés qui produit en flavone probable eriodictyol et anthocyanidine pelargonidin (58)

La consommation d'une grande quantité de tannin condensé entraîne une irritation intestinale.

L'absorption du tannin provoque des dommages rénaux (38), (39), des détériorations hépatiques (40), (41), (42) peuvent survenir si les mécanismes de détoxification sont inadéquats lors de l'absorption des composés phénoliques.

D. TRAITEMENT

Le traitement recommandé (43) consiste en l'administration de la parafine ou de purgatifs oléagineux additionnés au lait qui se comportent comme un mucilage et un stimulant.

Forsythe (44) pense que le sucre et la levure boulangère administrés par voie orale rétablissent la flore normale du rumen.

Dollahite, housholder et Camp (45) trouvent que l'alimentation simultanée d'hydroxyde de calcium et de quantité létale de Quercus havardü empêchent l'intoxication du bétail.

Batu, Nardas et Gubel (46) démontrent l'effet protecteur d'hydroxyde de calcium à une concentration de 0,16% dans l'eau potable ou de 5% dans la nourriture du lapin.

CHAPITRE .

III

les facteurs de variation
de la composition
chimique des glands



INTRODUCTION

Parmi les facteurs qui influent sur la composition chimique de l'espèce, le stade de développement et le stockage sont les plus importants.

A. LES VARIATIONS LIEES A L'ESPECE

D'après certaines études réalisées sur le gland mûr de chêne blanc : Quercus alba et le chêne shumard Quercus shumardu il a été montré qu'ils constituent une source d'alimentation pour plusieurs espèces sauvages (59) dont la survie et le nombre dépendent spécialement de la présence de glands de qualité et de sa disponibilité (60). Leur maintien nécessite l'établissement de chêne dans l'écosystème forestier.

L'espèce la plus consommée est celle du chêne blanc en comparaison avec le groupe du chêne noir (chêne shumard). Cette préférence pourrait être expliquée par une analyse des composés chimiques des glands des 2 groupes (61).

Les glands du groupe de chêne blanc présentent des teneurs plus élevées en azote, en cendre, en hemicellulose mais la quantité de lipides et de matière sèche y est plus faible que dans les glands du groupe de chêne noir (Tableau 4).

B. LES VARIATIONS LIEES A LA CROISSANCE ET A LA MATURITE

DU GLAND

Durant trois années d'observation de croissance et de maturité de glands de chêne shumard et blanc, on constate une augmentation

Tableau 4 : Composition chimique des glands de 11 espèces de chêne (61)

Composés	Groupe de chêne blanc					Groupe de chêne noir					
	blanc	SC	Live	Post	St	Water	Willow	Black	BJ	NR	SR
matière sèche	60,5	54,5	71,3	67,3	66,9	81,9	79,5	87,2	82,6	79,4	80,2
Protéine brute	4,6	4,4	5,8	6,8	6,6	4,9	5,5	5,7	5,9	79,4	7,0
Lipide	5,8	2,9	6,1	6,7	4,7	21,1	20,0	17,5	26,2	4,9	22,7
Fibre	18,6	22,3	14,6	8,1	12,4	17,6	18,9	16,6	15,8	14,0	19,9
N.F.E.	68,3	67,6	71,7	65,3	73,2	54,0	53,5	57,9	49,0	52,3	48,6
Cendre	2,7	2,8	1,8	3,1	3,1	2,4	2,1	2,3	2,1	2,4	1,8
Ca	0,18	0,14	0,13	0,22	0,20	0,18	0,23	0,19	0,16	0,15	0,23
P	0,09	0,09	0,09	0,09	0,14	0,08	0,07	0,10	0,12	0,08	0,11
Silice	0,06	0,04	0,05	0,14	0,06	0,08	0,02	0,03	0,02	0,10	0,06
Cellulose	14,0	16,6	11,4	15,6	11,0	10,1	12,3	13,6	8,8	19,3	12,6

régulière du poids sec pour les deux espèces et ceci de Juillet au début Novembre.

L'analyse chimique des glands de chaque espèce montre que les hydrocarbures sont la principale substance de stockage accumulée rapidement durant la fin d'Août alors que le contenu d'humidité diminue (Fig 4).

La maturité physiologique est aussi indiquée par la germination normale qui s'effectue en fin Octobre ou au début Novembre quand la moyenne des hydrocarbures est de 25% chez les glands shumard et de 40% chez les glands de chêne blanc.

Les taux de lipides pour les deux espèces sont faibles et stables durant le mois de Septembre ; puis montent rapidement (Fig 5). Les glands mûrs de chêne shumard contiennent 98 mg/g de lipides dans les graines. Ce taux est double de celui du chêne blanc.

La concentration de l'azote soluble reste stable chez les glands de chêne blanc. Mais elle décroît pendant toute la saison chez shumard (fig 5).

Le taux de l'azote protéique décroît chez les deux espèces durant le début de Septembre alors qu'il continue à diminuer chez le chêne blanc et il augmente chez le shumard (Fig 5). Une augmentation similaire de l'azote protéique est accompagnée par une diminution de l'azote soluble dès que la maturité approche.

Les concentrations du phosphore, magnésium et calcium diminuent chez les deux espèces durant la croissance (Fig 3). La concentration du calcium est très élevée chez les glands de chêne blanc alors que le taux

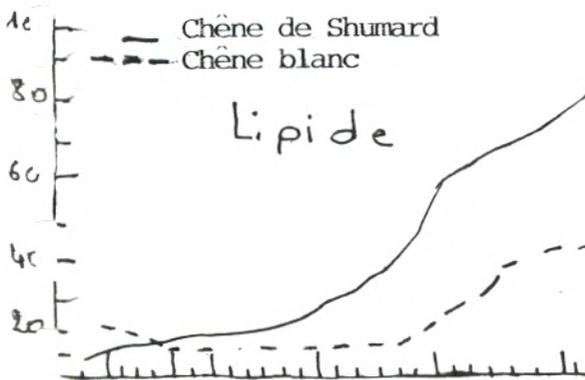
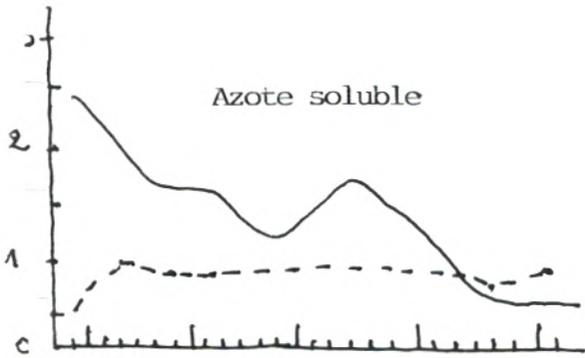
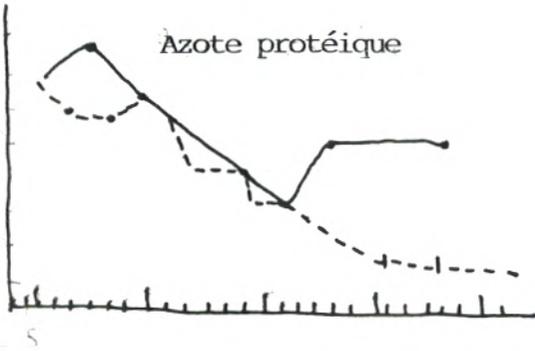
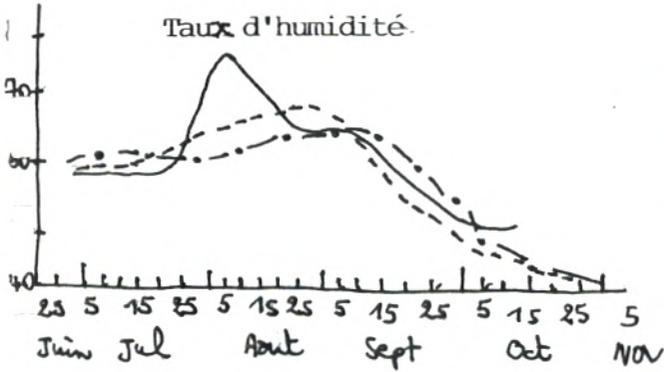
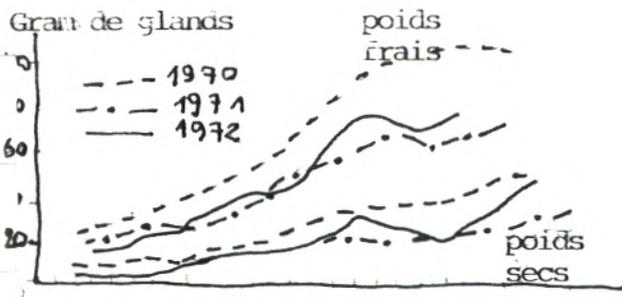


Fig 3 : Changement dans l'azote protéique, azote soluble et le taux de lipide pendant la maturité - (61)

Fig 4: Changement saisoniale du poids frais sec et l'humidité des glands de chêne (61)

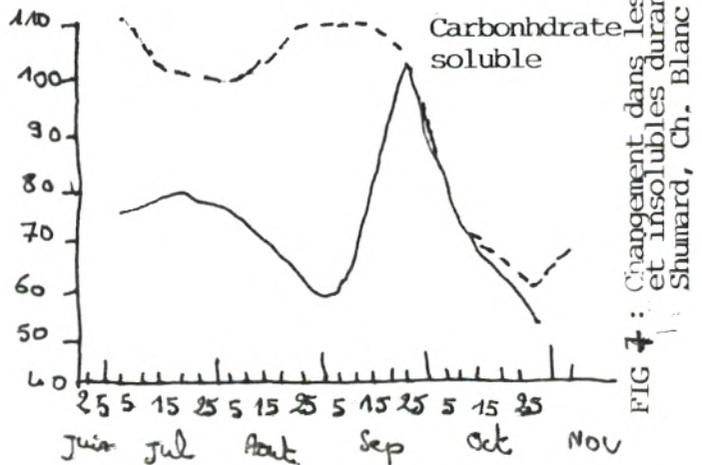
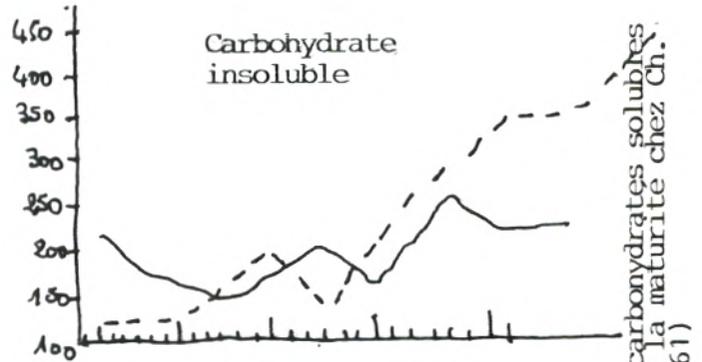
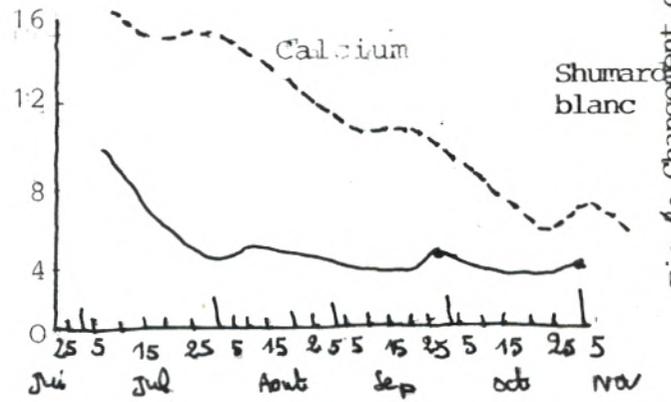
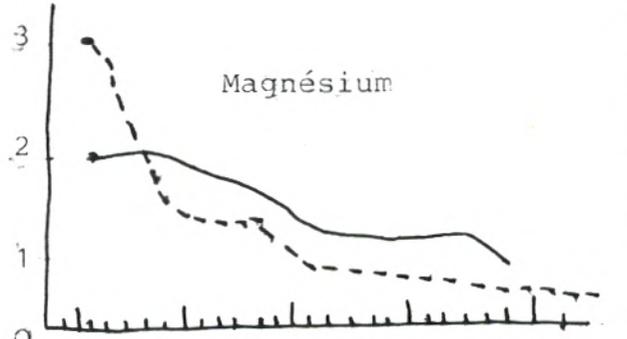
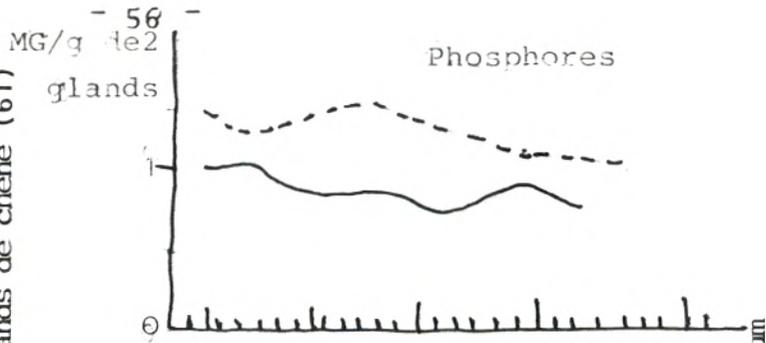


FIG 7 : Changement dans les carbohydates solubles et insolubles durant la maturité chez Ch. Shumard, Ch. Blanc (61)

Changement dans le phosphore magnésium

du magnésium et du phosphore est similaire pour les 2 espèces.

Les concentrations de ces éléments sont semblables à celles constatées chez les autres chêne du sud (62)(63).

Les glands du chêne blanc ont plus de 50% de carbohydrate soluble en Juin que ceux de Shumard ; alors qu'une augmentation brusque en Août est constatée chez les glands de Shumard (Fig 7).

La concentration des hydrocarbures solubles diminue brusquement alors que les formes insolubles augmentent rapidement. Lors d'un travail précédent sur les glands de chêne rouge (64) ce taux de carbohydrate soluble forme des pics, en fin d'Août ou au début Septembre puis décline rapidement.

La conversion en hydrocarbure insoluble prend place durant la maturité du fruit, les glands du chêne blanc contiennent plus de 400 mg/g de grains de carbohydrate insoluble à maturité, alors que les glands de chêne Shumard ne renferment que 140 g.

Les carbohydrates constituent la majeure partie des produits de stockage pour les glands de chêne blanc et Shumard. Les fractions d'hydrocarbure sont estimées à 46,5% à maturité chez le chêne blanc et à 29,3% chez le Shumard. Les lipides sont des composés mineurs pour les 2 espèces 3,8% chez le chêne blanc et 9,8% chez le Shumard.

Les protéines totales sont estimées à 2,8% chez le chêne blanc et 3,8% chez le Shumard.

Les valeurs des échantillons de gland des chênes blancs sont identiques à ceux obtenus avec les glands des autres chênes blancs (Quercus durandii Buckl ; chinkapin : Quercus nuchlenbergii en gelui)(62)(65)

Ces éléments montrent comment les concentrations chimiques relatives changent aussi bien chez le gland mûr de Shumard que chez celui du chêne blanc au Mississippi et des autres étendues. Les moyennes des 2 espèces peuvent différer ; le niveau des carbohydrates apparait comme le meilleur indice chimique de maturité. Le taux de carbohydrates est à 25% chez le Shumard et 40% chez le chêne blanc, ces mesures obtenues pourraient indiquer la maturité.

Le meilleur indice de maturité est la disparition de couleur verte. La maturité des glands du chêne blanc est caractérisée par une couleur brune brillante et chez le Shumard noir, brun rougeâtre (66).

C. VARIATIONS LIEES AU STOCKAGE

Les modifications dans les substances de réserve de gland de Quercus ont été examinées pendant huit mois de conservation à 2°C (67) la teneur des glands de Quercus Nigra , Quercus Shumardii , Quercus Falcata , Quercus Alba en lipides brutes diminuait régulièrement et la teneur en glucides solubles augmentait légèrement pendant cette période (69).

La fraction glucidique insoluble augmente pendant trois ou quatre mois de conservation puis diminue. Les teneurs en eau augmente chez toutes les espèces pendant la période de conservation.

Les résultats indiquent que :

Le taux d'humidité croit significativement durant le stockage pour les quatre espèces (Fig 8 a). Les gros glands (Quercus Shumardii)

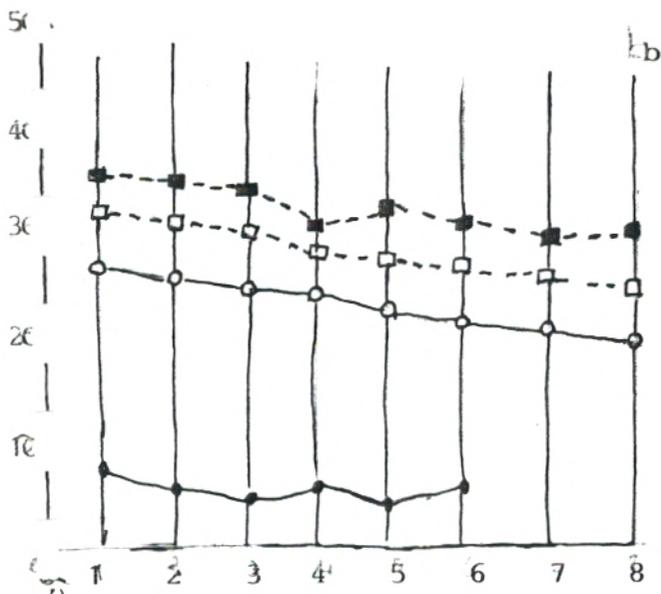
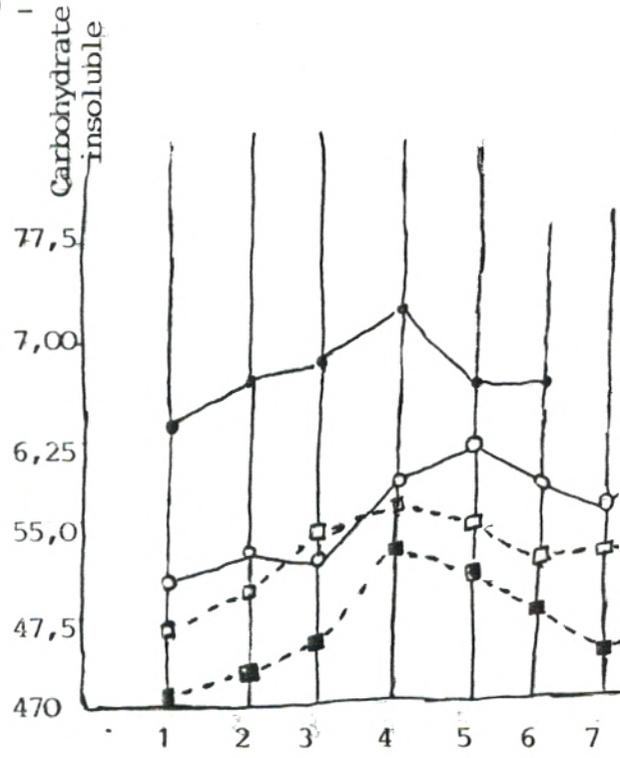
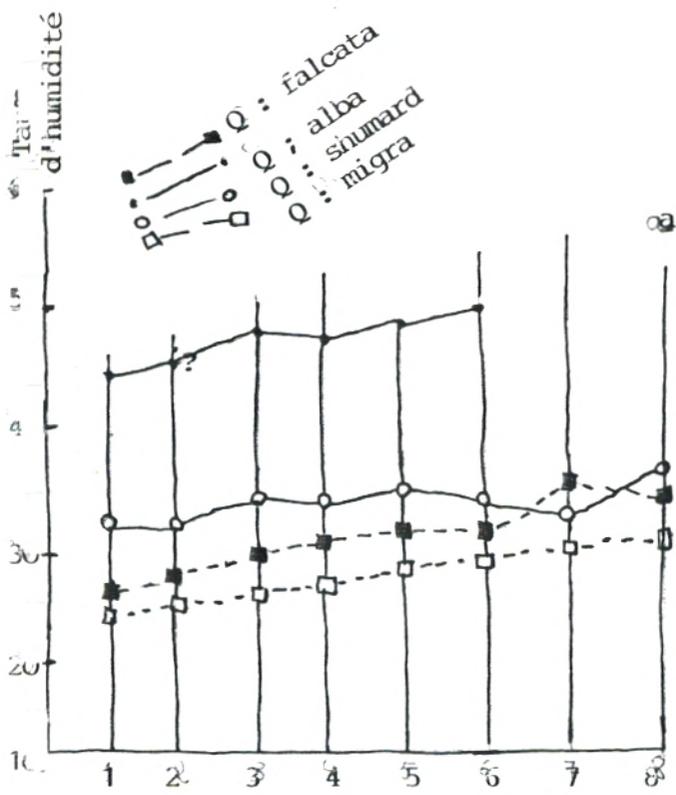
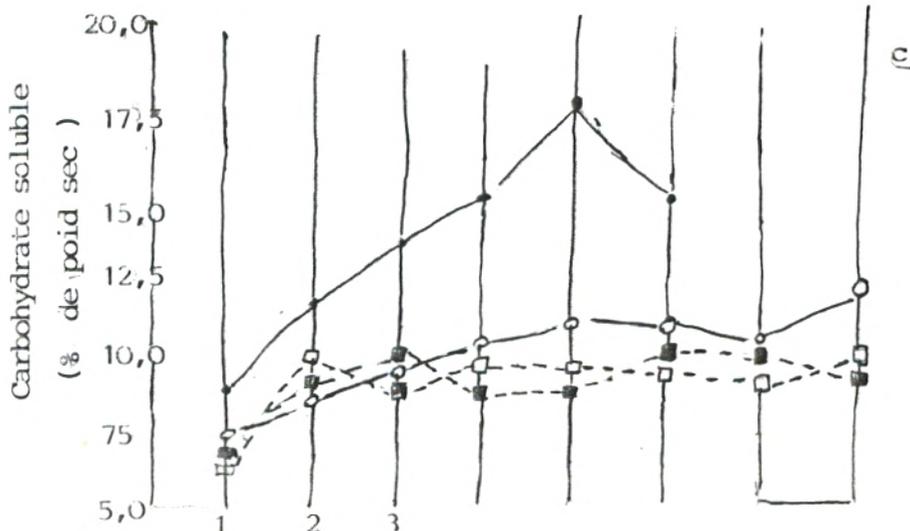


Fig 8 : Taux d'humidité de lipide, de carbohydate soluble et de carbohydate insoluble des glands sans péricarpe durant le stockage (68).



et Quercus Alba) et spécialement Quercus Alba renferment une proportion plus élevée d'humidité que les petits glands Quercus falcata et Quercus Nigra.

