

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

**Université Mouloud MAMMERI DE TIZI-OUZOU**

Faculté des sciences agronomiques et des Sciences biologiques

# **MEMOIRE**

Présenté Par

**RAHMANI Abd el Malik**

En vue de l'obtention du diplôme de Magistère

En biologie végétale

Option : Ecophysiologie végétale

## **THEME**

**Etude de l'activité cambiale chez le *chêne zéen* (*Quercus canariensis* willd), au niveau de la forêt des *Ait-Ghobri***

Devant le jury composé de

M. DERRIDJ Arezki	Professeur, UMM Tizi-Ouzou	Président
M. MESSAOUDENE Mohand	Directeur de Recherche, l'INRF	Rapporteur
M. MEDDOUR Rachid	Maitre de Conférences A, UMM Tizi-Ouzou	Examinateur
M. AIT SAID Samir	Maitre de Conférences B, UMM Tizi-Ouzou	Examinateur

Date de soutenance : /12/ 2011

Année : 2011-2012



# Sommaire

INTRODUCTION GENERALE	7
GÉNÉRALITÉS SUR LA CROISSANCE DES VÉGÉTAUX	10
1. INTRODUCTION	11
2. Quelques aspects de l'alternance saisonnière chez les végétaux	11
3. Les méristèmes	12
4. Le Cambium : Structure Et Fonctionnement	13
4-1- L'Origine du cambium	13
4-1-1- Les cellules initiales	13
4-2- Fonctionnement	14
4-2-1- Les divisions périclines	15
4-2-2- Les divisions anticlines	15
4-2-3- Les divisions transversales	15
4-3- Le cycle saisonnier des cellules cambiales	16
La croissance des cellules végétales	16
5- 1- Le rôle des Vacuoles dans la croissance cellulaire	17
5-1-1- Plasmolyse et turgescence	17
Facteurs de contrôle de la croissance	19
6-1- Action des facteurs exogènes	19
6-1-1- Action de l'eau	19
6-1-2- Action de la température	20

6-1-3- action de la lumière	20
6-2-Action des facteurs endogènes	21
<i>CHAPITRE III            MATERIELS ET METHODES</i>	22
I. <u>Présentation du milieu</u>	23
1-1 <u>Situation géographique</u>	23
1-2 <u>Géologie, sol, et topographie</u>	23
1-3 <u>Végétation</u>	24
1-4 <u>Le climat</u>	24
1.4.1 Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger	25
1-4.2 <u>Régime pluviométrique saisonnier</u>	26
1- monographie du chêne zeen ( <i>Quercus canariensis</i> Wild).	26
1-1- Systématique	26
1-2-caractéristiques botaniques du chêne zeen ( <i>Quercus canariensis</i> Wild)	27
1-3- répartition du chêne zeen	27
1-4- exigences écologiques du chêne zeen ( <i>Quercus canariensis</i> Wild)	28
2- caractéristiques anatomiques du chêne zeen ( <i>Quercus canariensis</i> Willd)	28
2-1- aspect macroscopique	28
III. <u>METHODES</u>	31
1- <u>Prélèvements</u>	31
2- Méthode d'étude de la pression osmotique	31
3 - Méthode d'étude des transformations saisonnières des vacuoles	32

4- Etude de l'impact des facteurs climatiques.	32
<i>CHAPITRE III                      RESULTATS ET DISCUSSIONS</i>	34
1- La pression osmotique des cellules cambiales	35
1-1- Caractères morphologiques de la plasmolyse	35
1-2- . Manifestation de la plasmolyse	35
1- Les variations saisonnières de la pression osmotique du cambium	36
DISCUSSION	38
2- .Les transformations saisonnières des vacuoles	38
DISCUSSION	41
3- Effet du climat sur la variation de la pression osmotique et du cycle vacuolaire	41
<i>CONCLUSION GENERALE</i>	43
<i>Résumé</i>	44
<i>Summary</i>	44
Bibliographie	45

## REMERCIEMENTS

Je tiens tous d'abord à exprimer ma très grande gratitude et ma reconnaissance la plus sincère à Monsieur MESSAOUDENE Mohand. Directeur de Recherche à l'INRE, pour avoir proposé et dirigé ce travail et avoir su m'apporter l'encadrement et le soutien nécessaire à sa réalisation.

Mes remerciements vont également à Monsieur DERRIDJ Arezki Professeur à l'université Mouloud MAMMERY de TIZI - OUZOU, doyen de la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques de l'université Mouloud MAMMERY, pour avoir accepté de présider notre jury de mémoire et n'a ménagée aucun effort pour m'encourager à soutenir ce travail.

Ma reconnaissance va également à Messieurs MEDDOUR Rachid, Maître de conférences de classe « A » à l'université Mouloud MAMMERY de TIZI – OUZOU, et AIT SAID Samir, Maître de conférences de classe « B » à l'université Mouloud MAMMERY de TIZI – OUZOU, pour avoir acceptés d'examiner et participer à notre jury de mémoire.

Mes vifs remerciements vont à tous les amis, et collègues qui n'ont pas cessé de m'encourager pour l'achèvement de ce travail.

Je dédie un hommage particulier à toute ma famille, particulièrement à ma femme et à mes enfants, pour leur soutien sans limite.

Abd el Malik RAHMANI



# Dédicaces



*A mon père et à ma mère*

*À ma femme*

*À mes enfants SARAH et YACINE*

*À mes frères et sœurs*

*À tous mes amis*

*À tous ceux qui me sont chers*

# **INTRODUCTION GENERALE**

## INTRODUCTION GENERALE

---

La forêt, constitue un système écologique complexe et diversifié. Les grandes fonctions qu'elle remplit simultanément, au plan économique, par la production de bois, au plan écologique par son rôle de protection et au plan social par les bienfaits qu'elle procure à la société, en font un patrimoine précieux pour l'homme.

Depuis déjà longtemps, la forêt a été fortement exploitée par l'homme, sans qu'il se soucie de sa pérennité, ou de son renouvellement. Actuellement, tout le monde s'accorde à dire que la forêt doit constituer une ressource renouvelable, dont on peut prélever les produits, tout en assurant sa pérennité, à travers une gestion durable de ses ressources, et une meilleure connaissance des multiples éléments assurant son équilibre écologique (JACQUIOT, 1983).

Parmi les multiples fonctions assurées par la forêt, celle relative à la production de bois est de loin prépondérante pour les forestiers sinon principale, dans un contexte mondial d'augmentation constante de la demande en bois. En effet, le bois reste encore un matériau fortement apprécié pour ses propriétés mécaniques, pour son pouvoir calorifique et comme matière première pour de multiples branches industrielles.

Classiquement, on distingue trois sortes d'utilisation du bois : bois de chauffage, bois d'industrie et bois d'œuvre. Ce dernier, est par définition le bois noble, de grande valeur marchande, utilisé dans l'ébénisterie et dans la menuiserie (DUMON, 1980). Cette qualification de bois noble est la conséquence à la fois de ses caractéristiques physiques, mécaniques et chimiques (BADEL, 1999 ; QUETUE, 2001).

Ces différentes propriétés du bois, peuvent être rapportées aux caractères anatomiques des cellules qui le constituent et à l'abondance relative des différents types de cellules (DETIENNE 1988).

Puisque les cellules du bois sont formées par la division du cambium et ensuite par la différenciation de ses dérivés, Il est donc évident que la connaissance de l'activité cambiale est essentielle pour tous ceux qui s'occupent de la productivité et de l'amélioration des qualités du bois (WAREING, 1964).

C'est ainsi que depuis des décennies, des études scientifiques approfondies, ont tenté de mettre en évidence, les relations existant, entre les qualités technologiques d'un bois, son anatomie et l'activité cambiale qui est à l'origine de sa formation (LACHAUD, 1984). Ces études ont mis l'accent sur la grande variabilité de la structure et du fonctionnement des cellules cambiales, selon les essences (MORANDINI 1964; ZOBEL 1964; DETIENNE 1988) et selon les conditions climatiques où vit l'arbre (WAREING, 1964. FRITTS et al 1965 ; FRITTS 1971 ; POLGE et KELLER, 1973; POLGE, 1973 ; SERRE 1976), et par conséquent, de celle de l'anatomie du bois et de ses qualités technologiques.

Cette approche, a permis de valoriser le bois de beaucoup d'espèces feuillues, dont le bois est généralement de moindre qualité que celui des résineux, car souvent dur et sujet à des retraits préjudiciables.

En effet, la compréhension et la maîtrise des forces contrôlant la croissance en longueur et en épaisseur sont fondamentales pour relayer les méthodes empiriques et assurer un plein essor aux nouvelles techniques sylvicoles (CATESSON 1984).

En Algérie, sur un patrimoine forestier de 4,7 millions d'hectares, les forêts dites économiques et susceptibles de production, ne couvrent qu'à peine 1,2 million ha. L'inventaire forestier de 1984 fournit une estimation des volumes sur pied de 55 millions de m<sup>3</sup> dont 30 millions de m<sup>3</sup> pour le seul pin d'Alep, des accroissements de l'ordre de 1,6 million de m<sup>3</sup>/an et une production annuelle estimée à (200.000 m<sup>3</sup>). Ceci, implique que le pays a recours aux importations pour couvrir ses besoins (1.300.000 m<sup>3</sup>), qui ne cessent d'augmenter d'année en année, (Direction générale des forêts).

Cette situation s'explique, par le fait, que la forêt Algérienne, et à l'instar des forêts méditerranéennes, subit de fortes contraintes de nature climatiques, édaphiques et anthropiques, réduisant naturellement leur productivité ; par des modes d'exploitation et de gestion inappropriés ; et par une recherche forestière encore hésitante.

L'analyse diagnostique menée dans le cadre de l'élaboration de la nouvelle stratégie forestière a révélé l'existence d'importants programmes de développement et de protection des patrimoines forestiers et steppiques ainsi que l'engagement d'une série de plans d'action. Mais cette analyse a révélé aussi des aspects qu'il est urgent de prendre en charge afin de valoriser nos ressources forestières et d'en assurer la pérennité. Les différents programmes d'aménagement, doivent prétendre, non seulement, à l'extension de la superficie forestière (pour des raisons économiques et/ou environnementales), mais aussi à envisager l'amélioration de la qualité de nos bois afin de réduire les importations de plus en plus onéreuses.

Le cas du chêne zéen (*Quercus canariensis*), est fortement éloquent. En effet, pendant que la majorité des forestiers limitent le rôle des forêts à *Quercus canariensis* aux seuls objectifs de protection et d'accueil, pour leur faible productivité et pour la qualité de leurs bois, jugée médiocre ; plusieurs auteurs s'accordent à dire que si des opérations sylvicoles appropriées leur sont appliquées, ces forêts peuvent encore assumer le rôle de production (bois d'œuvre de qualité) (MESSAOUDENE 1989, 1992 ; DAUTREBANDE, 1989 ; AMEELS, 1989).

Cependant, et afin de pouvoir préconiser une quelconque méthode sylvicole, il est impératif, non seulement, de maîtriser l'écologie de cette espèce (MESSAOUDENE, 1992), mais aussi, de comprendre les forces influençant l'activité de son cambium et contrôlant sa croissance en épaisseur.

Sous nos régions, chez la plus part des plantes ligneuses pérennantes, le cambium fonctionne selon un cycle annuel, parfois endogène, le plus souvent liés aux contraintes saisonnières, notamment climatiques. Le cycle est caractérisé par des périodes d'activité et de repos, (CATESSON et al 1993). La structure et le fonctionnement de ce tissu, modèlent la production et les propriétés du bois.

Dans ce sens, notre travail est une modeste contribution à la connaissance de l'activité cambiale du chêne zeen (*Quercus canariensis* Wild), de la forêt des Ait Ghobri, à

travers, la mise en évidence de certains aspects cytologiques, liés aux variations de la pression osmotique des cellules de la zone cambiale, et l'évolution du cycle vacuolaire au cours de l'année et enfin tenter d'analyser l'impact des facteurs climatiques sur ce processus.

Il est évident, à notre sens, que l'étude de ces aspects, constitue un passage obligatoire à toute tentative d'étudier la dynamique cambiale, et de situer les différentes phases d'activité et de repos du cambium.

La présentation de notre travail s'articule autour de quatre chapitres qui traiteront respectivement:

- Des généralités sur la croissance des végétaux et sur la structure et le fonctionnement du cambium,
- de la présentation de l'écologie de l'espèce étudiée et de la région d'étude,
- du protocole expérimental adopté
- de la discussion des résultats obtenus.

A travers cette modeste contribution, nous donnerons quelques perspectives qui permettraient d'affiner la connaissance de la biologie, de la physiologie et du fonctionnement du cambium, afin de pouvoir maîtriser davantage les conditions de croissance radiale du chêne zeen et de permettre aux forestiers de mettre au point de nouvelles approches sylvicoles susceptibles de valoriser une ressource écologiquement et économiquement importante.

# Chapitre I

## **Généralités sur la croissance des végétaux**

## 1. Introduction

Le développement d'une plante c'est-à-dire son évolution au cours du temps, se traduit par des modifications quantitatives, impliquant une augmentation des dimensions (longueur, surface, volume ou masse) dont l'ensemble constitue la croissance, et des modifications qualitatives, se traduisant par l'acquisition de nouvelles propriétés morphologiques et fonctionnelles, qu'on appelle différenciation (HELLER 1982).

La croissance est le résultat de l'effet conjoint de la division des cellules et de l'augmentation de leur taille. La division cellulaire elle-même ne constitue pas une croissance. Elle peut simplement augmenter le nombre de cellules sans accroître le volume global de la structure. L'apport de nouvelles cellules à l'organisme par les divisions cellulaires du méristème augmente sa capacité de croissance, mais la plus grande partie du gain en volume provient de l'élongation des cellules.

Le développement implique ainsi trois processus dans l'ordre de leur mise en œuvre:

- Une prolifération cellulaire ou mérése, réalisée dans des tissus spécialisés appelés méristèmes.
- Une augmentation de la taille des cellules ou l'auxèse.
- Une différenciation des cellules qui prennent des caractères morphologiques et physiologiques particuliers, différents suivant les tissus.

Chez les Végétaux, la croissance est indéfinie, c'est à dire qu'elle se poursuit durant toute la vie de l'individu grâce à la persistance de foyers cellulaires embryonnaires, constituant les méristèmes (MAZLIAK 1982). Ces méristèmes ou « tissus d'origine », sont des parenchymes à cellules polyédriques et à membranes minces et cellulodiques, à protoplasme abondant et à noyau très développé caractérisant les foyers de croissance (sommet de la tige, de la racine) ; c'est de leur différenciation que résultent les tissus de la structure adulte.

## 2. Quelques aspects de l'alternance saisonnière chez les végétaux

D'après l'examen de leur comportement périodique habituel, en fonction des saisons, nous distinguons plusieurs types biologiques de végétaux. Ces différents types sont en relation étroite avec les conditions du milieu où ils vivent (climatiques, édaphiques ...). On sépare ainsi les plantes annuelles, bisannuelles (Pluriannuelles) et les plantes vivaces. A noter que les arbres ligneux appartiennent à ce dernier type.