1. Lipides

Les lipides occupent entre 20% et 35% du poids sec du gland chez trois espèces du chêne rouge (Fig 8 b). Les glands de Quercus Alba renferment moins de 10% de lipides ce qui suggère que ces glands non dormants comptent sur les lipides comme aliments de réserve.

Le taux de lipides diminue significativement, estimé à 4% à 7% durant le stockage pour les trois espèces du groupe de chêne rouge. Le niveau des lipides chez Quercus Alba diminue durant 5 mois alors qu'il augmente lors de la dernière mesure.

2. Carbohydrates solubles

Le pourcentage de carbohydrates solubles augmente lentement durant le stockage pour toutes les espèces sauf Quercus Alba qui montre un accroissement significatif en pic.

Quercus Alba présente une proportion élevée de carbohydrates, solubles avec présence d'un pic durant le 5^{ème} mois qui décline lors du 6^{ème} mois. Le contenu de carbohydrates chez les trois autres espèces fluctue, mais montre une augmentation significative générale. Le taux de carbohydrates est inférieur à 10% du poids sec total chez les espèces du chêne rouge, il est entre 10% et 18% chez Quercus Alba (Fig 8c).

3. Carbohydrates insolubles

Probablement l'amidon est une grande source potentielle de réserve chez les glands de *Quercus*, il est compris entre 40% à 55% du poids sec chez les trois espèces de chêne rouge et 60% à 77% chez *Quercus Alba*.

Chez les 4 espèces, les carbohydrates insolubles augmentent significativement lors du 1^{er} mois et ensuite déclinent (Fig 5 d). Ces modifications de la composition entraînent de fortes variations de la valeur nutritive. Cette valeur est calculée en calorie /Kg au moyen de coefficient d'Atwater : 85 pour les lipides, 3,9 pour les glucides et 3,7 pour les protides (70).

Elle varie dans les limites assez étroites pour les glands de chêne français 3054 à 3676 calories et de 4089 à 4354 pour les glands de chênes américains du fait de l'élévation du taux de matières grasses.

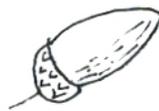
La valeur énergétique de ces farines est donc élevée et équivalente à celle des céréales. Mais la matière grasse est en proportion plus élevée que celle rencontrée dans les farines de céréales alors qu'il y a un déficit en matière azotée par rapport à ces farines, de plus leur valeur alimentaire est moindre car les rapports entre les substances des trois grands groupes sont mal équilibrés.

Le laboratoire central de chimie du Portugal a donné les résultats de la valeur fourragère du chêne liège et vert afin de déterminer la raison pour laquelle le bétail apprécie mieux le chêne vert au chêne liège (Tab 8) (17).

Tableau 5 : Valeur fourragère des glands de Chêne-
liège et de chêne vert

	V A L E U R F O U R R A G E R E	
	Aliment --- 1 UF	UF contenu dans 1kg d'aliment
Gland du chêne liège entier	1,372	0,730
Gland du chêne liège pulpe	1,318	0,758
Gland du chêne liège écorce	1,502	0,667
Gland amer du chêne vert entier	1,345	0,743
Gland amer du chêne vert, écorce	1,275	0,784
Gland amer du chêne vert, pulpe	1,587	0,630
Gland doux du chêne vert, entier	1,351	0,740
Gland doux du chêne vert, écorce	1,189	0,841
Gland doux du chêne vert, pulpe	1,657	0,604

DEUXIEME PARTIE



dosage des composés chimiques des glands de chêne vert, liege zeen



INTRODUCTION

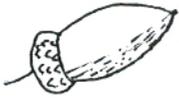
Notre choix qui s'est porté sur quelques espèces de chêne. Une comestible chêne vert et deux espèces fourragères chêne liège et chêne zeen était guidé par le double intérêt que présentent celles-ci ce sont des espèces spontanées d'une part et fourragères d'autre part.

En effet, il y a un grand intérêt à utiliser les espèces spontanées qui représentent une économie pour l'agriculture par leur faible coût de production et de préservation des espèces locales qui sont de production et de préservation des espèces locales qui sont de plus en plus surpâturés et dégradés ce qui facilite l'action de l'érosion.

CHAPITRE

I

materiel biologique



A. COLLECTE ET STOCKAGE

1. Collecte

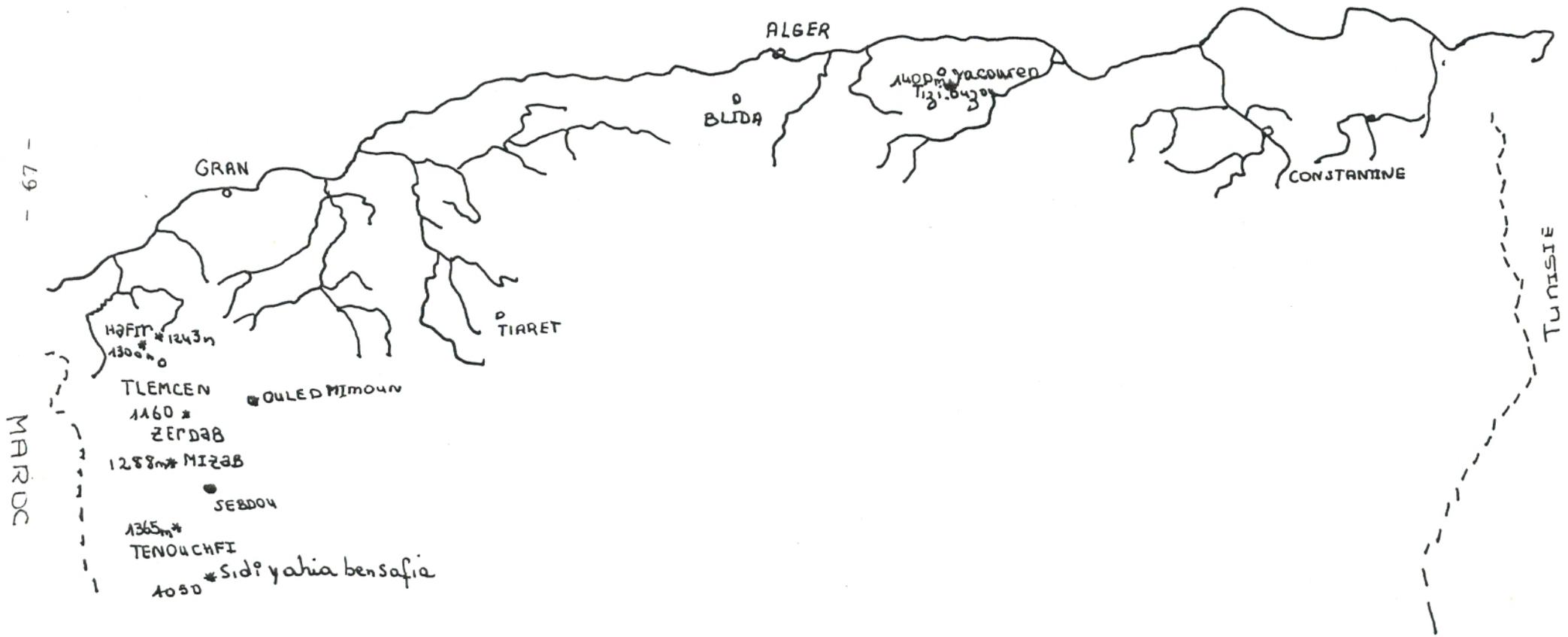
La récolte des glands a été effectuée pendant les mois d'Octobre et de Novembre puisque la fructification débute en Octobre et prend fin en Décembre. Les glands des populations des chênes liège et vert ont été collectés dans différentes stations appartenant aux monts de Tlemcen alors que ceux des populations du chêne zeen ont été récoltés dans les monts de Tizi Ouzou. La cueillette des fruits mûrs à partir de l'arbre nous a permis d'avoir les mêmes conditions pour tous les échantillons.

2. Stockage

Au laboratoire, les échantillons sont étalés sur le sol, ils sèchent ainsi à l'air libre. Nous avons préféré ce mode à l'étuvage pour éviter la formation d'artefacts.

3. Liste des populations étudiées

Les populations des espèces de chêne liège, vert et zeen figurant sur le tableau 6 donnent l'âge des forêts, les dates de récolte, l'exposition des arbres, les différentes stations avec leurs altitudes. (carte 3).



MAROC

TUNISIE

* Station des echantillons

Carte: Repartition des stations des sept populations des glands de chenes

TABLEAU 6 . Caractéristiques des Populations

N°	Chêne vert (Quercus ilex)				Chêne liège (Quercus suber)		Chêne zeen Quercus mirbeckii
	1	2	3	4	5	6	7
Numéro des populations							
Altitude (m)	1288	1365	1050	1300	1160	1243	1400
Exposition	N-O	N-O	O-S	S-E	N	N-E	--
Date de récolte	20/10/88	22/10/88	20/10/88	22/10/88	22/10/88	22/10/88	24/11/88
Age de la forêt (année)	70	70	80	-	60	-	-
Station	ED Azoile Mizab Sebdou	FD Khemis Tenouchfi Sebdou	FD;Khemis Sidi Yahia Sebdou	Hafir	Ouled Mimoun	Hafir	Yacouren

CHAPITRE II

méthodes d'analyses



A. TENEUR EN EAU

Le gland est en premier lieu entièrement décortiqué. Les pulpes débarassées complètement de leur enveloppe sont alors découpées en petits morceaux.

La quantité d'eau est déterminée par une dessiccation jusqu'à poids constant à l'étuve à la température de 100°C - 105°C.

Pour éviter toute reprise d'eau, il convient d'opérer dans des vases émeris placés dans un dessiccateur.

La teneur en eau est définie comme la perte de masse subie dans des conditions de mesure (4).

B. EXAMEN DE FARINE

Les morceaux obtenus sont broyés et placés dans un tamis très fin (1mm) afin d'obtenir une farine aussi fine que possible.

La dessiccation progressive permet une pulvérisation de plus en plus fine ; sur ces farines sont dosés : l'humidité, la cellulose : les cendres et les éléments nécessaires pour déterminer la valeur alimentaire : lipides, protéines et glucides.

Chaque analyse effectuée au laboratoire est répétée 3 fois, c'est la moyenne des trois valeurs qui est représentée sur les tableaux des résultats.

1. Dosage d'humidité

Ce dosage consiste à déterminer le taux d'humidité atmosphérique que peut absorber la farine de gland.

On procède selon la même méthode citée précédemment pour déterminer la quantité d'eau qui permet d'exprimer les résultats en pourcentage de matière sèche.

2. Dosage des matières azotées

a. Dosage de l'azote totale

Il est réalisé par la méthode de Kjeldhal qui s'effectue en trois phases. (72) (73)

α) Minéralisation

* Principe

Le principe de la minéralisation consiste en la transformation de l'azote organique en sulfate d'ammonium sous l'action de l'acide sulfurique à chaud. Elle présente certaines difficultés qui sont essentiellement dues aux causes suivantes :

Un certain nombre des substances organiques azotés échappe à cette minéralisation pour des raisons diverses.

Par ailleurs la minéralisation ne s'effectue que très lentement, il est indispensable d'ajouter des adjuvants de nature forte diverse afin d'accélérer l'opération tels que les oxydants, les réducteurs métalliques; lors de notre manipulation nous avons utilisé un mélange de catalyseur sulfate de cuivre ; sulfate de potassium, selenium.

* Mode Opératoire

Une quantité de 5g d'échantillon est introduite dans un matras de 250ml avec 2g de catalyseur à partir du mélange (15g de sulfate de potassium 5g de sulfate de cuivre + 5g de Selenium) et 10 ml d'acide sulfurique concentré. Le matras est chauffé jusqu'à décoloration du liquide en

vert stable. Il est ensuite complété dans une fiole de 100 ml (73) .

B) Distillation

* Principe

Il consiste en la libération de l'ammoniac par action de la soude qui est retenue dans l'acide sulfurique (73). Cette distillation se fait dans l'appareil de Parnas - Wagner .

* Mode opératoire

10 ml du contenu de la fiole sont traversés dans l'appareil de Parnas -Wagner auxquels sont ajoutés 10 ml de soude. Le distillat est ensuite recueilli dans 10 ml d'acide sulfurique composé de quelques gouttes d'indicateur de Tashiro (10 ml de méthyle rouge à 0,03% dans l'éthanol 70% et 1,5 ml de bleu de méthylène 0,1% aqueux).

* Titrage

Le recueilli est titré par la soude à 0,1000 N avec un facteur de correction de 0,9800 ou 1,3850 jusqu'à réobtention de la couleur initiale de l'indicateur vert.

* Conversion du taux d'azote en taux de protéines

100g de protéines correspondent à 16g d'azote dans la majorité des cas. On utilise un facteur de conversion F fondé sur le taux moyen d'azote des protéines. (73)

$F = 100/16 = 6,25$ et les résultats sont donnés sous la forme.

Protéines brutes (%) = N (%) X 6,25

b. Dosage de l'azote protéique

On traite 2g de farine par 10ml d'une solution de trichloroacide acétique à 10%, le mélange filtré est ensuite lavé avec 5ml du trichloroacide acétique à 2%. Le culot obtenu est constitué uniquement de l'azote protéique, l'azote non protéique est éliminé (73)

L'azote protéique est dosé par la méthode de Kjeldhal décrite précédemment.

c. Dosage des fractions protéiques

Il est réalisé par la méthode d'Osborne (74)

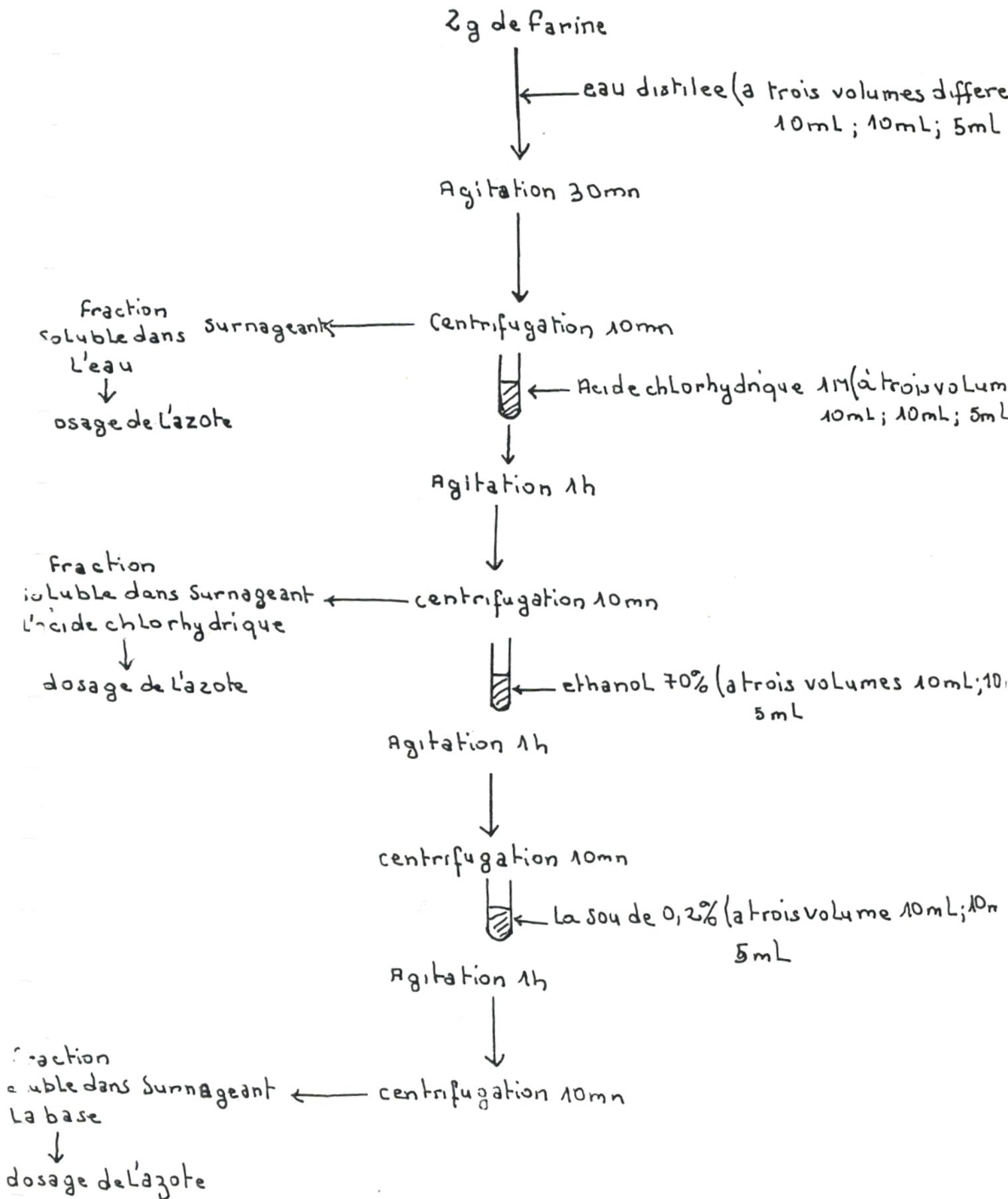
Principe

Cette analyse consiste en une solubilisation protéique de la farine en 4 fractions par action de 3 solutions.