Les changements morphologiques apparents qui se produisent chez les végétaux pérennants (arbres) au cours du cycle annuel s'accompagnent de modifications histologiques.

Diverses plantes s'arrêtent de croître pendant une certaine période de l'année ; elles

entrent en vie ralentie ou encore en "période de repos ". Ces arrêts périodiques de la croissance concernent essentiellement le fonctionnement méristématique en général et des tissus cambiaux en particulier. Dans nos régions, ils se produisent généralement à la fin de l'été et au début de l'automne (VINTEJOUX et al. 1981). En effet, l'entrée en vie ralentie coïncide avec la sécheresse estivale. Ainsi, dans le même sens il faudra différencier quiescence, qui est un état de repos imposé par le milieu dont les conditions inhibent la croissance, et dormance qui est un état d'inaptitude à la croissance même dans les conditions de milieu favorables à l'activité des tissus (VINTEJOUX et al. 1981).

Ainsi la présence de couches concentriques « cernes annuelles » - que l'on observe dans le bois des arbres des régions tempérées, et qui sont conséquents à l'activité cambiale - a été depuis fort longtemps mise-en relation avec l'alternance saisonnière. C'est ainsi qu'on distingue le bois de printemps et le bois d'automne dont les caractéristiques sont fondamentalement différentes. Signalons que dans les climats où les saisons sont moins accusées, les cernes sont moins marqués.

### 3. Les méristèmes

Du grec merein, multiplié et stemon, tige.

Chez les végétaux, cellules ou ensemble organisé de cellules se multipliant de façon coordonnée, dont l'activité conduit à la formation d'organes ou de tissus intégrés dans le fonctionnement global de la plante.

Chez les Angiospermes, l'embryon comporte deux méristèmes situés aux extrémités, les méristèmes apicaux ; racinaire et caulinaire. Initialement formés au cours de l'embryogenèse, ces méristèmes produisent toutes les structures de la plante adulte et permettent la croissance de la plante (RAVEN et al 2003). Au cours du développement post embryonnaire, le méristème caulinaire assure la production d'organe et de tissus (feuilles, ramifications) le méristème apical racinaire donne naissance uniquement aux tissus de la racine principale.

Les méristèmes apicaux, caulinaires et racinaires sont qualifiés de méristèmes primaires car les tissus et structure produits sont primaires.

D'autres méristèmes, le phellogène et le cambium se mettent plus tardivement au cours du développement de la plante et permettent la croissance en épaisseur des tiges et racines de certaines plantes en particulier des arbres. Leur fonctionnement est uniquement histogène. Ils sont qualifiés de méristèmes secondaires car à l'origine des tissus secondaires et de la structure secondaires des tiges et racines. Ils proviennent soit de l'évolution de certains méristèmes primaires, soit de la dédifférenciation de cellules parenchymateuses. Ils sont situés en position latérale dans les axes où ils constituent une sorte de double manchon.

#### 4. LE CAMBIUM : STRUCTURE ET FONCTIONNEMENT

##### 4-1- L'Origine du cambium

Le cambium libéro-ligneux, ou plus simplement le cambium, dérive des méristèmes primaires (racinaires ou caulinaires) par l'intermédiaire du procambium. On parle généralement de cambium à partir du moment où il y a deux catégories d'initiales (ROBERT et CATESSON, 1990). La mise en place d'un cambium fonctionnel marque le début de la croissance secondaire.

##### 4-1-1- Les cellules initiales

Depuis Sanio (1873) puis Bannan (1955, 1962 et 1968, in Philipson et al. 1971) Newman (1956, in Philipson et al. 1971), il est démontré qu'il n'existe qu'une cellule initiale par file radiale de cellules. Cette cellule se divise alternativement pour donner des dérivées xylémiennes ou phloémiennes (plus souvent cependant du côté du xylème). Ces dérivées peuvent à nouveau se diviser avant de s'éloigner de la zone de division et d'être totalement différenciées (ces divisions ont lieu à nouveau plus souvent du côté du xylème). En cas de traumatisme, et si cette cellule initiale est détruite ou abîmée, l'une des dérivées les plus proches peut reprendre le rôle de cellule initiale, et se diviser à nouveau vers les deux côtés.

L'ensemble de ces cellules en division correspond à la zone cambiale, large de 6 à 20 cellules selon les périodes d'activité, (Catesson 1984). Savidge (1985) précise qu'il trouve de 2 à 10 cellules en été contre plus de 20 au printemps.

Le cambium sensu stricto est formé de deux types de cellules. Les unes de dix (10) à cinquante (50)  $\mu\text{m}$  de longueur donnent exclusivement naissance au système radial (parenchyme horizontal et ses dérivées) : ce sont les initiales courtes ou initiales radiales. Les autres sont à l'origine de tous les autres types cellulaires du bois et du liber ; elles sont allongées (de 150  $\mu\text{m}$  à 9000 $\mu\text{m}$  suivant les espèces), effilées aux extrémités : ce sont les initiales longues ou initiales fusiformes.

En période d'activité, les cellules cambiales sont caractérisées par des parois minces (surtout les parois tangentielles) contre lesquelles se trouve plaquée une fine couche de cytoplasme dense entourant une large vacuole centrale, (CATESSON 1984).

#### 4-1-1-1- Les initiales fusiformes

Elles sont allongées, (de 150  $\mu\text{m}$  à 9000 $\mu\text{m}$  suivant les espèces), effilées aux extrémités ; elles conduisent à la formation de trachéides chez les gymnospermes, donc au système de communication vertical dans le tronc (ROBERT et CATESSON, 1990). Surtout dans le cas des conifères, la longueur des cellules fusiformes va déterminer la longueur des trachéides et des cellules criblées (SAVIDGE, 1985). Cette longueur dépend beaucoup de l'accroissement en hauteur de la tige pour les premiers cernes proches de la moelle (IABLOKOFF, 1968 ; PHILIPSON et al1971).

Cependant, cette longueur diminue avec la vitesse de la croissance secondaire de l'arbre (IABLOKOFF 1963 ; LECLERCQ 1983), et se stabilise en fonction de l'âge cambial. Elle est plus importante, entre 4 mm et 9 mm, pour les Gymnospermes (d'où des fibres plus longues).

#### 4-1-1-2- Les initiales radiales

Elles sont à l'origine des rayons ligneux ou libériens, c'est à dire du système de communication horizontal, en particulier entre le xylème et le phloème. La proportion des cellules initiales radiales reste à peu près constante pour une espèce donnée (ROBERT et CATESSON, 1990). Peu de choses sont connues actuellement sur le mécanisme de maintien de cette proportion. On remarque seulement une légère augmentation de cette proportion en réponse à un plus fort éclaircissement et à un besoin de mise en réserve de photosynthétats (Savidge, 1985).

#### 4-2- Fonctionnement

C'est sans doute HARTIG en 1853 qui a reconnu le premier dans les tiges l'existence d'une zone génératrice du bois et du liber relayé par SANIO un peu plus tard en 1873 pour affirmer le fonctionnement alternatif du Cambium (CATESSON 1984).

Le cambium permet l'accroissement de la circonférence cambiale et le maintien du rapport  $I_r / I_f$ , ce qui nécessite une grande plasticité du méristème cambial.