- L'eau distillée solubilise les albumines
- Une solution de chlorure de potassium 1 M solubilise les globulines
- Une solution d'éthanol à 70% solubilise les prolamines
- Une solution de soude à 0,2% solubilise les glutélines

Nous avons utilisé les opérations figurant en schéma 1 les agitations sont effectuées à température ambiante et les centrifugations sont faites à 10.000 T/mn.

On récupère les extraits aqueux, salés, alcalins et alcooliques dont les volumes sont complétés à 25 ml. L'azote sera ensuite dosé par la méthode de Kjeldhal (74).



Schema 1: Protocole du fractionnement d'Osborne

d. Dosage des fractions azotées non protéiques

Il s'effectue selon la méthode de Conway (75)

- Principe

Il est basé sur l'absorption de l'ammoniac par l'acide borique dans une boîte de Conway, le borate d'ammonium est titré avec l'acide sulfurique à une concentration connue.

La boîte d'absorption en polyvinyl chloride conçue par Iraček et Machev a été utilisée (75).

- Mode Opérateur

On verse 0,5 à 1 ml de la solution à dose (a) dans la première moitié de la boîte, dans la deuxième 1 ml de la solution alcaline (c) et 1 ml de 2% d'acide borique avec l'indicateur (b) dans la partie centrale. La boîte est fermée hermétiquement. Les solutions étudié et alcaline sont mélangées avec précaution puis gardées à une température ambiante durant 10h.

On enlève ensuite le couvercle, on titre l'acide borique avec la solution sulfurique à 0,01N jusqu'au virage du vert au violet le titrage est réalisé par une microburette avec une extrémité étirée. Lors de notre étude on a pu doser l'azote ammoniacal et amidique.

* Azote ammoniacal

0,5 ml d'extrait d'éthanol sont versés dans une partie de la boîte de Conway et dans l'autre partie 0,25 ml d'hydroxyde de potassium mélangés avec précaution sont gardés à une température ambiante durant 10h. On enlève ensuite le couvercle, on titre

l'acide borique avec l'acide sulfurique à 0,01N jusqu'au virage.

* Azote amidique

Il est calculé directement de la manière suivante :

Azote amidique = Azote non protéique - Azote ammoniacal

N.B. Préparation des différentes solutions

a : 2 à 5g du matériel broyé est ajouté à 30 ml d'éthanol à 70% le mélange est passé dans le rotavapeur, le résidu est dissout dans 25 ml d'éthanol à 50%.

b: 0,1% de bromocresol vert dans de l'éthanol à 95% + 0,9% de rouge de méthyle (8v/v).

c : 60g d'hydroxyde de sodium et 10g de thiosulfate de sodium sont dissouts dans 120 ml d'eau distillée.

e. Dosage des acides aminés totaux

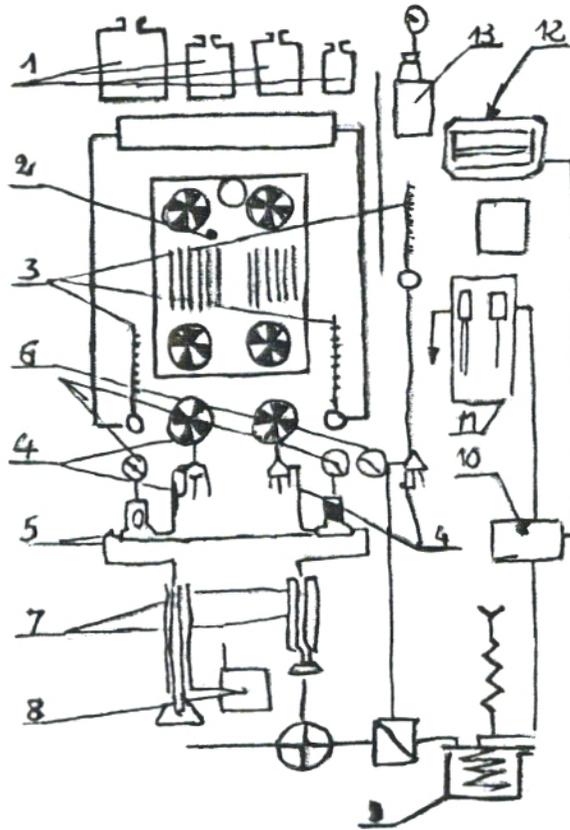
Il est réalisé par chromatographie d'échanges d'ions (78)

Principe

L'échantillon mis a l'analyse est hydrolysé par l'acide chlorhydrique 6 N à 100°C pendant 24 heures les acides aminés sont déterminés par un analyseur automatique. Pour la solution éluante, on utilise trois tampons avec PH : 3,25, 4,25 et 5,28 (Schéma 2).

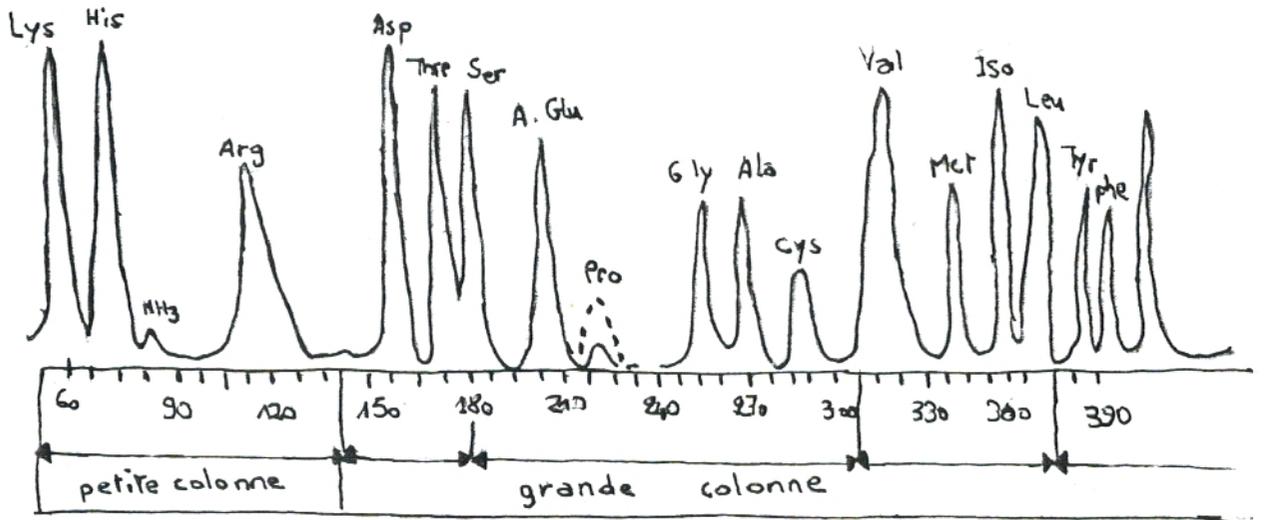
On utilise en réacteur les réactions de coloration avec une solution (réactif de ninhydrine).

L'identification des acides aminés est effectuée à l'aide d'un acide aminé témoin. La mesure de la quantité de chaque acide



SCHEMA 3 : ANALYSEUR AUTOMATIQUE

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1 : Boite des solution | 9. Réacteur capillaire |
| 2. Système de piptage des solutions | 10. Photomètre |
| 3. Mesure du débit des solutions | 11. Mamostale |
| 4. Pompe triplet | 12. Enregistreur automatique |
| 5. Amortisseur de pression | 13. Réservoir de la solution nihydrine |
| 6. Manomètre | |
| 7. Colonne | |
| 8. Thermostat | |



Graph 1 : Amino gramme des acides aminés des étalons

aminé est réalisée en comparant la surface du pic de chaque acide aminé avec celle du pic de l'acide témoin. (graphe 1)

- Mode Opératoire

* Préparation d'hydrolysats d'acide aminé

On dépose 200 mg du matériel de farine de gland dans un tube à essai, l'hydrolyse est réalisée par 10 ml de l'acide chlorhydrique 6 N, le tube est flambé sur un bec bunsen puis placé dans une étuve à 105°C pendant 24 heures

Ensuite le bout du tube est cassé et l'hydrolysats est filtré à l'aide d'un filtre de silice W⁶G4. Le filtrat est évaporé, le résidu est dissout dans 5 ml HCl 0,125 M. Cette solution est utilisée pour élution des acides aminés, leur identification se fait en comparant les pics des étalons à ceux enregistrés lors de la manipulation.

Détermination du Tryptophane

Elle est réalisée par la méthode de Horn (78). Le Tryptophane est déterminé séparément des autres acides aminés.

*. Mode opératoire

0,2g de farine de gland est hydrolysé avec 2ml soude 1N pendant 2h à 60°C dans un tube à essai de 10 ml. On refroidit la solution jusqu'à la température ambiante, la solution est diluée jusqu'à 10 ml, on mélange et on centrifuge.

On place dans un tube à essai 2 ml de paradiméthylamine benzal-
dehyde 0,5% préparé dans l'acide chlorhydrique concentré, on ajoute

0,5 ml d'hydrolysate centrifugé, on laisse la solution 30 mn dans l'obscurité à une température ambiante. Après on ajoute 2,5 ml d'alcool éthylique absolue et 0,1 ml à 0,1% de solution aqueuse de nitrate de sodium, le tube est mélangé et laissé 10 mn dans l'obscurité pour l'obtention de la coloration à une intensité 620 nm dans un photomètre, d'après la courbe déterminer la quantité de tryptophane.

f. Examen chromatographie des acides aminés libres

La chromatographie est basée sur la migration différentielle des divers solutés contenus dans l'échantillon analysé et obtenu par la partition des solutés entre phases fixe et mobile.

Cette chromatographie liquide - liquide est appelée chromatographie de partage, parce que la partition différentielle de chacun des solides se fait entre deux liquides non miscibles.

Elle est réalisée sur le papier Wathman n° 1 par la technique monodimensionnelle ascendante et circulaire.

Les solvants utilisés sont composés d'un mélange de :

- N butanol- Acide acétique - eau (4 : 1 : 1)
- N butanol- eau (1 : 1)

Le dépôt s'effectue en plusieurs fois avec des micropipettes de 3µl. Chaque étape étant suivie d'un séchage à l'air chaud à l'aide d'un séchoir. Ceci permet de donner au dépôt la plus petite surface possible.

Le bord du papier est plongé dans la cuve saturée à la fois de vapeur d'eau et de solvants organiques.

La phase mobile entraine les divers composants du mélange à analyser, les substances sont ensuite révélées par un réactif pulvérisant la ninhydrine modifiée : ninhydrine 0,2% dissoute dans de l'acétone.

L'identification est rendue possible grâce au facteur de rétention des étalons. Les étalons sont représentés par trois groupes d'acide aminés.

Groupe 1

Lysine 10 μ l

Proline 10 μ l

A. Aspartique 10 μ l

Tryptophane 10 μ l

Groupe 2

Phénylalanine 10 μ l

Threonine 10 μ l

Serine 10 μ l

Cystine 10 μ l

Groupe 3

Argénine 10 μ l

Glycine 10 μ l

Amino butyrique 10 μ l

Valine 10 μ l

Chaque groupe est mélangé à 5 ml d'éthanol à 50%. Cette migration permet la séparation des acides aminés possédant des facteurs de rétention différents et de couleur allant du jaune-rouge au violet sous la lumière visible (18) (19).

$$R_f = \frac{\text{Distance parcourue par la substance}}{\text{Distance parcourue par le solvant}}$$

3. Dosage des glucides

a. Extraction et déprotéinisation

On prend 5 à 10g de matériel de farine de gland broyé dans un mortier avec 0,5g de carbonate de calcium, une petite quantité de Quartz (facilite le brayage) et 10 à 15 ml d'eau distillée. Le broyat est transversé dans une fiole de 100 ml on complète afin d'obtenir 2/3 du volume.

Les sucres sont extraits pendant 30 mn dans un bain marie à une température de 70 à 80°C. Après refroidissement de la solution, on ajoute 10 ml à 4,5% de solution de sulfate de zinc et 6 ml de solution de sodium à 2% puis l'on chauffe pendant 3 mn dans un bain marie bouillant pour précipiter les protéines.

Après refroidissement, les fioles diluées à 100 ml sont mélangées et filtrées le filtrat est utilisé pour déterminer les sucres réducteurs et totaux (78).

b. Détermination des sucres réducteurs

Ils sont déterminés par la méthode de Hagerdron et Yensen (78).

. Principe

Il consiste en la réduction des $K_3 Fe (CN)_6$ en $K_4 Fe (CN)_6$ par les monosaccharites dans un milieu alcalin chaud.

Mode opératoire

On verse 10 ml à 0,05 N de Ferricianite dans un tube à essai spécifique (25 X 100) auquel sont ajoutés 5 ml de la solution à analyser qui doit contenir 0,2 à 15 mg de sucre réducteur. On place ensuite le tube à essai dans un dispositif métallique que l'on plonge dans un bain marie bouillant pendant 20 mn.

Après refroidissement le contenu du tube à essai est transversé, dans un Erlenmeyer de 100 ml à 150 ml. A l'aide d'une pipette de 25 ml on ajoute des solutions des réactifs d'acide acétique (20g Zn SO₄ + 70g KCl + 20 ml d'acide acétique concentré qui est utilisé pour le rinçage du tube à essai.

On ajoute aussi 0,5g d'iode de potassium KI et 1 ml de solution d'amidon; 2 mn après on titre la solution de thiosulfate de potassium 0,05 N jusqu'au virage du bleu au blanc, on pratique simultanément un essai à blanc ; la différence entre ces 2 volumes donne le volume de K₃Fe (CN)₆ réduits.

Le volume utilisé par les sucres réducteurs permet de déterminer la quantité de sucre selon le tableau 7.

Tableau 7 : La quantité de sucre correspondant au volume de ferricianite réduit

Volume en K ₃ Fe(CN) ₆ ré- duits 10ml	1/10ml									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	
0	-	-	-	-	0,72	0,87	1,02	1,18	1,34	
1	1,51	1,67	1,83	2,00	2,16	2,31	2,47	2,62	2,78	2,94
2	3,10	3,26	3,42	3,58	3,74	3,90	4,06	4,22	4,38	4,57
3	4,72	4,88	5,04	5,20	5,36	5,52	5,70	5,86	6,03	6,20
4	6,37	6,54	6,71	6,88	7,05	7,22	7,39	7,55	7,72	7,89
5	8,06	8,22	8,39	8,56	8,72	8,89	9,06	9,22	9,39	9,55
6	9,72	9,89	10,06	10,23	10,41	10,58	10,75	10,82	11,10	11,28
7	11,46	11,64	11,82	12,00	12,18	12,36	12,84	12,73	12,91	13,10
8	13,28	13,46	13,63	13,80	13,97	14,14	14,31	14,49	14,66	14,83
9	14,99									

La quantité de sucre est exprimée en glucose, d'après la formule suivante

$$X = \frac{A.V. \cdot 100}{B.J. \cdot 1000}$$

A : Quantité de sucre en mg selon le tableau

V : volume initial (100 ml) pour l'obtention d'extrait pour la détermination du sucre

B : volume pris pour la détermination des sucres réducteurs

J : masse de l'échantillon

100 : pourcentage

1000 : conversion en mg

c. Détermination des dissaccharides : Saccharose

On utilise la solution précédemment citée pour le dosage des sucres réducteurs, on prend 2 à 5 ml de la solution analysée, on la place dans un tube à essai (15 X 100), on ajoute 0,8 ml 0,75 N de solution acide. Le tube à essai à l'aide d'un dispositif métallique est plongé dans un bain marie bouillant, l'hydrolyse du saccharose nécessite 3 mn. Après les solutions sont neutralisées avec 10% de bicarbonate de sodium, on effectue ensuite la manipulation comme s'il s'agissait d'un dosage de solutions des sucres réducteurs.

Volume des solutions utilisées pour les sucres totaux - Volume des solutions utilisées pour la détermination des sucres réducteurs = Volume du saccharose.

La valeur obtenue est multipliée par 0,95 étant donné qu'à partir d'1g de sucre réducteur on obtient 0,95 g de saccharose.

d. Détermination d'amidon

Elle est réalisée par la méthode de Patcher (18)

- Principe

Il est basé sur l'extraction d'amidon par $HCl O_3$ et ensuite précipité dans un complexe d'iode qui est décomposé; l'amidon est hydrolysé en glucose.

- Mode opératoire

* Préparation de l'extrait

On pèse 50 à 250 mg de matériel végétal selon la quantité d'amidon

le mettre dans un tube à essai (200 X 25 mm), on ajoute 0,2 à 0,3g si
 O_2 et 4 ml $H_2 O$.

L'échantillon est chauffé dans un bain marie bouillant pendant
15 mn; il se cristallise après refroidissement; le tube à essai est
placé à une température ambiante, on ajoute 3 ml 72% d'acide chlory-
drique l'ensemble est mélangé avec une baguette de verre.

La durée d'extraction dure 15 à 20 mn ensuite on complète jus-
qu'à 20 ml (H_{20}).

Après centrifugation, on transverse le surnageant dans un bécber
10 ml ; le précipité est ensuite traité avec 3 ml d'acide chlorique
($HClO_3$) et 4 ml d'eau. Après centrifugation, le 1^{er} et 2^{ème} extraits
sont transversés dans le bécber et on complète jusqu'à 50 ml;

On garde dans le réfrigérateur cette solution qui est utilisée
pour l'extraction de l'amidon.

* Précipitation d'amidon dans un complexe d'iode

5 à 10 ml d'extrait sont transversés dans un tube à essai gradué
auquel on ajoute 5 ml de Na Cl à 20%; 2 ml de solution d'iode :Iode
de potassium (7,5g d'iode + 7,5 de KI + 150 ml d'eau complété à 250 ml
d'eau). On mélange la solution et le complexe d'iode. L'amidon est préci-
pité après 20 mn, le tube à essai est centrifugé, le surnageant est éli-
miné et le précipité est lavé avec 5 ml de solution alcoolique de chlo-
rure de sodium (350 ml d'éthyl d'alcool + 80 ml H_2O et 50 ml 20% NaCl
complète jusqu'à 50 ml) (78).

* Décomposition du complexe

Le complexe d'amidon Iode est décomposé avec 2 ml de solution alcoolique d'hydroxyde de sodium (350 ml alcool ethylique + 100 ml H₂O + 25 ml la soude 5 N jusqu'à 500 ml).

La solution est attentivement extraite jusqu'à la disparition de la couleur bleu (amidon libéré forme le surnageant).

L'amidon libéré est centrifugé et lavé avec 5 ml Na Cl dans une solution alcoolique.

* Hydrolyse d'amidon

On ajoute 2 ml HCl 0,7 N au surnageant d'amidon dans un tube à essai gradué fermé, le mélange est chauffé pendant 2h et demie dans un bain marie bouillant.

Après l'hydrolyse d'amidon, l'hydrolysate est réfrigéré et neutralisé avec de la soude à 0,5 N et 3 gouttes d'indicateur rouge de phenol, après la disparition de la couleur rouge, on ajoute 0,1 N H₂ C₂O₄ (acide oxalique) le mélange est complété à 10, 15, 20 puis centrifuge.

* Titration ou dosage de glucose

On verse 5 ml d'hydrolysate dans un tube à essai gradué 200 X 25 mn, on ajoute 5 ml du réactif de Samogü, le mélange est chauffé dans un bain marie bouillant pendant 15 mn, après refroidissement on ajoute tout en agitant 1 ml à 2,5% d'iode de potassium et 3 ml d'acide sulfurique 1,5 N La solution est titrée par 0,0005N de Na₂S₂O₃, avant la fin du titrage on ajoute l'indicateur de solution d'amidon. Un échantillon témoin est préparé parralèlement.

* Calcul

$$S = 0,90 \times 5000 \frac{VG}{W.E.A.}$$

s = % d'amidon

W = poids d'échantillon en mg

E = volume d'extrait de $HClO_3$ initial en ml

A = volume d'hydrolysate pour le titrage

G = quantité de glucose dans le volume d'hydrolysate en mg représente la différence entre deux titrages réel et témoin, la valeur obtenue est multiplié par 0,129 et le facteur de $Na_2S_2O_3$ 0,005 N 0,90 = coefficient pour la transformation du glucose en amidon

V = volume d'hydrolysate d'amidon

NB : composition du réactif de Samogü.

Dissoudre 56 g de Phosphate bisodique, 80 g de sel de Tartrate de sodium et potassium et 200 ml de soude 100 N dans 1 litre d'eau, on ajoute 160 ml de sulfate de cuivre à 10% et 360 g de sulfate de sodium. Après dissolution de la solution de sulfate de sodium, le mélange est transféré dans 2 litres on ajoute 200 ml à 0,1 N de solution d'iodate de potassium 3,5760 g/l.

Le volume est complété jusqu'au repère, on laisse la solution reposer quelques jours, on la filtre en éliminant 50 ml, le reste est gardé à la température de 20 à 25°C.

e. Etude microscopique de la farine de gland

- Préparation de la solution étudiée

- Dans un tube à essai contenant 1 mg de la farine de gland, on verse 1 ml d'eau distillée on agite la solution.

- Observation de la solution au microscope optique

On dépose une goutte du mélange sur une lame à l'aide d'une pipette, on observe au grossissement 10 et 40. On réalise aussi une étude microscopique des farines de blé et de pomme de terre.

4. Dosage des lipides

a. Principe

Les huiles sont extraites à l'aide d'un solvant organique. Après évaporation du solvant, le taux de matière grasse est déterminé gravimétriquement. L'extraction est réalisée dans l'appareil de Soxhlet.

Le taux de matière grasse brute est déterminé selon la méthode indirecte ou des résidus.

b. Mode opératoire

Un vase de tare et l'enveloppe préparée spécialement sont séchés et pesés (poid a); 1 ou 2g de matériel à analyser est placé dans l'enveloppe. Le vase de tare est séché

pendant 2h à une température de 100°C à 105°C, on met ensuite l'enveloppe dans le vase de tare, on les place dans un dessiccateur pendant 15 mn et on les pèse (poid b).

L'enveloppe est placée dans l'appareil de Soxhlet, on réalise l'extraction dont la durée dépend de la qualité d'huile dans l'échantillon 3 à 10h (pauvre en huile) 10h - 12h (riche en huile).

Après extraction on retire l'enveloppe et on la place dans un vase de tare ; elle est séchée à une température de 30°C pendant 15 mn puis à 100°C - 105°C jusqu'au poids constant, l'enveloppe et le vase de tare sont placés dans un dessiccateur pendant 15 mn et ensuite sont pesés (poid c).

c. Calcul

On calcule le pourcentage de matière grasse d'après la formule suivante :

$$\text{La matière grasse en \%} = \frac{(b - c)}{(b - a)} \times 100$$

a : poid de l'enveloppe + vase de tare en g

b : poid de l'échantillon + enveloppe + vase de tare avant extraction en g

(b - a) : poid de l'échantillon sec en g

c : poid d'échantillon + enveloppe + vase de tare après extraction en g

C. Dosage des acides gras

Il est effectué par chromatographie en phase gazeuse (80)

α Principe

Il est basé sur une partition d'un composé entre un système gazeux et mobile.

β Appareillage

La chromatographie en phase gazeuse et ses accessoires se présentent schématiquement dans le schéma 3. (81)

Il se compose essentiellement d'une chambre d'introduction de solutés, d'une colonne de séparation fixée dans un four et d'un détecteur. Les accessoires sont le gaz vecteur, les circuits gazeux annexes et les collecteurs de données (enregistreur et intégrateur).

La chromatographie en phase gazeuse utilisée est un appareil Hewlett Packard Modèle 5730 A équipé d'un injecteur split. Le détecteur utilisé est un détecteur à ionisation de flamme (F.I.D). La colonne en verre est capillaire, spiralée et apolaire.

γ Conditions opératoires

- * La colonne a 25 cm de longueur (L) et 0,25 mm de diamètre (D)
- * Température de l'injecteur 250°C
- * Température du détecteur 300°C
- * Split : diviseur d'entrée 1/30
- * Débit : 1 ml/min
- Gaz vecteur : l'azote purifiée

- * Température initiale d'injection 150°C
- * Température finale atteinte 280°C
- * Programmation: 4°C/mn

§ Méthodologie

* Préparation de la solution de l'étalon interne (E)

20 mg de méthyl esterocetadecanoate (C18) sont ajoutés à 25 ml de pentane pour obtenir une solution d'étalon interne à une concentration de 0,8 mg/ml (81)

* Esterification des acides gras

Prendre 200 μ l (0,2 ml) d'huile y ajouter 1 ml de pentane puis on ajoute 1 ml de potasse méthanolique (2N) et 800 μ l d'étalon interne en solution soit 0,8 ml, on chauffe 2 mn à 40°C au bain marie, on extrait et on pipète la partie supérieure claire qui est la phase pentanique et enfin on injecte dans le chromatographe.

5. Dosage de la cellulose

Il est réalisé par la méthode d'Herbst et Stone (77)

a. Principe

La cellulose brute constitue le résidu organique après l'action d'une double hydrolyse.

b. Mode opératoire

La première hydrolyse se fait dans un milieu d'acide avec 200 ml

d'une solution d'acide sulfurique à 12,5g/l durant 30 mn après l'ébullition.

Alors que la deuxième hydrolyse se fait dans un milieu basique avec 200 ml d'une solution contenant 12,5 g/l de la soude pendant 30' après l'ébullition.

Les résidus sont récupérés dans un creuset à filtre, puis placés dans une capsule à 105°C pendant 24h.

La cellulose brute représente une grande partie de la cellulose vraie, une partie de la lignine et des résidus d'hemicellulose.

L'hydrolyse acide solubilise l'azote, les oses - osides, les polyholosides simples et certaines hemicelluloses (83)

L'hydrolyse basique solubilise les composés pectiques, la plupart des hémicelluloses et une partie de la lignine.

c. Expression des résultats

Soit m_1 : poids du creuset

m_2 : poids du creuset

x poids cellulose (% de matière sèche)

$$X = \frac{m_2 + m_1}{5} \times 100$$

6. Dosage de la matière minérale

On chauffe 5g d'échantillon pendant quelques minutes sur un bec bunsen dans une capsule de platine, après 5 mn de carbonisation complète. On retire la capsule, et on place dans un four électrique comportant une aération continue.

On porte à la température à $525^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$, si la combustion des particules carbonées n'est pas terminée en 15 mn.

On recommence la même opération puis on laisse refroidir dans le dessiccateur (71).

a. Expression des résultats

Soit m_1 : masse de la capsule

m_2 : masse de la capsule + cendre

X : % de cendre dans la matière sèche

$$X = \frac{m_2 - m_1}{5} \times 100$$

TROISIEME PARTIE

resultats, interpreta-
tion et comparaison



INTRODUCTION

La composition chimique et la valeur alimentaire moyenne d'un fourrage varie suivant la famille botanique, l'espèce végétale, le stade de végétation ou l'âge. Il s'agit de valeur moyennes et il fait savoir que certaines sont plus variables ou sont plus difficiles à estimer au travers d'une analyse chimique que d'autre parmi les valeurs moyennes assez variables on peut aider :

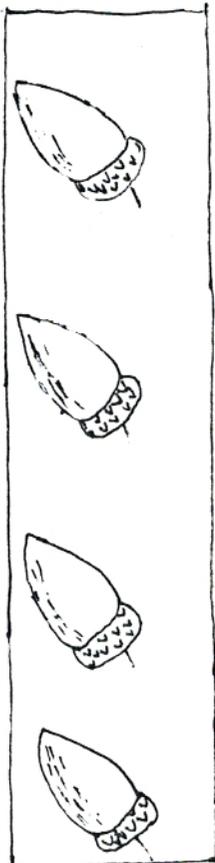
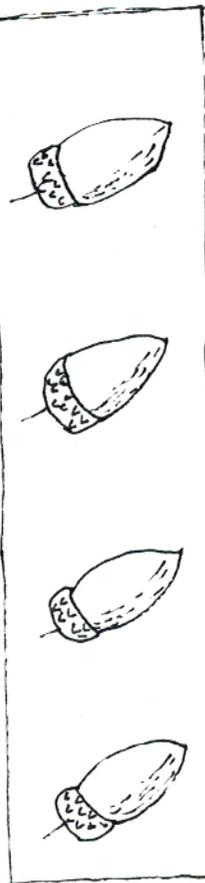
- Les teneurs en différents minéraux et oligo éléments. Elles dépendent en effet non seulement de l'espèce, du stade de végétation ou de l'âge du fourrage mais aussi des conditions de milieu, du sol, de la fertilisation, de l'année etc...
- La teneur en matières azotées des graminées qui dépend en partie de l'importance de la fertilisation azotées et aussi de l'année.

En revanche, certaines valeurs sont beaucoup moins variables parce qu'elles dépendent peu du milieu, de la fertilisation de l'année ; c'est le cas notamment pour la valeur énergétique du fourrage. Ce sont également ces valeurs qui sont les plus difficiles à prévoir à partir de l'analyse chimique.

CHAPITRE

I

résultats et discussions



A. TENEUR EN EAU

L'humidité est un indice très important, il donne une idée sur la qualité du gland, un gland plus humide donne un rendement faible en farine (70) nécessaire pour la fabrication du pain.

Elle accélère la germination et favorise le développement des microorganismes lors du stockage.

1. Chez l'espèce comestible

Nos résultats montrent une légère variabilité de la teneur en eau des glands de chêne vert (Tab 8).

2. Chez l'espèce fourragère

Pour cette espèce, le chêne zeen présente une valeur élevée estimée à 34,74% alors que l'écart entre les deux espèces de populations du chêne liège est très faible (Tab 9).

Cette variabilité du contenu en eau des 7 populations pourrait

- l'état physiologique du fruit
- La provenance ou bien le lieu de récolte du gland, nous constatons qu'il existe une relation entre le taux d'humidité et l'altitude (Tableau 10).

- Le mode de préparation des échantillons et particulièrement la perte d'eau au cours du broyage au mortier.

Par ailleurs un autre facteur néanmoins important modifié aussi le taux d'humidité des glands : c'est l'espèce ou la variété productrice des échantillons à ce sujet Jimeney note qu'il peut cohabiter plusieurs variétés au sein d'une même population (82).

Population de chêne vert	1	2	3	4
Caractéristique				
Teneur en eau %	23,77	38,33	22,55	34,09

Tableau 8 : Teneur en eau des populations de glands de l'espèce comestible

Population	Chêne liège		Chêne zeen
caractéristique	3	6	7
Teneur en eau %	23,21	26,71	34,74

Tableau 9 : Teneur en eau des glands de l'espèce fourragère

Ainsi les populations 3 et 5 représentent les glands de meilleurs qualité par rapport aux autres populations.

B. TENEUR EN MATIERES AZOTEES

1. Teneur en azote totale , protéique et non protéique

a. Chez l'espèce comestible

Sur le tableau 11 nous observons une teneur en azote des populations étudiées qui varie légèrement. Les écarts entre les quatre populations pourraient aller jusqu'à 1,4% de protéine brute (azote totale 1,8% de protéine nette (azote protéique) et 0,1% d'azote non protéique. La population 3 présente un taux relativement élevé.

b. Chez l'espèce fourragère

Le taux le plus élevé des trois formes d'azotes est rencontré chez la population 6 (Tab 12).

Il ressort des résultats de nos analyses que les glands de l'espèce comestible et fourragère contiennent une teneur faible en protéine, d'où l'importance de connaître leur pourcentage afin de déterminer l'apport qu'il faudrait compléter pour obtenir un régime équilibré.

Nous constatons de cette analyse que la teneur en protéine brute des glands est variable. Ces différences de teneur en protéine ne pourraient être dues aux conditions pédoclimatiques de la région,

Population caractéristique	Chêne vert				Chêne liège		Chêne zeen
	1	2	3	4	5	6	7
Teneur en eau % deMS	23,77	38,33	22,55	34,09	23,21	26,71	34,74
Altitude des glands de 3 espèces	1288	1365	1050	1300	1160	1243	1400

Tableau 10 : Relation entre la teneur en eau et l'altitude des glands 3 espèces

caractéristique	Azote total % de MS	Protéine brute % de MS	Azote protéique % de MS	Protéine nette % de MS	Azote non protéique % de MS	Azote protéique azote total	Azote non protéique azote totale
Population							
1	1,00	6,25	0,88	5,50	0,12	0,88	0,12
2	0,85	5,31	0,76	4,75	0,09	0,89	0,10
3	1,15	7,18	0,96	6,00	0,19	0,83	0,16
4	0,78	4,87	0,67	4,18	0,11	0,85	0,14

Tableau 11 : La teneur en matière azotée des glands de différentes populations de l'espèce comestibles

caractéristique population	Azote totale % de MS	protéine brute % de MS	azote protéique % de MS	protéine nette % de MS	azote non protéique % de MS	azote protéique	azote non protéique
						azote totale	azote totale
5	0,80	5,06	0,70	4,40	0,10	0,87	0,12
6	1,03	6,44	0,83	5,20	0,26	0,80	0,25
7	0,84	5,25	0,65	4,10	0,19	0,77	0,22

Tableau 12: Teneur en matière azotée des glands
des populations des espèces fourragères

Tableau 13 : Effet du diamètre de l'arbre sur le taux de protéines de gland de Q. Leucoliphora

épaisseur du diamètre en cm	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75
protéine en % de MS	6,85	6,26	5,82	5,31	4,95	4,66	4,33	4,18	3,94	3,80

Tableau 14 : Composition des acides aminés des glands des différentes populations de l'espèce comestibles

Populations caractéristiques	CHENE				VERT			
	1		2		3		4	
	pourcentage en MS	% en protéine	% de MS	% de protéine	% de MS	% de protéine	% de MS	% de protéine
Alanine	0,16	2,54	0,19	3,55	0,24	3,33	0,18	3,00
Aspartidine	0,08	1,26	0,09	1,68	0,11	1,52	0,07	1,00
Arginine	0,29	4,60	0,28	5,23	0,44	8,22	0,18	3,00
Aspartique	0,38	6,03	0,52	9,71	0,81	11,25	0,63	12,00
Glutamine	0,14	2,22	0,12	2,24	0,20	2,77	0,12	2,00
Valine	0,22	3,49	0,20	3,73	0,23	3,19	0,13	2,00
Glutamique	0,63	10	0,61	11,40	0,83	11,52	0,46	9,00
Proline	0,14	2,22	0,18	3,36	0,25	3,47	0,17	3,00
Leucine	0,18	2,35	0,18	3,36	0,23	3,19	0,15	3,00
Phénylalanine	0,20	3,17	0,22	4,11	0,24	3,33	0,18	3,00
Asparagine	0,06	0,95	0,04	0,74	0,03	0,41	0,06	1,00
Threonine	0,18	2,85	0,21	3,92	0,28	3,28	0,20	4,00
Glutamic	0,07	1,11	0,04	0,74	0,07	0,97	0,05	1,00
Séleucine	0,16	2,54	0,15	2,80	0,18	2,50	0,12	2,00
Glutamine	0,34	5,39	0,32	5,98	0,41	5,69	0,27	5,00
Tyrosine	0,14	2,22	0,11	2,05	0,16	2,22	0,09	1,00
Acide glutamique	0,18	2,85	0,16	3,00	0,22	3,05	0,14	2,00

Population Acide Aminé	Chêne liège				Chêne zeen	
	5		6		7	
	% en MS	% en protéine pure	% en MS	% en protéine pure	% en MS	% en protéine pure
Lysine	0,22	4,34	0,25	3,88	0,18	3,42
Histidine	0,12	2,37	0,12	1,86	0,11	2,09
Arginine	0,41	8,10	0,35	5,43	0,32	6,09
Ac Aspartique	0,87	17,19	0,70	10,86	0,63	12,11
Threonine	0,19	3,75	0,17	2,63	0,16	3,07
Serine	0,24	4,74	0,23	3,57	0,18	3,46
Ac Glutamique	0,84	16,60	0,76	11,80	0,77	14,80
Proline	0,22	4,34	0,19	2,95	0,18	3,42
Glycine	0,21	4,15	0,21	3,26	0,17	3,23
Alanine	0,23	4,54	0,27	4,19	0,21	4,00
Cystine	0,05	0,98	0,04	0,62	0,05	0,96
Valine	0,28	5,53	0,26	4,03	0,24	4,57
Methronine	0,08	1,58	0,06	0,93	0,04	0,76
Isoleucine	0,19	3,75	0,17	2,63	0,15	2,85
Leucine	0,42	8,30	0,39	6,05	0,35	6,66
Throsine	0,13	2,56	0,15	2,32	0,09	1,71
Phenylalanine	0,19	3,75	0,17	2,63	0,19	3,42

Tableau 14 : Composition des acides aminés des glands
des différentes populations des espèces
fourragères

Tableau 15 : Composition des acides aminés des glands
des différents populations des espèces
fourragères

	CHENE LIEGE				CHENE ZEEN	
	5		6		7	
	% en MS	% en protéine pure	% en MS	% en protéine pure	% en MS	% en protéine pure
Lysine	0,22	4,34	0,25	3,88	0,18	3,4
Valine	0,12	2,37	0,12	1,86	0,11	2,0
Arginine	0,41	8,10	0,35	5,43	0,32	6,0
Aspartique	0,87	17,19	0,70	10,86	0,63	12,1
Sérine	0,19	3,75	0,17	2,63	0,16	3,0
Threonine	0,24	4,74	0,23	3,57	0,18	3,4
Glutamique	0,84	16,60	0,76	11,80	0,77	14,8
Proline	0,22	4,34	0,19	2,95	0,18	3,4
Alanine	0,21	4,15	0,21	3,26	0,17	3,2
Glycine	0,23	4,54	0,27	4,19	0,21	4,0
Cystéine	0,05	0,98	0,04	0,62	0,05	0,9
Asparagine	0,28	5,53	0,26	4,03	0,24	4,5
Méthionine	0,08	1,58	0,06	0,93	0,04	0,7
Sauveurine	0,19	3,75	0,17	2,63	0,15	2,8
Glutamine	0,42	8,30	0,39	6,05	0,35	6,6
Tryptosine	0,13	2,56	0,15	2,32	0,09	1,7
Phénylalanine	0,19	3,75	0,17	2,63	0,19	3,7

de l'espèce qui a fourni l'échantillon, de la maturité du gland (82) mais aussi de la morphologie de la plante particulièrement le diamètre du tronc (Tab 13). (83)

2. Teneur en acides aminés totaux ;

a; Chez l'espèce comestible

Selon le tableau 14, on constate une variation du taux de chacun des acides aminés protéiques avec la teneur en protéine brute du gland. Suivant les conditions de culture (lieu, climat), le taux de protéines brutes des glands d'une même espèce peut différer, ceci implique que les quantités des divers groupes protéiques du gland, par conséquent, celles des acides aminés protéiques qui les composent diffèrent d'une population à une autre. Ces changements aboutissent à une modification de la composition globale en acides aminés.

Toute augmentation du taux protéique se traduit par une élévation du taux d'acides aminés, mais chaque acide aminé n'évolue pas de la même manière à cette augmentation.

Exemple : population 1 et 3

La lysine varie 0,16 - 0,24

Valine varie 0,18 - 0,28

La relation linéaire entre le taux de protéine et le taux des acides aminés est aussi observé chez les céréales et les légumineuses ceci peut parfaitement s'expliquer (84) (85) par la similarité plausible de genome de beaucoup de variétés en ce qui concerne la synthèse protéique et sa régulation (86).

La population 3 renferme le taux global le plus élevé en Acide aminé 4,93% de matière sèche.

b. Chez l'espèce fourragère

La population 5 renferme le taux global en acide aminé estimé à 4,8 % (Tab 15). On constate qu'il n'y a aucune relation entre le taux de protéines et la teneur en acides aminés.

3. Teneur en fractions protéiques

a. Chez l'espèce comestible

On constate que les populations du chêne vert renferment des teneurs élevées en albumine (protéine biologique et active en particulier les enzymes) et en glutéline (protéine de réserve, et active).