La plasticité de ce tissu est due pour une grande part, au fait qu'on peut distinguer, dans la zone cambiale trois types de divisions dont les rôles sont différents :

#### 4-2-1- Les divisions périclines

Elles constituent environ 90% des mitoses cambiales et produisent des dérivées qui se différencient en phloème et en xylème. Elles sont donc histogènes.

En général, surtout chez les arbres, la quantité de xylème formée est toujours supérieure à celle du phloème. Ceci est dû au fonctionnement dissymétrique du cambium, mais aussi au grand nombre de mitoses périclines se produisant dans les dérivées xylémiennes (CATESSON 2000).

#### 4-2-2- Les divisions anticlines

Bien que peu fréquentes, elles sont indispensables à l'accroissement de circonférence cambiale, nécessité par la production de bois sur la surface interne du méristème.

Elles concernent aussi bien les cellules radiales que fusiformes, reste que pour ces dernières les modalités de cloisonnement anticline sont variables, et un équilibre est nécessaire entre ces dernières pour assurer une bonne qualité du bois.

#### 4-2-3- Les divisions transversales

Elles se rencontrent dans les deux types d'initiales. Elles permettent en particulier l'apparition de nouveaux rayons. Ces derniers sont indispensables à la survie des initiales fusiformes en assurant l'essentiel des transports de l'eau et des sels minéraux et des assimilais à travers la zone cambiale.

L'activité méristématique du cambium est en général plus limitée dans le temps que celle des points végétatifs ; Mais comme cette dernière elle est sous la double dépendance de facteurs externes et internes. En effet, sous les climats tempérés, le cambium n'est pas actif toute l'année, sa période d'inactivité coïncide avec un ralentissement général de toutes les fonctions de l'arbre. Cette phase de vie ralentie, ou dormance est considérée comme une adaptation aux climats comportant une saison défavorable à la croissance (LACHAUD 1984).

La reprise de l'activité de la zone cambiale au printemps ou réactivation cambiale, est marquée en particulier par la réapparition des mitoses dans cette zone. Le cambium est actif chez la plupart des arbres de la zone tempérée pendant la période limitée de l'année, en général d'avril à août.

Plusieurs études en microscopie photonique et électronique, portant sur les variations annuelles de la structure des cellules méristématique et en particulier des cellules cambiales ont été réalisées, CATESSON 1964, 1974, 1980, 1981 sur ACER VINTEJOUX et DEREDARE 1981, MURMAMIS 1977 sur le genre Quercus, LACHUAD 1984, sur le chêne et le Hêtre.

#### 4-3- Le cycle saisonnier des cellules cambiales

Le fonctionnement méristématique du cambium est rythmé par l'alternance des saisons et se traduit par la formation de cernes annuels dans les tissus secondaires qui en dérivent en particulier dans le bois. L'importance de ce matériau explique le nombre de travaux consacrés aux modalités de l'activité cambiale et aux facteurs écophysologiques qui la gouvernent (PHILIPSON et al 1971, KRAMER et KOSLOWSKI, 1979, CATESSON, 1966, 1974, 1981, 1984).

La cytologie des cellules cambiales et ses variations saisonnières restent peu étudiées. Cependant, certains auteurs ont consacré quelques travaux, (CATESSON 1974,1980) à cet aspect important où il a été démontré qu'en période de prolifération, les cellules cambiales possèdent en commun avec les cellules méristématiques primaires, un cytoplasme dense, riche en polysomes, réticulum endoplasmique rugueux bien développé, des dictyosomes actifs, et elles s'en distinguent par leur vacuolisation intense, leurs mitochondries plus grandes. Les modifications saisonnières les plus remarquables concernent les vacuoles, les parois et les mitochondries.

Le cycle vacuolaire fut révélé par BAILEY (1930). La grande vacuole, caractérisant les initiales cambiales en période de prolifération, se fragilise à l'automne, peu avant que cesse la cyclose. Cette pulvérisation vacuolaire s'accompagne d'une augmentation sensible de la pression osmotique, liée une accumulation de sucre en particulier de raffinose (LE SAINT et CATESSON 1966).

#### 5. LA CROISSANCE DES CELLULES VEGETALES

La croissance des cellules végétales constitue un problème particulier en biologie cellulaire. En effet, la cellule végétale est entourée d'une paroi rigide qui la protège des déformations et lui donne sa forme. Sa croissance (donc son changement de taille et de forme) ne peut donc se réaliser que grâce à des changements de structure et de propriétés de cette paroi. Cette croissance est sous la dépendance d'hormones, notamment l'AIA, qui agit en permettant à la paroi cellulaire de modifier ses propriétés de plasticité. En effet, l'auxine (AIA) par l'intermédiaire de récepteurs hormonaux, stimule une ATPase membranaire qui provoque la sortie de protons (H<sup>+</sup>) vers l'extérieur (dans la paroi cellulaire). Cette action provoque une baisse de pH qui augmente la plasticité de la paroi cellulaire. Cette plasticité est une potentialité qui ne se réalise que si une force intervient.

C'est la pression de turgescence développée par la pression osmotique de la vacuole qui est le moteur de la croissance cellulaire en transformant cette potentialité de déformation en déformation réelle. Ce mécanisme hormonal, permet de comprendre comment la régulation de croissance se réalise à court terme. Il n'explique pas le mécanisme de croissance à long terme. Lorsqu'une cellule jeune s'allonge de 10 fois en deux jours, son volume augmente d'un facteur 10, ce qui est énorme. Les conséquences sont importantes :

- la cellule doit maintenir une pression osmotique convenable,

l'amincissement dû à la croissance des cellules doit être compensé par une synthèse continue de nouveaux constituants.

Les constituants de la paroi sont synthétisés et exportés selon deux modes. Les polysaccharides de la matrice comme les pectines et les hémicelluloses sont élaborés dans les vésicules golgiennes et sécrétés dans la paroi par exocytose. La cellulose, au contraire est directement élaborée dans la paroi au niveau de la membrane plasmique.

#### 5- 1-Le rôle des Vacuoles dans la croissance cellulaire

A la suite des recherches effectuées par H. DE VRIES on admit que les vacuoles n'étaient pas de simples dilatations ou cavitations dans le protoplasme, mais des compartiments individualisés et permanents.

Le suc vacuolaire est limité par une enveloppe cohérente continue, élastique, permanente et semi perméable d'approximativement 7.5 nm d'épaisseur appelée tonoplaste (BUVAT, 1960,1962).

##### 5-1-1- Plasmolyse et turgescence

Très tôt il a été reconnu que les vacuoles constituent un réservoir d'eau. Dans les conditions naturelles, les molécules d'eau extérieures pénètrent en diluant la concentration des solutés : la vacuole tend à augmenter de volume mais elle se trouve limitée dans son extension par la paroi. A la pression osmotique vacuolaire la paroi s'oppose donc une contre pression, la pression de turgescence.

D'après la loi de vant'hoff la pression osmotique  $\pi$  est fonction de la concentration molaire C, de la constante des gaz parfaits R et de la température absolue (°K) T, selon l'équation :

---

$$\pi = C \times RT$$

---

La relation entre gradient de pression hydrostatique  $\Delta P$ , de pression osmotique  $\Delta \pi$ , et le potentiel hydrique  $\Delta \Psi$  est :

---

$$\Delta \Psi = \Delta P - \Delta \pi$$

---

A l'équilibre,  $\Delta P = \Delta \pi$  et  $\Delta \Psi = 0$ .

Si les forces osmotiques du suc vacuolaire et du milieu extracellulaire sont égales, le cytoplasme est juste au contact de la paroi (plasmolyse limite). Lorsqu'il y a augmentation de la concentration extérieure le volume vacuolaire diminue et le cytoplasme se rétracte.

A l'inverse, si la concentration vacuolaire est plus élevée que celle du milieu, il y a appel d'eau et gonflement ; la surpression tend la paroi : c'est la turgescence. C'est la principale force responsable de l'expansion cellulaire au cours de la croissance, et elle assure la plus grande partie de la rigidité des tissus végétaux vivants.

Le rôle de la pression de turgescence s'étend bien au-delà du seul maintien de la dilatation des tissus végétaux. Chaque fois que la paroi cellulaire cède à la pression de turgescence interne engendrée, il en résulte une augmentation irréversible du volume cellulaire, en d'autres termes, la cellule croît.

La croissance cellulaire ne peut se produire que si la pression de turgescence dans la cellule excède la tension élastique locale de la paroi.

En principe, la cellule végétale pourrait donc utiliser deux stratégies pour croître ; elle pourrait augmenter sa turgescence, ou elle pourrait affaiblir la paroi cellulaire dans des régions localisées.

Un nombre de preuves suffisant indique que les cellules végétales adoptent la seconde stratégie et affaiblissent leurs parois selon une variété de mécanismes y compris la sécrétion locale d'ions H dans la paroi par une pompe ATPasique d'ion H localisée dans la membrane plasmique, de sorte que ses macromolécules constitutives glissent les unes sur les autres sous l'influence de la pression de turgescence. Afin de faciliter encore la croissance de la paroi, d'autres modifications plus complexes se produisent également, comme l'activation d'enzymes qui hydrolysent les liaisons glycosidiques et d'autres liaisons covalentes.

Dans la plus part des cas, l'augmentation du volume cellulaire n'est pas uniforme par rapport au contenu de la cellule ; la principale augmentation étant due à un agrandissement de la vacuole plutôt que du cytoplasme.

Afin de maintenir la pression de turgescence nécessaire à la poursuite de l'expansion cellulaire, des solutés doivent être activement accumulés dans les vacuoles en croissance afin de maintenir son osmolarité.

La croissance des cellules végétales est toutefois plus subtile qu'un simple gonflement de la cellule. Les cellules ont aussi besoin d'avoir une forme appropriée, d'où un contrôle local de production de la paroi qui permet à certaines régions de la paroi de rester rigides alors que d'autres s'étendent, déterminant la forme de la cellule.

La pression de turgescence est très variable d'un végétal à l'autre et d'une cellule à l'autre. Les cellules peuvent élever leur pression de turgescence en augmentant la concentration de solutés osmotiquement actifs dans le cytosol, soit en pompant à partir du liquide extracellulaire à travers la membrane plasmique, soit en les engendrant à partir des polymères de réserves osmotiquement inactifs, habituellement localisés dans la vacuole.

Des expériences indiquent qu'un « détecteur de pression de turgescence » induit un transport ionique vers l'intérieur, le plus souvent un pompage actif de  $K^+$  dans la cellule, en réponse à une chute soudaine de la pression de turgescence, alors qu'une brusque élévation de la turgescence provoque une sortie de  $K^+$ . Ces réponses sont très rapides et reflètent des modifications dans l'activité des protéines de transport spécifiques dans la membrane plasmique.

La vacuole et son contenu sont très impliqués dans la régulation de la pression de turgescence en réponse à des fluctuations de l'environnement.

## 6. FACTEURS DE CONTROLE DE LA CROISSANCE

Le cambium en activité apparaît donc comme un méristème extrêmement plastique, en remaniement constant. Cette plasticité facilite la réponse du méristème aux variations de l'environnement et aux stress qui peuvent en résulter (CATESSON 2000).

Le maintien de l'intégrité et de la plasticité du cambium sont sous la dépendance de multiples facteurs spécifiques (rythmes), facteurs endogènes (équilibre entre substances de croissance, corrélation inter- tissulaire ou inter organes, pression des tissus adjacents), facteurs exogènes d'origine surtout climatiques ou biotiques.

### 6-1- Action des facteurs exogènes

#### 6-1-1- Action de l'eau

Le manque d'eau est en général considéré comme un facteur favorable à l'entrée en quiescence, (JENKINS et SHEPHER 1974) sur *Pinus radiata*, (

sur *Quercus polustris*, On retient globalement que la production ligneuse de plusieurs genres (*Pinus*, *Fagus*, *Quercus*) dépend de l'évolution saisonnière du rapport de l'humidité totale des sols à l'humidité équivalente (potentiel capillaire  $p_f=2.5$ ). Ce rapport influence les limites, la durée et le rythme du fonctionnement cambial.

Par ailleurs, on a montré que l'activité mitotique est interrompue pendant la période sèche -estivale- pour une valeur du rapport considérée inférieure à 50%. Cet arrêt est irréversible ou temporaire, suivant le dessèchement plus ou moins important des sols.

### 6-1-2- Action de la température

Pour effectuer sa croissance et son développement, chaque plante exige une gamme bien particulière de températures. Chaque plante possède une température optimale de croissance et de développement, qui ne peuvent se dérouler qu'entre des limites supérieures et inférieures. Lorsque la température avoisine ces limites, la croissance diminue et au delà, elle s'annule (Hopkins, 2003).

Le stress thermique est souvent défini quand les températures sont assez hautes ou basses pendant un temps suffisant pour qu'elles altèrent irréversiblement la fonction ou le développement des plantes. En effet, la réponse la plus fréquente d'une plante soumise à un stress thermique se traduit par une réduction de la croissance et une altération de la morphogénèse.

Le rôle joué par la température dans le cycle annuel de l'arbre, varie avec l'époque et l'état physiologique du végétal (LAVENDRE et al 1973). En effet, c'est l'état physiologique de l'arbre à un moment donné qui détermine le sens de sa réponse à la variation de tel ou tel facteur extérieur.

Les basses températures sont considérées en général comme peu favorables à la croissance et aux mitoses (LAVENDRE et al 1973, BROQUEDIS et al 1975, TRAPY et GUERN). Cependant plusieurs auteurs GUINAUDEA 1967 ; SERRE 1976, ont montré que le rythme des accroissements ligneux saisonniers, dépend en partie des températures minimales moyennes. Lors d'un stress froid, les sucres jouent le rôle d'osmorégulateurs et de cryoprotecteurs grâce à l'accumulation de sucres solubles dans la cellule. Le plus abondant est souvent le saccharose suivi de glucose et de fructose (Winter et Huber, 2000).

La nature des sucres solubles qui apparaissent pendant l'endurcissement diffère selon les espèces et se modifie au cours de l'endurcissement. Dans un premier temps, des oses et des disaccharides sont synthétisés (glucose, fructose, saccharose), puis souvent des oligosaccharides (raffinose).

Il n'existe pas non plus de corrélation absolue entre l'augmentation de la pression osmotique des cellules et la résistance au froid. Ainsi, l'oranger, non tolérant au gel, a une pression osmotique deux fois plus élevée que celle de certains conifères qui résistent jusqu'à la température de l'azote liquide (HAICHOIR ,2009).

### 6-1-3- action de la lumière

Grace à la lumière, la photosynthèse produit des glucides, métabolites fondamentaux pour la vie des tissus, l'entretien de la respiration et l'édification de

nouveaux tissus, phénomène qui constitue la croissance du corps du végétal (JACQUIOT 1973).

Si la lumière en tant que telle peut inhiber la croissance (BRANDURSKI 1979). C'est plutôt la photopériode qui est considérée comme un inducteur fréquent de dormance (généralement les jours courts).