La plus grande valeur d'albumine et de glutéline est rencontrée chez les glands de la population 2; ces 2 fractions constituent la moitié de l'azote totale, elles varient respectivement de 19,13% à 29,44% ; 19,23% à 33% alors que la globuline et prolamine sont représentées en faible quantité (Tab 16).

b. Chez l'espèce fourragère

Contrairement aux glands du chêne vert, les glands de l'espèce fourragère présentent des taux élevés en globulines et Prolamines et des valeurs moyennes en glutéline (Tab 17). Les fractions prépondérantes varient respectivement de 29,75% à 37,5%; 23,75% à 24,75%.

variété de chêne-vert fraction protéique	Chêne vert							
	1		2		3		4	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Albumine	0,22	22	0,25	29,44	0,22	19,13	0,20	25,64
Globuline	0,03	3	0,02	2,35	0,06	5,21	0,03	3,84
Prolamine	0,1	10	0,15	17,64	0,06	5,21	0,1	12,82
Gluteline	0,25	25,00	0,28	33	0,34	29,56	0,15	19,23
Nucleo protéine	0,5	15	0,12	14,11	0,15	13,04	0,13	16,66

Tableau 16 : Composition des différents fractions
protéiques de chêne vert

A : Teneur en fraction protéique par rapport à la matière sèche

B : Teneur en fraction par rapport à l'azote totale

Tableau 17: Composition des différents fractions protéiques du chêne liège (pourcentage en protéine)

Variété de chêne liège	Chêne liège				Chêne zeen	
	5		6		7	
	A	B	A	B	A	B
Albumine	0,06	7,50	0,06	5,82	0,08	9,52
Globuline	0,30	37,50	0,25	24,27	0,25	29,75
Prolamine	0,19	23,75	0,25	24,27	0,30	23,80
Glutéine	0,12	15,00	0,22	21,35	0,11	13,03
Nocleoprotéine	0,11	13,75	0,22	21,35	0,15	17,85

Cependant si nous analysons les valeurs obtenues chez les légumineuses, nous observons une différence assez importante entre les différentes fractions protéiques qui peut être due, aux

- facteurs génétiques (87)
- conditions du milieu extérieure (88)

Pour ces mêmes raisons peut être expliquée la variation des teneurs de différentes fractions.

4. Teneur en fraction non protéique

Les glands de chêne renferment de faibles teneurs en fractions non protéiques notamment l'azote ammoniacale et l'azote amidique à l'exception de la population 6 qui présente un taux important d'azote ammoniacale 0,13% de matière sèche.

Les résultats présentés dans le tableau 18 montrent que l'azote ammoniacale est représenté par un taux plus élevé que l'azote amidique.

Les glands du chêne liège présentent les plus hautes valeurs en azote ammoniacale et ceux du chêne vert renferment une teneur élevée en azote amidique.

5. Examen chromatographique des acides aminés libres

Le tableau 19,20 montrent que la chromatographie sur papier donne des résultats intéressants.

L'identification des acides aminés à l'aide du système butanol-acide acétique (eau (4 - 1 - 1) est relativement plus efficace que celle obtenue par le système butano-eau (1-1). Elle a été faite en considération de résultats obtenus pour différents étalons.

P-O-P caractéristique	1		2		3		4		5		6		7	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Azote Ammoniacale	0,012	1,200	0,035	4,10	0,024	2,080	0,050	6,400	0,026	3,290	0,013	12,130	0,007	0,830
Azote Amidique	0,050	1,500	0,017	2,000	0,046	4,000	0,027	3,460	0,012	1,500	0,023	2,330	0,015	1,780

Tableau 18 : Teneur en azote non protéique des différentes populations de chêne

A : Pourcentage par rapport à la matière sèche

B : pourcentage par rapport à protéine brute

Système de séparation	n Butanol + Acide acétique + eau (4 : 1 : 1)			nbutanol + eau (1 : 1)		
	Acide amine	Ref	Rf étalons	Acide amine	Rf	Rf étalons
chêne vert	Lys	0,150	0,162	Lys	0,033	0,030
	Cys	0,316	0,320	Cys	0,339	0,331
	Thr	0,282	0,280	Thr	0,210	0,200
	Try	0,454	0,456	Try	0,362	0,364
	Ser	0,182	0,173	Arg	0,044	0,040
	Ac.Asp	0,250	0,260	Val	0,243	0,242
	Glu	0,220	0,223	A. amino butyrique	0,125	0,120

Tableau.19 : Identification des acides aminés libres
par chromatographie sur papier avec deux
systèmes de séparation des glands de l'espèce
comestible

système de séparation		n Butanol + A. Acétique + eau (1 : 1 : 1)			n Butanol + eau (1 : 1)		
Population		Acide aminé	Rf	Rf étalons	Acide aminé	Rf	Rf étalons
chêne liège	5	Asp	0,250	0,260	cyst	0,339	0,331
		Try	0,454	0,456			
	6	Try	0,454	0,456	Cyst	0,339	0,331
		Gly	0,220	0,223			
chêne zeen	7	cyst	0,316	0,320	Arg	0,044	0,040
		arg	0,201	0,193	try	0,362	0,364

Tableau 20: Identification des acides aminés libres
par chromatographie sur papier de deux
systèmes de séparation des glands de l'espèce
fourragère

Pour l'espèce comestible, on a pu identifier les mêmes acides aminés chez les quatre populations alors que chez l'espèce fourragère les deux variétés de chêne liège présentent un acide aminé différent A. Aspartique pour la population 5 et la glycine pour la population 6 ceci peut s'expliquer soit par la spécificité des variétés soit par l'influence des facteurs climatiques.(82) (Tab 19) ; (Tab 20).

C. TENEUR EN FRACTIONS GLUCIDIQUES

La composition glucidique des glands de chêne est généralement mal connue, ceci est dû au manque de méthode d'analyse spécifique. Jusqu'à un passé très récent ils se sont contentés de déterminer la cellulose et quelquefois l'amidon chez le gland. Cependant une meilleure connaissance des différentes fractions glucidiques de glands est nécessaire pour améliorer la précision et l'estimation de la valeur énergétique de ce fruit.

1. Teneur en amidon

L'amidon est la substance la plus importante chez le gland, il constitue 50% de la matière sèche.

a. Chez l'espèce comestible

La teneur en amidon varie d'environ 39,7% à 44,3%, la population 2 renferme le taux le plus élevé (Tab 21).

b. Chez l'espèce fourragère

Les glands de chêne zeen présentent un taux important d'amidon de 42,5% comparé à celui du chêne liège (Tab 21).

Des travaux antérieurs montrent que le taux d'amidon varie dans un ordre décroissant avec l'épaisseur du tronc de l'arbre de chêne (et il dépend aussi de l'état de maturité et de stockage des glands (83))

2. Teneur en Saccharose

a. Chez l'espèce comestible

Le taux de saccharose est compris entre 12,4% et 22,83% (Tab 22).

b. Espèce fourragère

Les valeurs présentées dans le tableau 22 montrent que les glands du chêne liège renferment des taux en saccharose plus élevés que ceux du gland de chêne zeen.

Il est connu des consommateurs des glands du chêne vert que ce fruit est doux. D'ailleurs la douceur est l'un des principaux facteurs qui gouvernent la qualité organoleptique des produits végétaux comestibles, le saccharose est le sucre le plus répandu chez la plupart des fruits et graines. C'est lui qui a une grande influence sur leur pouvoir édulcorent quoique d'autres constituants interviennent dans la douceur des produits (89).

3. Teneur en sucre réducteur

Les glands des différentes espèces de chêne renferment des teneurs faibles en sucre réducteur de 1,56% à 6,28% (Tab 23). A ce propos il a été vérifié que le taux de sucre réducteur présent dans un fruit ou une graine varie avec les espèces d'un même genre mais aussi avec la climatologie du terrain (82), d'autres facteurs liés au dosage paraissent avoir une influence sur les résultats finaux en sucre. Il est donc normal que les glands de diverses provenances aient des teneurs variables en sucres.

4. Teneur en glucides totaux

a. Chez Espèce comestible

Le taux en glucides totaux varie de 13,8% à 24,7% (Tab 24.)

b. Chez Espèce fourragère

Elle est plus importante chez le chêne liège 17,00% (Tab 24.)

Il est important de noter que le taux en fraction glucidique est élevé chez l'espèce fourragère. Ce résultat peut paraître anormal car les glands de ces chênes sont amers mais il n'y a là aucune opposition ils peuvent renfermer une certaine proportion de tannin ; le chêne liège marocain présente un taux de 0,32% (70) qui masque la saveur sucrée (70)

population teneur en amidon % de MS	Chêne vert				Chêne Liège		Chêne zeen
	1	2	3	4	5	6	7
Amidon.	39,70	44,30	42,80	41,20	32,00	39,00	42,30

Tableau 21 : Teneur en amidon chez les glands
des trois espèces de chênes

population caractéristique % de MS	1	2	3	4	5	6	7
Saccharose	12,42	17,29	19,79	22,83	15,62	15,62	9,50

Tableau 22 : Teneur en saccharose des glands
des différentes populations

popula- Elon caractéristi- que % de MS	1	2	3	4	5	6	7
Sucre réducteur en % de MS	1,56	3,43	3,43	6,28	3,75	3,60	5,31

Tableau 23 : Teneur en sucre réducteur des glands de différentes populations

Espèce caractéristi- que	1	2	3	4	5	6	7
Sucres totaux en % de MS	19,80	19,00	21,60	24,70	17,00	17,00	10,60

Tableau 24: Teneur en sucre totaux des glands de différentes populations

5. Teneur en cellulose

a. Espèce comestible

La population 3 renferme la plus grande valeur en cellulose 2,50% alors que la population 1 présente le taux le plus faible avec 1,19% de MS. (Tab25).

b. Espèces fourragères

Le chêne zeen contient la teneur la plus élevée en cellulose avec 3,07% de matière sèche (Tab26).

Le taux de cellulose brute est l'un des principaux facteurs effectuant la digestibilité qui diminue avec le vieillissement de la plante.

Il permet donc de fournir un renseignement sur l'âge de la plante et sa valeur énergétique puisque le coefficient de digestibilité de la matière organique est liée à la teneur en cellulose brute (90).

Ces variations de teneurs en cellulose chez la population de chêne peuvent s'expliquer par les facteurs liés à l'espèce tel que l'âge.

6. Etude microscopique d'amidon

Les différentes photos montrent que la structure de l'amidon des différentes populations présente une certaine ressemblance avec celle de l'amidon du blé.

Population caractéristique % en MS	1	2	3	4
Cellulose	1,19	1,91	2,50	2,14

Tableau 25 : Teneur en cellulose chez les glands
de l'espèce comestible

Population caractéristique % en MS	5	6	7
Cellulose	2,10	2,49	3,07

Tableau 26 : Teneur en cellulose chez les glands
de l'espèce fourragère

Photo 1: Observation microscopique des cristaux d'amidon de blé (40x100)

Photo 2: Observation microscopique des cristaux d'amidon de pomme de terre (40x100)

Photo 3: Observation microscopique des cristaux d'amidon d'échantillon 1 (40x100)

Photo 4: Observation microscopique des cristaux d'amidon d'échantillon 2 (40X100)

Photo 5: Observation microscopique des cristaux d'amidon d'échantillon 3 (40 X 100)

Photo 6: Observation microscopique des cristaux d'amidon d'échantillon 4 (40 X 100)

Photo 7: Observation microscopique des cristaux d'amidon d'échantillon 5 (40 X 100)

Photo 8: Observation microscopique des cristaux d'amidon d'échantillon 6 (40 X 100)

D. TENEUR EN LIPIDES

Les lipides alimentaires sont une source énergétique intéressante puisqu'ils contiennent pour un même poids de matière sèche 2,25 fois plus d'énergie brute que les glucides. En outre, ils renferment généralement une proportion assez élevée d'acide gras essentiels (A. Linoléique) que l'organisme ne peut synthétiser, des vitamines liposolubles ou leurs précurseurs vitamines A, D, E, K, carotène) et des facteurs lipotropes (choline, inositol). De plus, les lipides peuvent jouer un rôle important dans l'appétibilité d'un aliment. En effet; ils peuvent subir des transformations (hydrolyse, oxydation) modifiant les caractéristiques organoleptiques des aliments et abaissant leur appétibilité. Ces transformations apparaissent surtout des produits conservés dans des conditions médiocres ou exposés à l'humidité et à l'air sous forme de farine alors que les lipides sont bien protégées à l'intérieur de graines. (82)

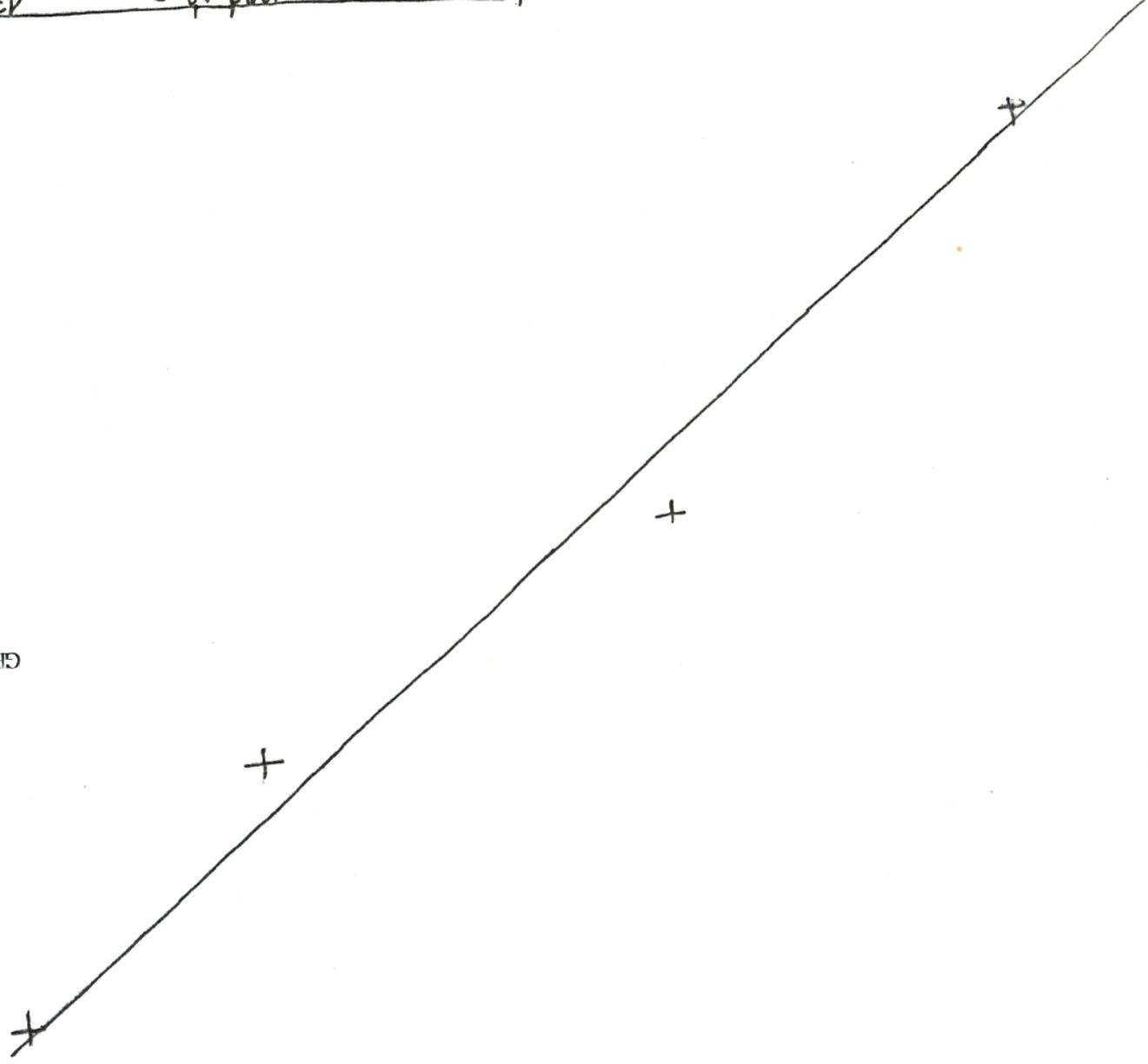
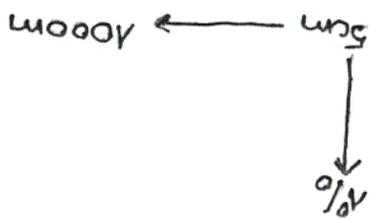
a. Chez l'espèce comestible

population caractéristique % en MS	1	2	3	4
Lipides	6,60	8,90	5,40	8,10

Tableau 27 : Teneur de lipides chez les glands
différentes populations de chêne vert

GRAPHE 2 Taux de Lipide = f(Ar. r. de)

- 128 -



La population 2 renferme la teneur la plus élevée en lipides la population 3 présente la valeur la plus faible (Tab 27).

On constate qu'il y a une liaison linéaire entre taux de lipide et l'altitude (graphe n° 2).

b. Espèce fourragère

La haute valeur est représentée chez la population 7 du chêne zeen est survie de pres par la population 5 du chêne liège et la population 6 renferme la faible quantité (Tab 28).

La richesse de l'espèce comestible en lipides confirme les résultats de certains auteurs (94), Hansen (95) rapporte quant à lui, l'influence au sein d'une espèce de l'effet variétale sur la teneur en matière grasse ce qui explique la variation du taux de lipide entre les différentes populations. L'épaisseur du diamètre présente une influence sur la teneur en lipide à l'intérieur d'une même espèce, plus l'épaisseur augmente plus le taux en lipides diminue, cette relation est étudié chez le Quercus lencotriphora (83).

Par ailleurs, l'incidence de lipides sur l'appétibilité des aliments devrait inciter à développer de travaux pour identifier les facteurs en cause dans ce phénomène.

population caractéristique % de MS	5	6	7
Lipide	7,30	2,60	7,50

Tableau 28 : Teneur en lipides des glands

de population de l'espèce fourragère

1. Identification des acides gras

Nous avons pu identifier les acides gras des glands de l'espèce comestible dans le cas de la population 3.

La composition en acide gras des matières lipidiques est le principal facteur dont dépendent leurs propriétés physiques.

La matière grasse du chêne vert est représentée essentiellement d'un mélange d'acide stearique et d'acide oléique estimé à 65,7% et à moindre mesure d'acide palmitoléique 0,1%. (Tab 29).

La longueur de chaîne des acides gras de nos échantillons est de taille moyenne, c'est à dire qu'elle est comprise entre C₁₄ et C₁₈. Cette caractéristique va influencer la nature de l'huile, lui conférant une viscosité et une bonne fluidité, facilitant les manipulations dans les laboratoires de matières grasses. L'huile de gland est riche en acide oléique. Nous constatons aussi l'absence totale d'acide gras à nombre de carbones inférieure à 14 et supérieur à 18. Ces résultats concordent avec ceux trouvés par Kamaliddie Afraitane (82).

acide gras en % de MS espèce	A	A	A	A	A
	palmitique	palmitoléique	stearique	oléique	Linoléique
Chêne vert	23,20	0,10	65,70		10,90

Tableau 29 : Teneur des acides gras chez les
de chêne vert

E. TENEUR EN MATIERE MINERALE

Les constituants ordinaires de cendres dans les substances organiques naturelles sont généralement le sodium, le potassium, le phosphore, le calcium, le magnésium, le manganèse et le fer (92).

De nombreux travaux sur la composition minérale des produits végétaux ont été réalisés (93). Cependant à notre connaissance peu d'études ont été signalées sur le taux de matière organique de glands (94).

La détermination de taux de cendre est important dans les analyses des éléments pour différentes raisons.

- seules les basses teneurs en cendres de produits sont acceptables pour la consommation humaines.

- la teneur en cendre est un excellent indice de qualité des farines mais aussi des substances nutritives utilisées dans l'alimentation du bétail et de la volaille (82).

a. L'espèce comestible

La population 3 renferme la les teneurs les plus élevées 3,36% (Tab 30).

b. Espèce fourragère

Ce taux de cendre varie de 2,01% à 2,16% (Tab30.)

Parmi les nombreux facteurs de variations de la teneur en cendre, certaines sont donc liés à la plante : son stade de développement, sa structure morphologique notamment l'épaisseur du diamètre du tronc de son arbre (83).

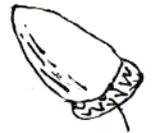
Population caractéristique	Chêne vert				Chêne liège		Chêne zeen
	1	2	3	4	5	6	7
Cendre en % de MS	2,29	1,91	2,50	2,14	2,10	2,49	3,07

Tableau 30 : Teneur en cendre des glands
de différentes populations

CHAPITRE

II

comparaisons des
resultats



A. TENEUR EN EAU

1. Entre les espèces comestibles

La moyenne des résultats est proche de celle trouvée par un certain nombre de travaux sur des populations Algériennes et Françaises estimées respectivement (35,08%) (91) (31,24%) (70) alors qu'elles dépassent légèrement celles des espèces portugaises présentant une valeur moyenne de 26,3% (96) tab (31).

2. Entre les espèces fourragères

La teneur en eau des populations françaises, portugaises et marocaines du chêne liège signalées par la bibliographie a été estimée à 34,7% (70); 34,2% (96) et 43,36% (82); ces valeurs dépasse celles trouvées lors de notre analyse le taux d'eau des populations de chêne zeen est relativement inférieure à celui cité dans la littérature (37,38%) (91) Tab31'.

3. Entre les différentes espèces de chênes

Les résultats indiqués sur le tableau **32** montre que le chêne zeen est l'espèce la plus riche en eau (34,7%) suivie de près du chêne vert.

Cependant les espèces américaines (70) et françaises présentent des valeurs presque similaire aux notre, Tab32 comparer aux teneurs des graines des légumineuses et des céréales (90)(97) les glands de chênes sont nettement plus riche en eau (Tab 33).

population de chêne caractéristique	Espèce comestible				Espèce fourragère					
	etudiées	françaises	portugaises	Algériennes	Chêne liège		Chêne américain		Chêne zeen	Algériennes
					etudiées	françaises	portugaises	américaines		
Teneur en eau % de MS	30,00	31,24	26,3	35,08	25,00	34,70	34,20	43,36	34,74	37,38

Tableau 31 : Comparaison de la teneur en eau des glands des espèces de chêne comestible et fourragère des différentes régions

espèces	chêne Algérien			chêne américain			chêne français		
	chêne vert	chêne liège	chêne zeen	chêne cherry bank	chêne water	chêne willon	chêne rouge	chêne kermes	chêne tanzin
humidité % de MS	30,00	25,00	34,74	32,00	32,52	30,00	22,50	34,30	36,50

Tableau 32 Comparaison du taux d'eau de glands des espèces de chêne de différentes régions

espèce	chêne vert	chêne liège	chêne zeen	graines de légumineuses			graines de céréales		
				fève	lentille	haricot	pois chiche	Maïs	blé
humidité	30,00	25,00	34,74	6,89	5,73	5,00	5,26	14,00	11,13

Tableau 33: Comparaison de la teneur en eau des glands des différentes espèces végétales

B. TENEUR EN AZOTE TOTALE PROTEIQUE ET NON PROTEIQUE

1. Teneur en Azote totale

a. Entre les espèces comestibles

La moyenne des teneurs en protéines brutes (5,93%) est similaire à celles des populations portugaises (96) mais supérieure à celles des populations espagnoles et françaises estimées respectivement à 3,69% (98) et 4,17% (70).

b. Entre les espèces fourragères

La moyenne des valeurs en protéine brute des populations du chêne liège est similaire à celle des populations françaises (70) alors qu'elle est inférieure à celles des glands marocains (7,89%) (82).

c. Entre les différentes espèces végétales

Nous constatons que le chêne vert et zeen renferment une quantité d'azote similaire, les valeurs en protéines brute sont supérieures comparées à celles des glands américains (70) français (71) et indiens (99) et espagnoles (82) (Tab 34).

D'après le tableau 35 les graines des légumineuses sont nettement supérieures en matière azotées suivie des céréales et les glands viennent en dernière position (100).

Le taux de l'azote total des glands de l'espèce comestible est légèrement inférieur à celui des céréales tandis que le taux d'azote totale des glands des espèces fourragères est similaire. (91)

Espèce caractéristique	Chêne Algérien			chêne français		chêne indien	chêne américain
	Chêne vert	chêne liège	chêne zeen	chêne tauzin	chêne kermes	chêne kernel	chêne rouge
Azote totale % de MS	0,94	0,91	0,84	0,81	0,61	0,83	0,90
Protéine brute % de MS	5,87	5,68	5,25	5,06	3,81	5,18	5,62

Tableau 34 : Comparaison du taux de l'azote totale de différentes espèces de glands de chênes



espèce caractéristique	Chêne			Céréales			Legumineuse
	chêne vert	chêne liège	chêne zeen	Blé	Maïs	Orge	Petit pois
azote totale % de MS	0,94	0,91	0,84	2,51	1,63	2,01	4,25
Protéine brute % de MS	5,87	5,68	5,25	15,68	10,18	12,56	26,56
Azote protéique % de MS	0,81	0,76	0,65	2,29	1,05	1,37	3,25
protéine pure % de MS	5,06	4,75	4,06	14,31	6,56	8,56	20,31
Azote non protéique	0,12	0,18	0,19	0,22	0,58	0,64	1

Tableau 35 : Comparaison de la matière azotées de glands à différentes espèces végétales

2. Teneur en acides aminés totaux

a. Entre les espèces fourragères

L'analyse du tableau 36 montre que la farine de gland est bien pourvue en acide aspartique, ainsi que les autres farines marocaines et espagnoles (82). De plus l'acide glutamique est bien représenté dans les glands. D'ailleurs la richesse en acide aspartique et glutamique de certains fruits et graines est bien connue (82). Contrairement aux populations étudiées, les populations marocaines et espagnoles sont pauvres en histidine estimées respectivement à (2,05%) (1,99%).

b. Entre les différentes espèces végétales

Le chêne liège est l'espèce la plus riche en acides aminés

Tableau : 37

Ac. Glutamique est abondante chez les trois espèces

- Les conditions du milieu ont une influence directe sur la teneur en acides aminés chez les glands. Par exemple le chêne planté dans un sol carencé en soufre synthétise les deux acides aminés souffrés en quantité insuffisante. Ceci peut expliquer le fait que la teneur en méthionine et en cystine est très faible pour les trois espèces (101).

Les glands des trois espèces présentent de grandes différences de taux entre la lysine, histidine, Ac. aspartique, Ac glutamique, valine, leucine, arginine ; ces constatations concordent avec

population chêne-liège acide aminé essentiels	Etudiées	Espagnoles	Marocaines
Lysine	4,11	4,82	5,00
Methionine	1,25	2,09	2,35
Isoleucine	3,19	4,24	4,47
Leucine	7,17	7,28	7,30
Threonine	3,19	4,45	4,64
Phenylalanine	3,19	4,77	4,75
Valine	4,78	6,31	6,24

Tableau 36 : Analyse comparée de la composition
en acide aminés essentiels de glands
avec celle des glands espagnols et
marocains.

Espèces acides aminés en % de MS	Chêne Vert	Chêne liège	Chêne zeen
1 Lysine	0,19	0,23	0,18
2 Histidine	0,09	0,12	0,11
3 Arginine	0,29	0,38	0,32
4 AC. Aspartique	0,58	0,77	0,63
5 Thréonine	0,14	0,18	0,16
6 Serine	0,19	0,235	0,18
7 Ac. glutamique	0,63	0,80	0,77
8 Proline	0,18	0,205	0,18
9 Glycine	0,18	0,21	0,17
10 Thonine	0,21	0,25	0,21
11 Cystine	0,04	0,045	0,05
12 Valine	0,21	0,27	0,24
13 Methinine	0,05	0,07	0,04
14 Isoleucine	0,15	0,18	0,15
15 Leucine	0,33	0,40	0,35
16 Lyosine	0,12	0,14	0,09
17 Phénylalanine	0,17	0,18	0,18
Taux globale	3,77	4,65	4,01

Tableau 37: Composition des acides aminés des
différentes espèces de chênes

celles effectuées par certains auteurs (91). Les acides aminés dont les proportions peuvent être considérées comme égales chez les glands de 3 espèces sont : phenylalanine, proline cystine. Les acides aminés qui présentent des variations intermédiaires sont : Threonine, serine, glycine, alanine et isoleucine (Tab37).

Le taux d'acide aminé du gland est nettement inférieur à celui de graines de légumineuses alors que comparé à celui des céréales il varie légèrement (Tab38). (102)(90)(97).

La variation et la spécificité des protéines chez les trois espèces de glands est aussi confirmée par les résultats de la composition des acides aminés du groupe (Tab39,40).

Elles renferment des teneurs élevées en acides aminés du groupe dicarbonique jouant un rôle important dans le métabolisme végétale comme detoxicant en stockant l'ammoniac, précurseur dans la transaminase. Ils interviennent aussi dans le transport des protides (103).

Sur le plan quantitatif les glands moyennement riches en protéines présentent des valeurs presque similaires à celles des céréales mais inférieures à celles des légumineuses, qu'en est-il sur le plan qualitatif.

Si l'on établit une comparaison entre la composition des acides aminés essentiels des glands à celle de protéines d'origine animale (la plus recherchée par le consommateur algérien) d'une part et à celle des protéines végétales d'autre part, il est possible de tirer des conclusions intéressantes (86).

Ainsi du point de vue qualitatif, les protéines des glands quoique bien équilibrées ont une composition moyenne en acides aminés

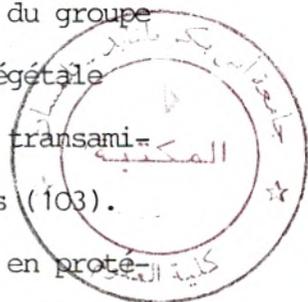


Tableau 38 : Comparaison du taux d'acide aminésdu gland à celui de différentes espèces végétales

A.A. en % de matière sèche	Chêne vert	Chêne liège	Chêne zeen	Légumineuse			Céréale		
				Fève	Haricot	Lentille	Pois chiche	Blé	Maïs
Lysine	0,19	0,23	0,18	6,40	6,80	7,00	5,70	0,40	0,23
His	0,06	0,12	0,11	2,50	3,10	2,70	3,90	0,32	0,19
Arg	0,29	0,38	0,32	0,60	6,20	9,00	4,20	0,58	0,35
Ac Asp	0,58	0,77	0,63	110	12,80	11,60	10,10	0,83	0,43
Treo	0,14	0,18	0,16	3,60	4,50	4,10	2,70	0,43	0,25
Ser	0,19	0,23	0,18	4,90	6,90	5,40	4,90	0,76	0,31
Ac glu	0,63	0,80	0,77	17,20	13,20	17,50	14,80	5,28	1,07
Pro	0,18	0,205	0,18	4,10	4,40	4,40	2,80	1,68	0,59
Coly	0,18	0,21	0,17	4,20	4,70	4,40	3,20	0,57	0,29
Ala	0,21	0,25	0,21	4,10	4,90	4,40	4,30	0,58	0,46
Cys	0,04	0,045	0,05	1,20	1,30	0,70	1,20	0,11	0,18 (½ cyst)
Val	0,22	0,27	0,24	4,60	6,10	5,00	4,40	0,62	0,33
Met	0,05	0,07	0,04	0,70	1,30	0,80	1,50	0,18	0,13
Lyso	0,15	0,18	0,15	4,40	5,40	4,50	4,10	0,45	0,23
Leu	0,33	0,40	0,35	7,70	8,70	7,90	7,90	1,04	0,69
Tyr	0,12	0,14	0,09	3,60	3,70	3,70	2,20	0,43	0,27
Pne	0,17	0,18	0,18	4,20	6,00	5,30	5,70	0,76	0,29

N°	ACIDE AMINE	Chêne vert 1		Chêne vert 2		Chêne vert 3		Chêne vert 4	
		% en MS	% en protéine						
1	Monoaminocar- bonique								
	Glycine	0,18	2,85	0,18	3,36	0,23	3,19	0,15	3,57
	alanine	0,20	3,17	0,22	4,11	0,24	3,33	0,18	3,67
	valine	0,18	2,85	0,21	3,92	0,28	3,88	0,20	4,08
	Total	0,56	8,87	0,61	11,39	0,75	10,4	0,53	11,32
2	Dicarbonique								
	A.Asportique	0,38	6,03	0,52	9,71	0,81	11,25	0,63	12,85
	A.Glutamique	0,63	10	0,61	11,40	0,83	11,52	0,46	9,38
	Total	1,01	16,03	1,13	21,11	1,64	22,5	1,09	22,23
3	Contenant du soufre								
	Cystine	0,06	0,95	0,04	0,74	0,03	0,41	0,06	1,22
	Methionine	0,07	1,11	0,04	0,74	0,07	0,97	0,05	1,02
	Total	0,13	2,06	0,08	1,48	0,10	1,38	0,11	2,24
4	Basique								
	Lysine	0,16	2,54	0,19	3,55	0,24	3,33	0,18	3,67
	Histidine	0,08	1,26	0,09	1,68	0,11	1,52	0,07	1,42
	Arginine	0,29	0,60	0,28	5,23	0,44	6,11	0,18	3,67
	total	0,53	8,4	0,56	10,46	0,79	10,96	0,43	8,76
5	Boxyamino- car- bonique								
	serine	0,22	3,49	0,20	3,73	0,23	3,19	0,13	2,65
	threonine	0,14	2,22	0,12	2,24	0,20	2,77	0,12	2,44
	Total	0,36	5,71	0,32	5,97	0,43	5,96	0,25	5,09
6	Leucines								
	leucine	0,34	5,39	0,32	5,98	0,41	5,68	0,27	5,51
	isoleucine	0,16	2,54	0,15	2,80	0,18	2,50	0,12	2,44
7	Aromatique								
	phenylalanine	0,18	2,85	0,16	2,99	0,22	3,05	0,14	2,85
	Tyrosine	0,4	2,22	0,11	2,05	0,16	2,22	0,09	1,83
	Proline	0,14	2,22	0,18	3,36	0,25	3,47	0,17	3,45
	Total	0,40	7,29	0,45	8,40	0,63	8,74	0,40	8,14

Tableau 39 : Composition des acides aminés ^{groupés} totaux des glands chez les 4 populations de chêne vert

Numéro	Acide Aminé	Chêne Liège		Chêne Zeen			
		5		6		7	
		% en MS	% en protéine pure	% en MS	% en protéine pure	% en MS	% en protéine pure
1	Monoaminocarbo- nique						
	Glycine	0,21	4,15	0,21	3,26	0,17	3,23
	Alanine	0,23	4,54	0,27	4,19	0,21	4,00
	Valine	0,28	5,53	0,26	4,03	0,24	4,75
	total	0,72	14,22	0,74	11,48	0,62	11,98
2	Dicarbonique						
	Ac Aspartique	0,87	17,19	0,70	10,86	0,63	12,00
	Ac Glutaque	0,84	16,60	0,76	11,80	0,77	14,66
	total	1,71	33,79	1,46	22,66	1,40	26,66
3	contenant du soufre						
	Cystine	0,05	0,98	0,04	0,62	0,05	0,95
	Methionine	0,08	1,58	0,08	1,24	0,04	0,76
	total	0,13	1,61	0,12	1,86	0,09	1,71
4	Basique						
	Lysine	0,22	4,37	0,25	3,88	0,18	3,42
	Histidine	0,12	2,37	0,12	1,86	0,11	2,09
	Arginine	0,41	8,40	0,35	5,43	0,32	6,09
	total	0,75	14,81	0,72	5,91	0,61	11,6
5	Boxyminocarbo- nique						
	Serine	0,24	4,74	0,23	3,57	0,18	3,42
	Threonine	0,19	3,75	0,17	2,63	0,16	3,04
	total	0,43	8,49	0,4	6,20	0,34	6,46
6	Leucines						
	Leucine	0,42	8,30	0,39	6,05	0,35	6,66
	Isoleucine	0,19	3,75	0,17	2,63	0,15	2,85
	total	0,61	12,04	0,56	8,68	0,5	9,51
7	Aromatique						
	Phenylalanine	0,19	3,75	0,17	2,63	0,18	3,42
	Tyrosine	0,13	2,56	0,15	2,32	0,09	1,71
	Proline	0,22	4,34	0,19	2,95	0,18	3,42
	total	0,54	10,65	0,51	7,90	0,45	8,55

Tableau 40 : Composition des acides aminés liés de glands chez les 4 populations du chêne vert (1981)

espèce en % acide de pro- teïne	Gland	Légumes secs	Blé	Farine de Soja	Maïs	Viande	Oeuf
Ile	3,19	4,10	3,30	3,50	3,95	5,40	8,0
Leu	7,17	7,50	5,80	6,10	12,3	8,10	9,20
Lys	4,11	7,00	2,70	6,40	3,25	8,00	7,20
Met	1,25	1,20	2,00	0,60	2,50	2,40	4,10
Phe	3,19	5,20	5,70	4,80	5,10	4,30	6,30
The	3,19	3,70	3,30	3,70	3,80	4,80	4,0
Trp	1,25	0,90	1,20	1,20	0,70	1,40	1,50
Val	4,78	4,60	3,60	5,00	5,40	5,40	7,30

Tableau 41 : Comparaison des acides aminés
essentiels de glands de chêne avec
ceux des protéines animales et végétales

qui se rapproche de celles des céréales et se caractérise par:Tab41

- Un déficit en isoleucine, phenylalanine
- Un niveau intéressant en leucine dépassant celui des céréales,
- Un niveau intéressant en lysine

Les protéines des glands ont ainsi une composition complète, celles des céréales.

Cette remarque est importante quand on sait que les céréales fournissent 75,2% des protéines de la ration Algérienne moyenne (104) qui d'après Autret a diminué et ne représente que 60%.

La répartition du Tryptophane est également intéressante chez les glands. Pour la methionine il faut faire appel aux protéines animales.

La variation de la composition en acides aminés peut provenir aussi bien des différences génotypiques entre variétés que des différences phenotypiques (86).

c. Valeur biologique des protéines

Afin de déterminer la valeur biologique des protéines de trois espèces nous avons utilisé la méthode chimique qui repose sur des résultats analytiques ; elle permet de classer les protéines des sept populations par rapport à l'oeuf (87).

Cette valeur peut aussi être calculée par l'indice biologique dont le résultat est similaire à celui de l'indice chimique (confirmé par les travaux de Mitchell .) (105).

* Entre les espèces comestibles

La population 3 renferme le plus grand indice chimique EAA (acides aminés essentiels) estimé à 48,6 qui est inférieur à celui des populations espagnoles dont la valeur est égale à 62 (101) Tab42.

* Entre les espèces fourragères

La population 5 possède la plus haute valeur biologique suivie de près par la population 7 (Tab 43).

* Entre les différentes espèces végétales

D'après les résultats obtenus on peut assurer que la valeur biologique des protéines la plus élevée appartient au gland de l'espèce fourragère notamment le chêne liège. Les trois espèces renferment une déficience en méthionine en lysine et en isoleucine.

La leucine et la tryptophane sont représentées par des teneurs acceptables comparées à celles des protéines de l'oeuf. La même interprétation peut être faite pour la thréonine et la phénylalanine.

Les protéines de glands ont un taux intermédiaire d'acides aminés essentiels comparés à celui des protéines végétales Soja (91) Blé (97) et Orge (104) (Tab 44) se traduisant par une valeur biologique assez élevée. Il faut préciser que la méthionine est aussi le facteur limitant de nombreuses espèces de plantes (91).

Les résultats obtenus devraient être à l'origine d'une économie progressive des protéines dans les rations animales par un meilleur ajustement.