#### 6-2-Action des facteurs endogènes

Les divers facteurs physiques du milieu peuvent agir sur les étapes du cycle annuel de croissance par l'intermédiaire de messages hormonaux (VINTEJOUX et al 1981).

Ces hormones sont synthétisées en très petites quantités à des endroits donnés de la plante et circulent ensuite dans l'ensemble du végétal. Toutes sans exception, sont de petites molécules pouvant traverser la paroi cellulaire (DRIESSCHE 1981). Ces hormones ont un cycle annuel d'activité chez les arbres en relation avec le cycle de l'arbre lui-même. Elles peuvent traduire l'influence du milieu par des messages tels que la modification du rapport hormones libres / hormones liées, et induire alors un changement d'état physiologique de la cellule (CATESSON 1994). Les phytohormones en général, et l'auxine en particulier, jouent un rôle dans le cycle saisonnier du cambium ; même si les modalités de leur action restent encore mal comprises. Le facteur déterminant l'activité cambiale serait l'acquisition de la capacité des cellules à transporter l'auxine, ce qui implique la présence de récepteurs hormonaux au niveau des membranes plasmiques (CATESSON 1994).

L'arrêt de l'activité mitotique serait lié à la disparition de ces récepteurs et par la suite à la perte de l'aptitude au transport actif de l'auxine ; D'ailleurs les transitions repos-activité et surtout activité-repos, des cellules cambiales s'accompagnent d'importants renouvellements membranaires, (LACHAUD 1984).

Le métabolisme cellulaire continue malgré l'arrêt des mitoses, notamment l'activité golgienne. Mais l'arrêt de cette dernière est vite suivi par un arrêt de la cyclose. Les cellules cambiales sont alors réellement au repos. Lorsque les conditions de températures, à la fin de l'hiver le permettent, la cyclose reprend, les petites vacuoles fusionnent, les réserves sont digérées. L'activité méristématique peut alors recommencer (CATESSON 1994).

**CHAPITRE II**

**MATERIELS ET METHODES**

## I- Généralités sur la zone d'étude

### I.1 Présentation du milieu

#### I. 1-1 Situation géographique

Le massif de Béni-Ghobri se situe à une 100 km à l'est d'ALGER dans la wilaya de TIZI\_OUZOU. Il est délimité :

- Au Nord, par le mont TAMGOUT
- Au Sud, par les villages de CHERFA N'BEHLOUL, et CHEBEL
- A l'Est, par la forêt d'AKFADOU
- A l'Ouest, par la ville d'AZAZGA.

Cette forêt domaniale qui est rattachée administrativement à la circonscription forestière d'AZAZGA, couvre une superficie d'environ 6000 ha.

#### I. 1-2 Géologie, sol, et topographie

Le cadre topographique de la région de BENI- GHOBRI est formé par la disposition du volume montagneux de la rive droite du haut SEBAOU, mise en valeur par la tectonique récente et par la profonde taille du réseau hydrographique (BENHASSAINE 1980).

D'un point de vue morphostructural, la région de BENI- GHOBRI forme un chaînon de montagne orienté nord-ouest / sud- Est, qui se raccorde par sa partie septentrionale a la chaîne littorale au Djebel TAMGOUT et par sa partie sud- Est au chaînon de l'AKFADOU.

La topographie de la région se distingue par deux unités géomorphologiques majeures à savoir, les glacis et les versants. Ces derniers occupent une superficie importante de la forêt (2/3 environ), notamment dans ces parties centrales et orientales. La partie occidentale est particulièrement occupée par les glacis dont l'existence semble être liée, selon BENHASSAINE(1980), à celle des sommets de grès numidien épais qui les alimentent continuellement en matériaux.

Selon GELARD 1978, le massif forestier de BENI- GHOBRI repose sur trois types de substratum géologiques :

- Les grès numidiens, dominant et occupant toutes les crêtes.
- Les argiles sous numidiennes de l'oligocène.
- Les flyschs à microbrèche du Sénonien

D'un point de vue pédologique, les sols sont dans la plupart- des cas de type brun forestier (ALLALOU 1986) dont l'évolution tend vers une podzolisation ; Ceci étant du à l'acidité du substrat jointe à l'humidité qui y persiste en été (QUEZEL 1956). Les humus sont de type mull acide ou Moder (DURAND 1951).

### I. 1-3 Végétation

La forêt de BENI- GHOBRI se présente généralement sous forme de futaie dense à sous bois peu développé, parfois même nul.

La strate arborescente est dominée par trois espèces de chêne : *Quercus suber*, *Quercus canariensis*, et *Quercus afares*. Ces derniers sont représentés dans des proportions relativement différentes et variables en fonction de l'altitude, de l'exposition et de la nature du sol.

### I. 1-4 Le climat

En région méditerranéenne les facteurs prépondérants qui régissent la distribution des plantes sont le stress hydrique (sécheresse) et le stress thermique hivernal (froid ou gel). Ce stress thermique hivernal conditionne divers aspects de la biologie et de l'écophysiologie des espèces, la distribution, la reproduction, la productivité, et les taux de survie des ligneux en fonction des accidents abaissant brusquement et longuement les minimas hivernaux (MEDDOUR 2010). Les effets sont cumulatifs d'année en année autant que ceux de la sécheresse (MITRAKOS 1980,1982 ; QUEZEL et MEDAIL, 2003) in MEDDOUR 2010.

L'objectif de cette partie est essentiellement de mettre en évidence ces deux types de stress qui caractérisent notre région d'étude. Il est hors de notre propos d'effectuer une analyse détaillée des données climatiques. Plusieurs indices bioclimatiques peuvent être calculés afin de mettre en évidence ces aspects de sécheresse et de stress thermique hivernal.

L'étude climatique et bioclimatique extrêmement précise, effectuée par MEDDOUR (2010), dans la région de Kabylie DJURDJUREENNE, nous permet de caractériser notre région d'étude avec beaucoup de précision et de détail, au regard des différents indices utilisés, et qui permettent de mieux estimer l'ambiance bioclimatique de la région.

Dans cette étude et « Pour une diagnose complète et moderne du climat », l'auteur a considéré plusieurs paramètres climatiques et a calculé plusieurs indices bioclimatiques.

Ainsi, à partir de ces données il est possible de caractériser le type de bioclimat auquel est inféodé notre station d'étude, et de mettre en relief l'action des facteurs climatiques sur la croissance du chêne zeen (*Quercus Canariensis*).

Nous reprendrons certains indices bioclimatiques qui ont été calculés pour la station d'Azazga, lieu de nos prélèvements. Notre choix s'est porté sur les indices les plus usuellement utilisés dans la région méditerranéenne.

#### 1.4.1. Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger

Le système d'Emberger a été largement utilisé en Algérie, pour établir les différents étages bioclimatiques de nombreux auteurs ont repris et continuer l'œuvre d'Emberger. C'est dans ce sens que Stewart (1969, 1975) a montré que pour l'Algérie, le quotient pluviothermique d'Emberger, après simplification peut s'écrire

$$Q3 = 3.43 * P/M - m$$

Ce coefficient a pour objectif de mettre en évidence la sécheresse globale d'une station à travers des valeurs moyennes annuelles et que le climat est d'autant plus sec que ce quotient est plus petit (DAGET 1977, a et b).

L'interprétation de ce quotient nécessite l'emploi du climagramme d'Emberger qui permet de classer une station donnée dans l'une des 54 combinaisons bioclimatiques du climat méditerranéen (MEDDOUR, 2010).

Le tableau N° nous résume la caractérisation de la station d'AZAZGA par le ce système, et nous indique une valeur de l'indice d'Emberger égal à 95.6, et en fonction de la valeur de (m) et de l'amplitude thermique du mois le plus chaud et du mois le plus froid, le climagramme d'Emberger nous indique que notre station d'étude est dans le subhumide, variante, doux MEDDOUR (2010). Il faut rappeler comme l'a souligné MEDDOUR (2010), que ce climagramme permet de prendre en considération les 2 stress climatiques, hydrique et thermique.

STATION	Alt (m)	m° C	M-m °C	Indice d'Emberger	Bioclimat et variante
AZAZGA	450	5.6	31.9	95.6	Subhumide doux

Source MEDDOUR 2010

## I-4.2 Régime pluviométrique saisonnier

Dans son étude, MEDDOUR (2010), l'auteur a établi le régime pluviométrique saisonnier de la station d'étude. La lecture du tableau N°, nous indique d'abord un régime de type H.P.A.E., ce résultat est différent de celui donné par MESSAOUDENE en (1989) ; ensuite nous constatons clairement la sécheresse de la période d'été, avec un taux de 2.4 % seulement de l'ensemble des précipitations annuelle.

Ces deux indicateurs , calculés pour la période s'étalant de 1973 à 2000, nous renseignent sur les conditions hydriques sévères que l'espèce étudiée, en l'occurrence le chêne zéen, et à l'image de l'ensemble des végétaux de cette station, subit durant la période d'été, et nous renvoie aux fortes contraintes à la croissance et qui se traduisent parfaitement, par l'apparition du bois final et de certaines caractéristiques anatomiques complètement différentes de celles qui apparaissent dans le bois initial.

## II- Caractéristiques de l'espèce étudiée

### II.1- monographie du chêne zeen (*Quercus canariensis* Wild).

Les caractéristiques botaniques et écologiques du chêne zeen ont été largement décrites par plusieurs auteurs, BOUDY (1950,1952), QUEZEL et BONIN, en 1980, SEIGUE, en 1985.

#### II.1.1- Systématique

Du point de vue systématique le chêne zeen appartient à :

Embranchement	Spermaphytes
Sous –embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Ordre	Fagales
Famille	Fagacées
Sous-famille	Quercinées
Genre	Quercus. L
Espèce	Quercus canariensis

## I-2-caractéristiques botaniques du chêne zeen (*Quercus canariensis* Wild)

C'est une espèce monoïque très polymorphe, s'hybridant facilement avec d'autres espèces. De nombreux auteurs (BOUDY, 1955, SEIGUE, 1985, MESSAOUDENE, 1989) rapportent que le chêne zeen peut dépasser 30m de hauteur, et un diamètre dépassant quelques fois 2m à 1.30m du sol.

Le chêne zeen est doté d'un enracinement profond, pivotant et puissant. Les racines sont non drageonnantes (MAIRE, 1963), son écorce de couleur foncée et profondément fissuré.

C'est une espèce semi -caducifoliée, à feuille marcescentes pouvant persister jusqu'au printemps suivant. Elles sont abovales ou lancéolées, et plus au moins auriculées. A la base, le limbe forme 10 à 12 paires de lobes mucronés, réguliers arrondies ou obtus, à nervures principales saillantes à la face inférieure. Elles ont une longueur de 5 à 20 cm et une largeur de 4 à 12 cm.

Le fruit est un gland indéhiscant enchassé dans une cupule composée d'écailles de

Source MEDDOUR 2010

H	%	P	%	E	%	A	%
383	43.1	253	28.5	21	2.4	231	26

Tableau N° Régime pluviométrique saisonnier de la région d'étude

forme cylindrique, solitaire ou en groupe, agglomérés par 2 à 3 glands sur un pédoncule. La fructification abondante est annuelle et régulière, à partir de l'âge de 30 ans et se situe d'octobre à novembre ; La floraison en avril à mai (MESSAOUDENE, 1996).

## I-3- répartition du chêne zeen

En Algérie l'aire de répartition du chêne zeen, couvre presque les massifs montagneux septentrionaux. Les plus importants peuplements se rencontrent principalement dans la région numidienne (BOUDY, 1952), notamment :

- en petite Kabylie (massif des Babors, tamsguida, Kefrida, de Guerouch, et d'Alma el bared)
- la portion orientale de la grande Kabylie (forêt d'Ath ghobri et d'Akfadou).
- monts de Medjerda (djebel el Ghora en continuité avec la Kroumerie en Tunisie).

Des boisements de moindre importance s'observent à El Koll et dans l'Edough. D'autres très

réduits sont éparpillés sur presque tous les massifs montagneux Algériens (QUEZEL, 1956).

#### 1-4- exigences écologiques du chêne zeen (*Quercus canariensis* Wild)

Le chêne zeen est une essence de moyenne montagne, même si quelques fois on la rencontre au bord de la mer (forêt de Guerrouche à Jijel).

En Kabylie, c'est entre 800 et 1400m d'altitude que s'étendent d'importants peuplements de chêne zeen. Il se localise surtout sur les expositions nord ou dans les fonds de vallons.

Cette espèce est très exigeante du point de vue climatique, ce qui a fortement réduit son aire botanique. Elle ne vit que dans les régions à fortes précipitations, supérieures à 800mm/an (QUEZEL, 1956, MESSAOUDENE, 1996). Elle ne prend son plein développement qu'aux expositions Nord et dans les zones recevant 1000mm/an.

Le chêne zeen supporte bien le froid, la neige et des amplitudes thermiques de 8°C à 14°C (MAIRE, 1961), et peut supporter des minimas de - 8°C.

Cette espèce occupe les étages bioclimatiques subhumide et humide (9/10 de son aire botanique sont des étages humides à variante tempérée et fraîche), d'où elle forme son abondance marquée dans les chainons biens arrosés où elle forme d'épaisses forêts montagnardes (GAUSSEN, 1949).

D'un point de vue édaphique, le chêne zeen semble indifférent à la nature chimique du sol et prospère aussi bien sur les sols calcaires que siliceux, toute fois, cette espèce exige des sols profonds et bien aérés, craint l'hydromorphie même temporaire (MESSAOUDENNE 1986). Cette espèce influence positivement la pédogénèse et donne naissance à un sol profond et évolué (BOUDY, 1955).

## 2- caractéristiques anatomiques du chêne zeen (*Quercus canariensis* Willd)

### 2-1- aspect macroscopique

Le bois du chêne zeen, est un bois hétérogène, caractérisé par une structure très forte. Les cernes d'accroissement irréguliers et très fins, distincts à l'œil nu, avec une zone poreuse très réduite (TAFER, 2000).

Il se caractérise aussi par :

-un aubier très épais par rapport au duramen, de couleur brun-grisâtre claire.

-un duramen moins important, de couleur brun –jaune

-un droit fil.

-un grain assez fin.

### **2-1-1- caractéristiques microscopiques du bois du chêne zeen**

Il est difficile de donner les caractéristiques anatomiques représentatives du chêne zeen en raison de la grande variabilité et de l'hétérogénéité de son bois.

Cette variabilité est due aux facteurs stationnels où vit l'arbre, à son patrimoine génétique et aux fluctuations climatiques (HADDAD, 1990, TAFFER, 2000).

### **2-1-2- les vaisseaux**

Dans la zone du bois initial, ils sont alignés en bandes tangentielles (C. JACQUIOT et al 1973), ils sont isolés les uns des autres. Cette zone est formée d'une à quatre assises de pores ; leur diamètre décroît depuis le début jusqu'à la fin de cette zone et varie de 300 à 500  $\mu\text{m}$ .