Acides aminés essentiels % en protéine	Oeuf	Chêne vert		Chêne vert		Chêne vert		Chêne vert	
		1	2	3	4				
Lysine	7,2	2,54	35,27	3,55	49,30	3,33	46,25	3,67	50,97
Threonine	4,1	2,22	54,14	2,24	54,63	2,77	67,56	2,44	59,51
Valine	7,3	2,85	39,04	3,92	53,69	3,88	53,15	4,08	55,89
Méthionine	4,1	1,11	27,07	0,74	18,04	0,97	23,65	1,02	24,87
Isoleucine	8,0	2,54	31,75	2,80	35	2,5	31,25	2,44	30,5
Leucine	9,2	2,14	23,26	5,98	65	5,69	61,84	5,51	59,89
Phe	6,3	2,85	45,23	3,00	47,61	3,05	48,41	2,85	45,55
Trp	1,5	1,3	86,66	1,2	80	1,3	86,66	1,2	80
Total	47,7	17,55	342,42	23,43	403,27	23,49	418,77	23,2	407,18
Facteur limitant Facteur chimique	4,1	1,11 Met	27,07	0,74 Met	18,04	0,97 Met	23,65	1,02 Met	24,87
FAA (index)	100	40,7		46,7		48,6		47,9	

Tableau 42 : Composition des acides aminés essentielles des glands chez 4 populations de chêne vert comparées à celles de l'oeuf

Espèce acide aminé essentielle	oeuf en % M.S	Chêne liège		Chêne zeen			
		5		6		7	
		% en MS	% en protéine d'oeuf	% en MS	% en PO	% en MS	% en protéine d'oeuf
Lysine	7,2	4,34	60,27	3,88	53,88	3,42	47,2
Threonine	4,1	3,75	91,46	2,64	64,39	3,04	74,14
Valine	7,3	5,53	75,75	4,03	55,20	4,57	62,60
Methionine	4,1	1,58	38,53	0,93	22,68	0,76	18,53
Isoleucine	8,0	3,75	46,87	2,63	32,87	2,85	35,62
Leucine	9,2	8,30	90,21	6,05	65,76	6,66	72,39
Phénylalanine	6,3	3,75	59,52	2,63	41,74	3,42	54,28
Tryptophane	1,5	1,3	86,66	1,2	80	1,2	80
Total	47,7	32,3	549,27	23,99	416,52	25,92	444,76
Facteur limitant		Met	38,53	Met	22,68	Met	18,53
E.A.A. index			64,4		48,06		50,11

Tableau 43.: Composition des acides aminés

essentiels des glands chez les populations

de l'espèce fourragère comparées à celles

de l'oeuf

On disposent ainsi d'un supplément en matière de politique des protéines. L'évaluation des teneurs en acides aminés essentiels et leur disponibilité permettraient ainsi de faire un choix correct des constituants de la ration.

3. Teneur en fractions protéiques

a Entre différentes espèces végétales

Les résultats présentés dans le tableau 45 montrent que l'espèce comestible est riche en glutéline et en albumine. La globuline et la prolamine sont abondantes chez l'espèce fourragère

Les céréales renferment les teneurs les plus élevées en prolamine et en glutéline (107). Les légumineuses sont riches en albumine (107). On constate que les fractions représentées en faible quantité chez les céréales et les légumineuses sont abondantes chez les glands. Ce déficit peut être rééquilibré par le mélange ou par l'adjonction de glands de chêne.

Les résultats dont nous disposons actuellement sur les protéines des glands de chênes permettent d'avoir quelques éléments de choix pour leur utilisation dans les rations animales. Elles sont toutefois encore insuffisantes pour servir de base à la constitution de régime optimum.

A.A. en % en population protéine	œuf	chêne vert		chêne liège		chêne zeen		Soja		Orge		Blé	
	Lysine	7,2	3,27	45,41	4,11	57,08	3,42	47,5	6,20	86,11	3,50	48,61	2,50
Threonine	6,1	2,41	58,78	3,19	77,80	3,04	74,14	3,90	95,12	2,90	70,73	2,70	65,85
Valine	7,3	3,68	50,41	4,78	65,47	4,75	62,60	5,50	75,34	4,40	40,27	3,91	53,56
Methronine	4,1	0,96	23,41	1,25	30,48	0,76	18,53	1,00	24,39	1,40	34,14	1,15	28,04
Isoleucine	8,0	2,57	32,12	3,19	39,87	2,85	35,62	4,70	58,75	6,50	81,23	6,54	81,75
Leucine	9,2	4,80	52,17	7,17	77,93	6,66	72,39	8,30	90,21	2,80	28,26	4,75	51,62
Phenylalanine	6,3	2,93	46,50	3,19	50,63	3,42	54,28	5,30	84,12	4,70	74,60	4,81	76,34
Tryptophane	1,5	1,25	83,33	1,25	83,33	1,2	100	1,50	100	1,50	100	1,7	100
facteur limitant			methionine 23,41		methionine 30,48		methionine 18,53		methionine 24,39		Leucine 28,26		methionine 28,04
EAA index			44,66		56,23		50,11		69,18		58,08		60,25

Tableau 44 : Acides aminés essentiels de différentes espèces de plantes

TABLEAU 45 Composition en fractions protéiques des glands des différentes espèces de chêne, de céréale et de légumineuse.

ESPECE FRACTION PROTEIQUE	C H E N E				V E R T				CHENE LIEGE				CHENE ZEEN		CEREALE		LEGUMINEUSE	
	1		2		3		4		5		6		7		BLE		HARICOT	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Albumine	0,22	2,00	0,25	29,44	0,22	19,13	0,20	25,64	0,05	7,5	0,06	5,82	0,08	9,52	0,07	4	1,15	30
Globuline	0,03	3,00	0,02	2,35	0,06	5,21	0,03	3,84	0,30	37,5	0,25	24,27	0,25	29,75	0,15	8	2,03	52,90
Prolamine	0,10	10,00	0,15	17,64	0,06	5,21	0,10	12,82	0,19	23,75	0,25	24,27	0,20	23,80	0,92	43	0,19	5,00
Gluteline	0,25	25,00	0,28	33	0,34	29,56	0,15	19,23	0,12	15	0,22	21,35	0,11	13,09	0,76	40	8,64	15
Résidu	0,15	15,00	0,12	14,11	0,15	13,04	0,13	16,66	0,11	13,75	0,22	21,35	0,15	17,85	--	--	--	--

A : Fraction protéique en % de matière sèche

B : Fraction protéique en % d'azote totale.

système de séparation espèce=	Butanol + A. Acétique + eau (4 - 1 - 1)			butanol + eau (1 - 1)		
	Acide aminé	Rf	Rf étalons	Acide aminé	Rf	Rf étalons
chêne vert	Lys	0,150	0,162	Lys	0,033	0,030
	cyst	0,316	0,320	Cyst	0,339	0,331
	Threo	0,282	0,280	Threo	0,210	0,200
	Try	0,454	0,456	Try	0,362	0,364
	Ser	0,182	0,173	Arg	0,044	0,040
	A. Asp	0,250	0,260	Val	0,243	0,242
	Gly	0,220	0,223	A. Amino butyrique	0,125	0,120
chêne liège	A. Asp	0,250	0,260	Cyst	0,339	0,331
	5 Try	0,454	0,456			
	6 Try	0,454	0,456	Cyst	0,339	0,331
	Gly	0,220	0,223			
chêne zeen	Cyst	0,316	0,320	Arg	0,044	0,040
	Arg	0,201	0,193	Try	0,362	0,364

Talbeau 46: Identification des acides aminés libre
par chromatographie sur papier de deux
systèmes de séparation des glands des
espèces de chênes

4. Examen chromatographique des acides aminés libres

Les trois espèces de chênes présentent des acides aminés différents à l'exception de 2 acides aminés la tryptophane et la cystine qui se répètent. (Tab 46).

L'espèce comestible renferme plus d'acide aminé libre que l'espèce fourragère. Cette variation peut être due soit au stade de germination et de développement soit à l'état de maturité.

Population caractéristique	Espèce Algérienne			Françaises	Américaines	Indiennes
	Chêne vert	Chêne liège	Chêne zeen	Chêne Kermes	Chêne rubra	Quercus leucotriphono
Amidon % en MS	42,00	35,50	42,30	52,50	52,00	59,00

Tableau 47 : Teneur en amidon chez
différentes espèces de chênes

Population caractéristique	Orge	Chêne vert	Chêne liège	Chêne zeen	Légumineuses
	Amidon % % en MS	60,00	42,00	35,50	42,30

Tableau 48 : Teneur en amidon chez les
différentes espèces végétales

C. TENEUR EN FRACTIONS GLUCIDIQUES

1. Teneur en amidon

a. Entre les espèces comestibles

Les valeurs obtenues sont inférieures à celles des glands du chêne vert portugais et français estimées respectivement à 50,3% (96, '70) et 52,5% alors qu'elles sont similaires à celles trouvées dans certains glands (91).

b. Entre les espèces fourragères

Les résultats montrent que les populations françaises portugaises, espagnoles et marocaines sont supérieures à nos valeurs et sont estimées respectivement à 55,1% (70) 49,12% (96) 47% (98) et 45,65% (82).

c. Entre les différentes espèces végétales

Le taux d'amidon le plus élevé existe chez le chêne vert. Il représente presque la moitié de la substance sèche, constituant une véritable source énergétique, l'amidon est une source de glucides fermentescibles mais aussi un constituant structural très important ; l'une de ses principales caractéristiques est l'absorption de l'eau.

Comparés aux valeurs obtenues chez le gland du chêne indiens 59% (99), du chêne français 52,5% (70) et du chêne

américains 52,00% (70) elles sont inférieures. (Tab 47).

Le tableau (48) montre que les céréales présentent les teneurs les plus élevées en amidon estimés environ à 60% à l'exception de l'avoine dont la valeur est similaire à celle des glands (108).

Les légumineuses et les graines oléogineuses présentent des valeurs faibles comparées à celle des glands Par contre, il est pratiquement absent chez le lupin, le soja et le tournesol (108).

L'étude des propriétés chimiques, la structure du complexe d'amidon et le contenu de l'amylose et l'amylopectine constituent un intérêt important dans l'utilisation des glands comme une source additionnelle d'amidon.

2. Teneur en saccharose

a. Chez les espèces comestibles

Le taux de saccharose est supérieur à celui des glands des espèces françaises 11,60% (70).

b. Entre les différentes espèces végétales

Les valeurs obtenues par certains auteurs sur des espèces françaises notamment le chêne Tauzin et le chêne Kermès sont inférieures à celles des espèces étudiées. (Tab 49). (70).

Comparés aux céréales 2,90% (82) et aux légumineuses 5,70% (90) les glands présentent des teneurs plus importantes (Tab 50).

Population Caractéristique	Espèce Algérienne			Espèce Française	
	Chêne vert	Chêne liège	Chêne zeen	Chêne Tanzin	Chêne Kermes
Saccharose en % de MS	18,08	15,62	9,50	4,00	11,96

Tableau 49 : Teneur en saccharose de
différentes espèces de chêne

Population Caractéristique	Chêne vert	Chêne liège	Chêne zeen	Légumineuses	Céréales
	Saccharose en % de MS	18,08	15,62	9,50	5,70

Tableau 50 : Teneur en Saccharose des
différentes espèces végétales

3. Teneur en sucres réducteurs

Les glands des espèces comestibles françaises présentent des teneurs supérieures estimées 7,3% par contre celles des légumineuses et des céréales sont inférieures (Tab 51) (11).

4. Teneur en glucides totaux.

a. Entre les espèces comestibles

La moyenne de ces valeurs est légèrement supérieure à celle des glands des populations françaises 13,200% (70).

b. Entre les espèces fourragères

Les glands des populations françaises du chêne liège présentent des valeurs similaires à celles obtenues lors de notre étude (70).

c. Entre les différentes espèces végétales

Comparés aux glands des chênes Kermes et **chêne** Tauzin, nos valeurs sont légèrement supérieures (Tab 52) (70).

population caractéristique	Chêne vert	Chêne liège	Chêne zeen	Céréale	Légumineuse
Sucre réducteur en % de MS	3,36	3,67	5,31	2,20	1,20

Tableau 51: Teneur en sucre réducteur des glands comparés à celles des légumineuses et des céréales

population caractéristique	Chêne vert	Chêne liège	Chêne zeen	Chêne Tauzin	Chêne Kermes
Sucre total en % de MS	19,77	17,00	10,60	11,90	15,60

Tableau 52 : Teneur en sucre totaux des glands des différentes populations de chênes

Population caractéristique	Chêne vert	Chêne liège	Chêne zeen	Chêne Kernès	Chêne Tanzin	Chêne incana
Cellulose % en MS	1,93	2,29	3,07	2,50	2,40	9,34

Tableau 53 : Teneur en cellulose des différentes espèces de chênes

Population caractéristique	Chêne vert	Chêne liège	Chêne zeen	Légumineuse			Céréale		
				haricot	soja	Pois chiche	Maïs	Orge	Blé
Cellulose % de MS	1,93	2,29	3,07	7,60	9,20	4,36	2,50	6,00	3,00

Tableau 54 : Taux de cellulose de différentes espèces végétales

5. Teneur en cellulose

a. Entre les espèces comestibles

La moyenne des valeurs est inférieure à celle des glands de populations françaises estimée à 3,33% (70) et des populations espagnoles 2,60% (101) alors qu'elle est similaire à celle des glands des populations portugaises (96).

b. Entre les espèces fourragères

Les valeurs des glands de populations du chêne liège sont supérieures à celles des populations du chêne liège portugaises 0,64% MS (96).

L'espèce fourragère est riche en cellulose en particulier le chêne zeen par rapport à l'espèce comestible (Tab 53).

Les glands des populations fourragères renferment des teneurs équivalentes à celles des populations françaises mais inférieures à celles des glands des populations indiennes (Tab 53).

Les glands des populations fourragères présentent des valeurs similaires à celles des céréales mais inférieures à celles des légumineuses (Tab 54).

On constate que les espèces comestibles de chêne vert, de maïs, de blé, de pois chiche et d'haricot renferment des teneurs plus faibles que les espèces fourragères correspondantes (112) (113).

D. TENEUR EN LIPIDES

a. Entre les espèces comestibles

Les valeurs de nos populations s'avèrent plus riches que les

Population caractéristique en % de MS	Algérienne	Espagnols	Américaines	Portugaises
Lipide	7,50	10,67	6,90	4,90

Tableau 55 : Teneur en lipide des glands
des différents chêne vert popu-
lations de chêne vert

Population caractéristique en % de MS	étudiées	Espagnoles	Américaines	Marocaines	Portugaises	Françaises
Lipide	4,95	14,50	3,46	14,75	4,40	5,77

Tableau 56 : Teneur en lipide des glands de
chêne liège comparés à d'autre
population

caractéristique en % de MS population		Lipide
Algériens	Chêne vert Quercus ilex	7,25
	Chêne liège Quercus suber	4,94
	Chêne zeen Quercus mirbeckii	7,50
Français	Quercus Toza	4,89
	Quercus coccifera	5,16
	Quercus incana	6,78
Indien	Quercus leucotrifora	4,48
	Quercus rubra	18,9
Américain	Chêne blanc	4,3
	Chêne noir	17,9

Tableau 57 : Teneur en lipide des différentes populations de chêne

populations portugaises et américaines (115) mais inférieures aux valeurs des populations espagnoles (98) (Tab55).

b. Entre les espèces fourragères

Nos résultats diffèrent légèrement de ceux des espèces américaines (82) et portugaises (96) alors qu'ils sont inférieures à ceux de populations espagnoles (87) et des populations marocaines (98) (Tab 56).

Les valeurs concernant le chêne zeen sont supérieures à celles citées en littérature 2,43% (91).

c. Entre les différentes espèces végétales

Le chêne vert est l'espèce qui possède le taux le plus haut en lipide. La richesse de l'espèce comestible en lipide confirme les résultats de Mashey et Taleb (91).

Le tableau 57 montre que les glands des espèces algériennes renferment un taux en lipide supérieur à celui des autres espèces à l'exception de quelques espèces américaines.

*** Identification des acides gras**

Les résultats présentés dans le tableau 58 montrent que l'huile de gland ressemble à celle de l'olive et à celle des glands espagnols et marocains tandis qu'elle diffère de celle du Soja, du Maïs et de l'Arachide.

Les huiles de glands et d'olive sont riches en acide palmitique et en acide oléique alors que les autres huiles présentent des teneurs élevées en acide oléique et linoléique.

acide gras en % de MS espèce	Ac palmitique	Ac palmitoleique	Ac stearique	Ac oléique	Ac. Linoléique
Cheêne vert	23,20	0,10	65,7		10,5
Chêne liège espagnol	16,8	-	2,20	70,80	13,10
Chêne liège marocain	13,5	-	2,70	67,9	20,1
Olive	7,5-20	0,3-3,5	0,5	56,0	3,5-20,0
Colze	2,0-5	1,0-2,0	0,10	11,20	11,9-17,9
Tournesol	5,0-8	3,0-6,0	3,0	18,70	51,90-68,10
Soja	9,90-14,10	2,0-3,5	2,0	22,50	48,90-54,70
Maïs	10,0-17,0	2,80-4,90	39,70	2,80	29,0-37,4
Arachide	13,5	-	2,5	67,9	20,1

Tableau 58 : Teneur des acides gras chez les glands de chêne vert comparés à ceux des autres espèces végétales

D'après la Bibliographie on sait que la susceptibilité de l'huile à l'oxydation est surtout liée à la proportion d'acide linoléique dans le produit (82), on peut supposer que l'état de conservation de l'huile est meilleure chez les glands. De plus sa ressemblance de composition avec l'huile d'olive lui confère d'excellentes qualités diététiques acceptables pour la nutrition humaine et animale (8).

E. TENEUR EN MATIERE MINERALE

1. Entre les espèces comestibles

La valeur moyenne du chêne vert est légèrement supérieur aux résultats publiés dans la littérature et particulièrement celle de Gausen (83) pour les glands de chêne Français estimée à 2,25%, 1,20% pour les glands de chêne portugais (96) et 1,34% pour les glands de chêne espagnols (98)

2. Entre les espèces fourragères

La moyenne des teneurs du gland du chêne liège est similaire à celle de glands des populations françaises alors qu'elle est supérieure à celle des populations portugaises 1,39% (96) et inférieure aux valeurs trouvées chez le gland Marocain 3,03% (82) et Espagnol 3,21% (98).

3. Entre les espèces végétales

Les glands des différentes espèces se caractérisent

Population Caractéristique % de MS	Espèce Algérienne			Espèce françaises		Espèce Américaines			Espece Indienne
	Chêne vert	Chêne liège	Chêne zeen	Chêne tauzin	Chêne kermes	Chêne blanc	Chêne noir	Chêne rouge	Quercus lencotriphora
Cendre	2,21	2,29	3,70	2,56	1,92	2,70	2,20	2,16	2,10

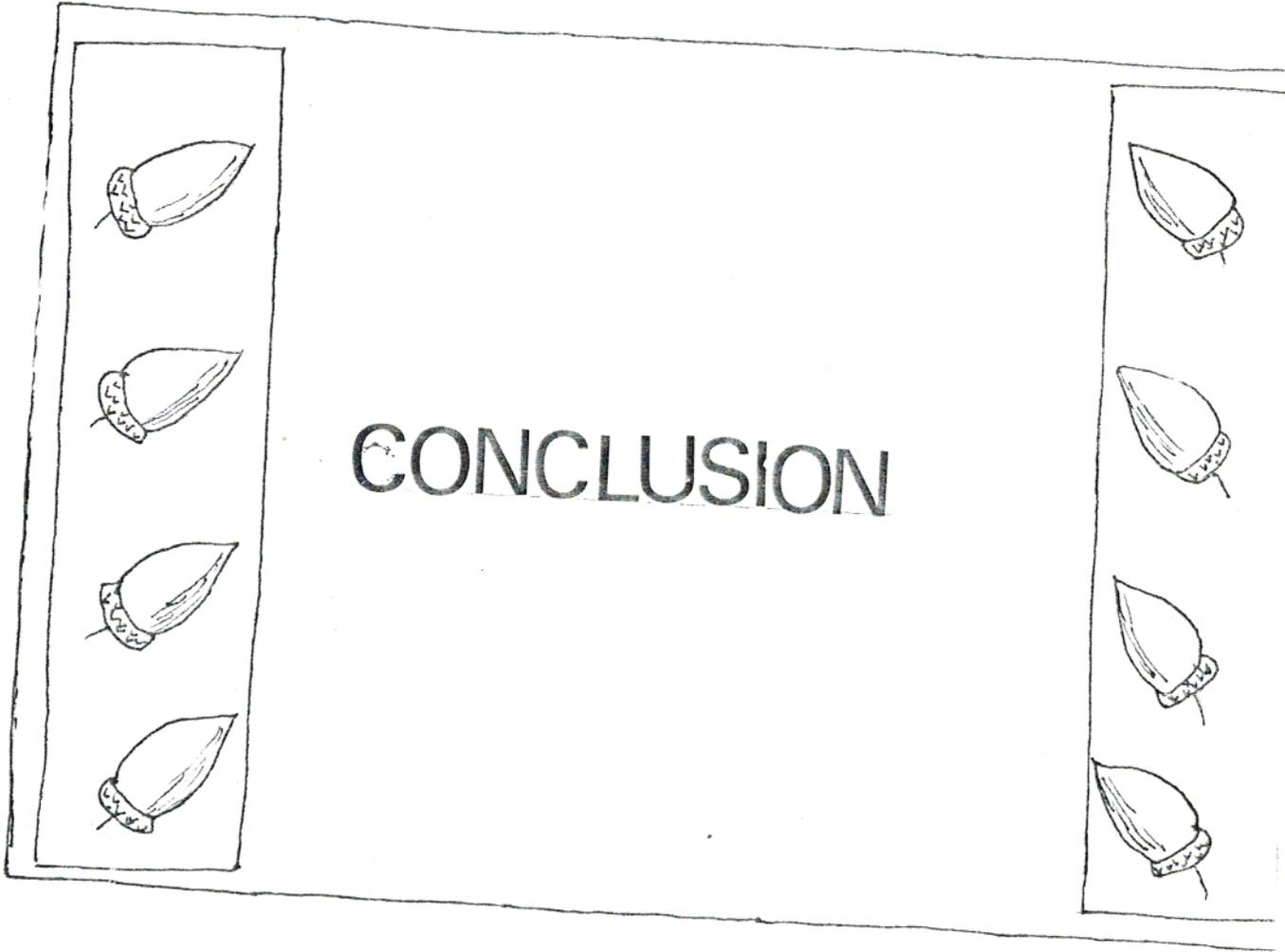
Tableau 59 : Teneur en cendre des glands
de différentes espèces de chêne

Population caractéristique en % de MS	Chêne vert	Chêne liège	Chêne zeen	Légumineuse		Céréale	
				Fève	Haricot	Blé	Maïs
Cendre	2,21	2,29	3,70	-	3,00	1,50	2,00

Tableau 60 : Teneur en cendre des glands comparée
à celle des légumineuses et céréales

par de faibles teneurs en cendres. L'espèce comestible renferme des teneurs importantes comparées à l'espèce fourragère (Tab59).

Les résultats du tableau 59 montrent que le taux de cendre de glands de trois espèces est inférieur à celui du chêne blanc 2,70% (61) et du chêne tauzin 2,56% (70) alors qu'il est supérieure à celui du chêne noir 2,2%, du Quercus leucotriphora 2,10% (83) du chêne Kermes 1,92% (70) et du chêne rouge 2,16% (Tab 60).



CONCLUSION

CONCLUSION

A l'issue de notre travail, il nous a été possible de mettre en évidence un certain nombre d'éléments.

Les glands de différentes populations présentent d'une façon générale des teneurs élevées en fractions glucidiques et des valeurs assez faibles en cellulose et en cendre.

Une teneur importante en amidon et en saccharose comme source énergétique est inférieure au céréale et supérieure au légumineuses.

La valeur nutritive des glands de chêne est représentée par le facteur limitant identique à celui des légumineuses, la méthionine et l'indice d'acide aminé essentiel qui varie de 64,4 à 40,7.

Les variations qui se manifestent entre les différentes populations essentiellement dans la teneur en substance glucidique et lipidique et à un degré moindre dans le taux de matière azotée et de la cellulose peuvent être dues d'une part à l'effet du milieu (leur origine différentes) et d'autre part aux facteurs internes liés directement à la plante, autrement dit à sa morphologie et ses aptitudes génétiques.

Il est à noter qu'une ~~relation~~ relation linéaire intéressante semble se dégager entre l'altitude et le taux de lipides chez

TABLEAU 61 : Composition chimique des glands de différentes espèces de chênes

Espèce caractéristique	G L A N D								
	CHENES ALGERIENS			CHENES FRANCAIS		CHENES AMERICAINS			CHENES INDIENS
ESPECE	CHENE VERT	CHENE LIEGE	CHENE ZEEN	CHENE KERMES	CHENE TOZA	CHENE ROUGE	CHENE BLANC	CHENE NOIR	QUERCUS LEUCOTRIPHORA
Humidité	29,68	24,96	34,74	34,50	40,60	22,50	--	--	---
Protéine	5,93	5,75	5,25	3,66	6,73	--	5,90	5,90	4,93
Lipide	7,25	4,95	7,50	5,16	4,86	21,00	4,30	17,90	4,45
Amidon	42,00	35,50	42,30	52,50	60,80	---	12,90	12,20	60,01
Cendre	2,50	2,08	2,12	2,11	2,09	2,17	--	--	2,00
Cellulose	1,93	2,29	3,07	2,50	2,40	---	--	--	---
Sucre réducteur	3,67	3,67	5,31	7,36	7,51	---	---	--	---
Sucre Totaux	19,77	17,00	10,60	19,80	72,30	---	---	---	---
Saccharose	18,08	15,62	9,50	11,96	4,00	---	---	---	---
Référence				(14)	(14)	(14)	(37)	(37)	(5)

l'espèce comestible.

Les glands de nos chênes occupent une place importante comparés aux autres glands de chênes (Tab 61).

Selon nos données analytiques sur la composition chimique et la valeur nutritive. Nous proposons une utilisation meilleure du gland dans l'alimentation animale comme source locale en remplaçant une partie de l'orge et du maïs importé, de plus la farine de gland est riche en acides aminés essentiels et en acides gras essentiels et en carbohydrates digestibles (saccharose et amidon), elle peut être utilisée pour la consommation humaine et éventuellement pour la préparation d'aliments diététiques.

Il serait intéressant d'approfondir l'étude sur une analyse quantitative des acides gras. Vue que certaines espèces de glands de chênes citées dans la littérature sont riches en lipides nous sommes tentées à l'avenir d'étudier la plupart des glands des espèces algériennes dans le but de trouver celles qui renferment un taux important en matière grasse.

B I B L I O G R A P H I E

01. MARA 1978
In Annuaire statistique de l'Algérie
02. FERREIRA., MF VIEIRA de CASTRO 1966
Bulpecudr n° 34 p. 205-220.
03. QUEZEL P. SANTA S. 1962
Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Centre national de la recherche scientifique Tome I p. 262-264.
04. BOUDY 1950
Economie forestière Nord Africaine Tome I fascicule 1. Ed Larousse Paris V.
05. BARBERO M et LOISEL R. 1980
Revue forestière française n° 6 p. 531-542.
06. KAZI AOUL, N. 1982
Thèse d'Ingéniorat agronome INA Alger p. 8-16.
07. S.E.F.O.R. 1980
Statistique du secteur forestier 2.
08. HAMMOUDI A. 1981
Thèse d'ingéniorat I.N.A. Alger p. 73.
09. PLAISANCE G. 1978
La forêt privée n° 119 p. 49-63.

10. OUYAHIA Mhamed 1982
Diplôme d'ingénieur Agronome INA Alger.
11. IONEXOT et SAUVAGE Ch 1966
S. Aluania 22 p. 103-124.
12. JACQUIOT C. 1938
Le chêne, Hermanet et Cie éditeur 6, rue de la Sorbonne Paris p. 74.
13. BEAUVERIE 1905
Le bois, Tome I, Gauthier - Villons imprimeurs librairies 55 Quai des grands Augustins Paris p. 703.
14. ITF de Batna 1978
Monographie forestières p. 101.
15. ECKARD F. HEIN G. METHY M. SAUVEZON R. 1975
In photosynthétique 9 (1) ; C.N.R.S. Montpellier p. 145-156.
16. MEURET M. 1988
Reproduction, Nutrition, développement n° 28 p. 89-90.
17. NATIVIDADE 1956
Subericulture édition française de l'ouvrage portugais subericulture école nationale des eaux et forêts 14, rue Girardet 14 Nancy p. 257-260.
18. ZERAIA L. 1982
Résumé de thèse du Docteur d'état Es Science Alger.

19. **KAOUANE Said 1987**
Thèse d'ingénieur agronome Alger p. 4-10.
20. **BOUDY 1955**
Economie forestière Nord Africaine Tome II, Fasci
I. Monographie et traitement des essences fores-
tières de l'Algérie et de la Tunisie, Edit Larous-
se Paris V p. 525.
21. **HAMICHE A. 1978**
Thèse d'ingénieur Agronome Alger p. 5-8.
22. **MAIRE R. 1961**
Flore de l'Algérie ; Volume VII ed le chevalier,
France p. 700.
23. **CLARKS & E. COTCHIN 1956**
British Veterinary Journal p. 112-135.
24. **MARION R. COOPER BSC, ANTHONY W JOHNSON B.V.S.C. 1988**
Poisonons - Plants and fungi, cab international
bureau fo animal heealth, werz bridge. London her
Majesty's stationery office p. 51-52.
25. **CAMP B.J. STEEL E AND DOLLAHITES J.W. 1967**
American Journal of Veterinary Research p. 28-290.
26. **TEXL et KONECNY 1968**
Scripta Médica p. 41-141.
27. **ROBINSON et GRAESSLE 1943.**
Journal of pharmacology and experimental therapeu-
tique p. 63-77.

28. HERMAN, HA, GRAHAM, G.W and BOWER, K.W 1953
Research bulletin, Agriculture experiment station university of Missouri n° 532.
29. HAWKINS, G.E, JR 1955
Journal of dairy Science n° 38 p. 237.
30. CHANG AND FULLER 1964
Poultry Science 43 p. 30.
31. FULLER, H.L; POLLER, D.K and BROWN, A.R 1966
Bulletin Agriculture experiment station, University of Georgia N.S n° 176.
32. TEXL, A et KONECY, M. 1968 b
Scripta Medica 41 p. 301.
33. GLICKZ ; et JOSLYN M.A 1970
Journal of nutrition 100 p. 509.
34. BOOTH A.N ; ROBBINS D.S. et De Eds F. 1961
Journal of nutrition 74 p. 104.
35. FULLER H.L ; CHANG S.I. and POTTER D.X 1967
Journal of nutrition 91 p. 477
36. MILIC et STOJANOVIC 1972
Journal of the science of food and agriculture
23 p. 1163.
37. BOOTH et BELL 1968
Proceeding of the society for experimental biology
and medicine 128 p. 800.

38. FOWLER, ME et RICHARDS W.P.C. 1965
Journal of the American Veterinary Medical Association 147 p. 1215.
39. BOLER, BROOM et ARHELGER, 1966
Americain JOurnal of pathology 49 p. 15
40. ARHELGER, WB. BROOM J.S ; 1965
American Journal of pathology 46 p. 409.
41. TEXL, A. et KONECY, M. 1967
Intrni Lekarstri 13 p. 968.
42. CAMP, B.J, STEEL, E. et DOLLAHITE J.W 1967
American Journal of veterinary research 28 p. 290.
43. GOULD, GN et MORGAN, K.G 1934
Veterinary research p. 14-33.
44. FORSTH W.G.C 1964
Annal Review of plant physiology 15 p. 443.
45. DOLLAHITE, HOUSHOLDER ET CAMP 1966
American, Vet. Medi. Association p. 148-908.
46. BATU, NADAS ET GUBEL 1978
Pendik Vet. Serol. Enst. Derg. 10 p 93-100.
47. DUCCAN C.S 1961
Cornell veterinarian 51 p. 159.
48. BETTS MJ. BROWNV BR ET PIKE 1967
Chemical communications p. 1110.

49. NACHTOMI AND ALUMOT 1963
Journal of the Science of food and Abriculture 14
p. 464.
50. JOSLYN , MA., NISHIRA-H. AND ILO S. 1968
Journal of the Science of food and agriculture 19
p. 543.
51. BATE - SMITH E.C. 1954
Advances in food research 5 p. 261.
52. BURNS, R.E ; HENSON, P.R and CUMMINS, D.G 1967
Agronomy Journal 59 p. 284.
53. BURNS, R.E. AND FOBES I. 1962
Proceeding of the association of southern Agricult-
ture Workers 59 p. 232.
54. BELL, T.A ; ETOHELLS, J.L AND SMART W.W.C 1965
Botanical Gozette 126 p. 40.
55. BURNS R.E 1966
Bulletin Agriculture experiment station, Universi-
ty of Georgia N.S n° 164.
56. OSBOURN, D.F, TERRY, R.A, CAMMELL, S. BAND OUTEN
G.E 1971
Proceeding of the nutrition Society 30 p. 13.
57. FEENY P.P. AND BOSTOCK H. 1968
Phytochemistry 7-871.
58. YASUMATSU, NAKAYAMA ET CHICHESTER 1965
Journal of food Science 30 p. 663.

59. MARTIN ET AL 1951
American Wild life and plants. MC. Cuaw. Hill
Book Co, New York p. 500.
60. SHARP, W.M. 1960
Proc. Southern Assoc, Game and Fish commessioners
p. 382-387.
61. WILD MENAGE J. 1976
Nutrient quality and digestibility of seeds and
fruits from southern forests 40 (2) p. 283-289.
62. BONNER 1971
U.S.D.A. forest serv Res note so. p. 136.
63. BONNER 1974 a
Serv. Res. Note So (3) p. 183.
64. BONNER 1974 b
Forests Sci 20 : p. 238-242.
65. CROKER WCAND BARTON I. V 1957
Physiology of seeds, 2 nd impression, chronica
botanica co, Waltham Mass p. 267.
66. WAININ, W.AND ORBES E.B 1941
Jounral Agric Res 62 : p. 627-635.
67. BONNER 1976
Maturation of Shumard and White aok acorns volu-
me 22, n° 2 p. 149.
68. CLATTERBUCK, WFAND BONNER 1985
Sci, Technol 13, p. 121-128.

69. **SHORT 1969**
The southern forest habitat proc. Symp. 45 Sew Southern p. 14-18.
70. **GUAUSSEIN, H. ROUQUETTE A. 1949.**
Extrait du bulletin de la société d'histoire naturelle de Toulouse T 84.
71. **AUDIGIE ET AL 1980**
Manipulation d'analyse biochimique p. 1-3
72. **RAYMOND BOURDON 1974**
Cours de Chimie analytique, analyse organique élémentaire et fonctionnelle.
73. **STANCHEV G. GUROV. M MASCHEV N. 1968**
Manuel pour l'analyse chimique de fourrage Candev sofia 75
74. **RATIBA GOUMIN 1987**
Thèse d'ingénieur agronome INA Alger.
75. **BOUSLAMA MOHAMED 1986**
Thèse de diplôme de Magister Science Agronomique Science alimentaire INA Alger.
76. **MASHEV N. 1987**
Biochimie des plantes 2e édition Zemistade
77. **HENERBERG ET STOMA 1979**
Méthode chimique pour l'analyse de fourrage V Sofia p. 75.

78. **MASHEV N; IVANOV, POPOV 1989**
Manuel de travaux pratiques de Biochimie de plantes p. 38 Sofia.
79. **P. KAMOUN 1987**
Appareils et méthodes en biochimie Ed Flammarion Paris
80. **AUDIGIE CL ET DUPONT G. 1982**
Principe des méthodes d'analyses biochimiques
81. **BENSID ADIBA 1989**
Thèse du diplôme d'ingénieur en Biologie à TLEMCEM
82. **KAMAHIDDINE AFRAITANE 1990**
Thèse du diplôme 3e cycle Rabat MAROC.
83. **BHUPPINDER SUGH AND DEOL G 1985**
Departement of forestry, HP Krishi vishrs vidyalaya Solan (Himachal Pradesh) p. 303.
84. **BAUDET J, COUSIN P ET MOSSE J. 1977**
Proteine quality from leguminous crop.
85. **BAUDET 1984**
Perspectives agricoles n° 83
86. **AMMOUR AMAR 1984**
Thèse d'ingénieur agronome INA Alger p. 120
87. **RAO ET PERNOLLET 1981**
Comparaison of genotypes through different protein extraction and electro phoretic procedure agronomic.

88. **PERNOLLET, JC ET MOSSE J. 1983**
Seed proteines n° 20, phytochemical society of
Europa sympo Academic pressed Paris.
89. **BLACK, FRED C, HEINZ H 1965**
Hand book of food and Agriculture New-York U.S.A.
90. **BOUDOUMIA DALILA 1985**
Thèse de Magister en Science agronomique INA Alger
91. **TALEB S.A. & MASHEV 1989**
Compte rendu de l'Académie Bulgare des Sciences
Tome 42 n° 4 p. 1-4.
92. **GUL POZIN, K HANF 1979**
Pkistan journal of forestry 1.
93. **LAPORTE J. ET AL 1971**
Spectrométrie d'absorption atomique. Application à
l'analyse chimique des milieux végétaux tome II.
Ed GRSTROM Paris.
94. **OFCARCIK R.P AND BURN E.E. 1971**
Journal of food Science 36
95. **HANSEN 1976**
In Larwence a mise au point d'un test permettant
de classer des graines de feverole en fonction
de leur teneur en tannin (non publié).
96. **FERREIRA, MAND VIEIRA DE CASTRO 1966**
Acommeal in the feeding of growing birds bul 34
n° " p. 209-220.

97. TADJ AHMED 1989
Thèse d'ingénieur agronome Option : Technologie
Alimentaire TLEMCEM p. 9.
98. VIDAL CAND VALERA, G. 1967
Avances aliment. Meyora animal p. 7.
99. PAL, R.N, PACHARI, V.C 1972
Indian journal of animal science 42 ; p. 341-345
100. CLAUDE COSTES 1981
Protéine foliaire et alimentation biochimie appli-
quée
101. VIDAL C. AND VALERA G. 1969
Revue nutrition animal Madrid.
102. BAUDET J. HUET J.C. ET MOSSE J. 1986
JOURNAL of agricultural and food chemistry n° 34
p. 365.
103. GUNGNARD L. 1979
Abrégé de biochimie végétale, 2e édition Masson
III, à l'usage des étudiants de Pharmacie.
104. AUTRET 1978
Analyse nutritionnelle de l'enquête nationale sur
la consommation et les budgets de ménages en Algé-
rie F.A.O. Rome.
105. MITCHELL H. 1956
Festschrift bd II. Deutsche Akad

106. **WISSEN EFFIC ARBEITER 1966**
Biochimie Tome XV, departement phyto technique,
faculté de phyto technic institut superiers d'a-
griculture plovddiv Bulgarie.
107. **MORAND P. 1981**
Prévision de la valeur nutritive des aliments
des ruminants INRA Pub p. 297-305.
108. **THIVEND P. 1981**
Prévision de la valeur nutritive des aliments des
ruminants INRA Pub p. 219-235.
109. **BEN MAHDI M, TALEB S.A, MASHEV N, VASSILEV 1900**
Compte rendu Aca. Bul. Sci. Sofia Bulgarie T.
43 n° 7 en cours d'impression.
110. **BEN MAHDI M, TALEB S.A, MASHEV N, VASSILEV 1990**
Compte rendu Aca. Bul. Sci, Sofia, Bulgarie T
43 n° 8 en cours d'impression.
111. **KASMI MOSTEFIA 1990**
Thèse de diplôme d'ingénieur agronome Tlemcen.
112. **NEWTON, S.D HILL G.D 1983**
Nutrition abstracs and review, serie B 53, 99 p.115
113. **DOMINIQUE SOLTNER 1972**
Les grandes productions végétales, collections
sciences et techniques agricoles phytotechnie
speciale 4e édition p. 106

114. AMMERMAN, C.B AND BLACK S.S 1964

Food Chem. 12, p. 539-540

115.MASURE SHULLI AND AL 1973

Cruz zoote - Kh. Vet Uchbno 39.