La zone du bois final, est formée de vaisseaux nettement plus petits, de taille variable formant des alignements radiaux et dessinant des flammes caractéristiques des chênes. Leurs diamètre moyen est égal à 46 $\mu\text{m}$ , leurs ponctuation sont aréolées ou simples (AMEELS, 1989).

### **2-1-3- les fibres**

Très nombreuses dans le bois final, irrégulièrement réparties, à trajets rectilignes, obliques, leur lumen très réduit, leurs parois très épaisses et de 1.545 $\mu\text{m}$  de longueur.

### **2-1-4- le parenchyme axial**

C'est en bandes isolées tangentielles dans les tissus fibreux qu'il se rencontre essentiellement, il s'agit du parenchyme apotracheal circumedulaire.

L'épaisseur de ces bandes se caractérise par une taille inférieure à celle des rayons dont la valeur moyenne est de 20.6 $\mu\text{m}$  (AMEELS, 1989).

### **2-1-5- les rayons ligneux**

Le bois de chêne zeen présente de gros rayons ligneux, responsables de belles maillures de ce bois lorsqu'il est débité sur quartier.

Deux type de rayons existent ; des rayons unisériés et plurisériés, de taille moyenne comprise entre 0.011mm et 0.24mm (MESSAOUDENNE, 1996).

### III. METHODES

#### III. 1- Prélèvements

Pour l'étude du cambium, l'examen de branches adultes était nécessaire. Trois (3) arbres ont servis à la récolte des rameaux. Les prélèvements furent faits à des intervalles plus au moins rapprochés, suivant la rapidité des transformations cytologiques subies aux différentes saisons. Le temps séparant deux observations varie entre une semaine au printemps et trois semaines en hiver. Signalons aussi que les prélèvements furent réalisés à une heure fixe de la journée, (9 heure du matin), afin d'éliminer les variations

#### III. 2- Méthode d'étude de la pression osmotique

Nous avons choisi la méthode d'étude utilisée par A.M. CATESSON en 1964, et qui consiste à déterminer la solution de concentration qui provoque juste un début de plasmolyse dans la moitié des cellules cambiales. Notons que l'observation microscopique est indispensable dans ce cas afin d'être sûr de n'envisager que la zone cambiale. Cette solution est considérée comme étant isotonique au tissu, et sa pression osmotique que l'on peut calculer, est identique à celle des cellules cambiales.

Selon CATESSON (1964), on utilise généralement pour de telles expériences des solutions d'une substance qui pénètre mal dans les cellules pour ne pas risquer d'augmenter artificiellement la pression osmotique cellulaire. Nous avons choisi le lévulose pour l'ensemble des mesures.

Nous avons opéré de la manière suivante :

Nous avons préparé une douzaine de boîtes de pétri contenant chacune 10 ml de solution de lévulose de concentrations croissantes, échelonnées de 2 à 2 % ( lévulose à 6%, 8% ,10%, 12%,14%, 16%, 18%, 20%, 24%.....36%).

Après avoir prélevé un rameau sur l'arbre préalablement choisi, nous pratiquons immédiatement des coupes à main levée dans la région cambiale. Les coupes doivent être assez épaisses pour avoir au moins deux assises de cellules intactes. Une épaisseur de 10 à 15 microns semble être optimale pour l'étude vitale du cambium. Nos coupes sont faites en biseau aigu (coupes tangentielles).

Nous plaçons quelques unes de ces coupes dans chacune des boîtes de pétri contenant des solutions sucrées de concentration différentes, nous les prélevons à intervalles plus au moins réguliers, avant de les examiner entre lame et lamelle au

microscope. Entre chaque observation, nous remettons ces coupes dans leurs boîtes de pétri respectives.

### **III.3 - Méthode d'étude des transformations saisonnières des vacuoles**

Nous avons utilisé les mêmes techniques pour l'observation vitale des vacuoles que pour l'étude de la pression osmotique, en employant toutefois une solution très légèrement hypotonique pour éviter un début de plasmolyse des cellules.

Dans ces conditions, les vacuoles sont visibles sans coloration ; on devine le contour du noyau et la cyclose est bien marquée.

Pour savoir s'il existait une ou plusieurs vacuoles, nous avons utilisé le rouge neutre. Toutefois nous signalons que les vacuoles ont tendance à confluer, lorsque l'expérience est quelque peu prolongée. Remarquons que les cellules cambiales supportent très bien un séjour prolongé dans les solutions de lévulose comme il a été signalé par Catesson en 1964.

Cependant, à la température du laboratoire, les coupes sont envahies par les champignons au bout de quelques jours. Au contraire, nous avons pu conserver des coupes à n'importe quelle saison au réfrigérateur pendant plus de deux semaines.

### **III. 4- Etude de l'impact des facteurs climatiques.**

Nous avons abordé l'étude de l'action des températures de l'année (et non des températures établies sur une longue période), sur certains aspects du fonctionnement cambial, à savoir l'évolution de la pression osmotique et celle des vacuoles. En effet, certains auteurs GUINAUDEA 1967 ; SERRE 1976, indiquent que pour ce qui concerne l'année au cours de laquelle se forme le cerne, les relations les plus importantes sont établies avec les températures de l'hiver et du début du printemps, en précisant qu'il s'agit uniquement des températures minimales moyennes. Cependant, nous aborderons aussi l'effet de la sécheresse hydrique constatée pendant la période estivale, sur les variations de la pression osmotique au niveau des cellules de la zone cambiale, en utilisant les données établies par MEDDOUR 2010, notamment en ce qui concerne le régime pluviométrique saisonnier qui nous donne des indications importantes sur l'évolution de la situation hydrique au cours de l'année. S'agissant des températures, nous avons utilisé, les données de la station d'Azazga, proche de la zone d'échantillonnage.

Soulignons tout de même, que Les stress hydrique et thermique se produisent souvent simultanément, limitant la croissance et la production végétale (ARAUS et al. 2002).

## **CHAPITRE III**

# **RESULTATS ET DISCUSSIONS**

## I- La pression osmotique des cellules cambiales

### I-1- Caractères morphologiques de la plasmolyse

Dans la zone cambiale, la plasmolyse est de forme concave et le cytoplasme constitue des arceaux, en restant relié à la membrane par certains points. Les arceaux sont plus au moins grands suivant que les cellules sont placées dans une solution légèrement ou fortement hypertonique. Certains auteurs ont observés des plasmolyse de formes convexes, (CATESSON 1964).

#### I. 1-2-. Manifestation de la plasmolyse

Nos observations, portées dans le tableau 1 et la figure 1, nous indiquent l'évolution des concentrations de lévulose nécessaires à l'obtention d'une plasmolyse immédiate. Il ressort de la lecture de cette courbe qu'au mois de Janvier on n'observe une plasmolyse immédiate des cellules cambiales que dans des solutions de lévulose égales ou supérieures à 36% (2M), par contre, nous avons mesuré qu'il faut 30 minutes pour que la plasmolyse se fasse sentir dans une solution à 34% et deux heures pour celle à 28%. Un délai de trois heures s'écoule avant qu'un début de plasmolyse ne se manifeste dans les coupes mises dans une solution de lévulose à 26%, concentration minimale pour laquelle on obtient, à cette période, la plasmolyse des cellules de la zone cambiale. au fait, il y'a une différence de concentration de 10%

Au printemps, nos résultats indiquent que la plasmolyse se fait sentir presque d'emblée pour une solution de pression osmotique très peu supérieure à celle des cellules cambiale.

En effet, la figure 1, nous indique qu'à partir du mois Mars la concentration nécessaire pour avoir une plasmolyse immédiate (au temps 0mn), baisse progressivement pour atteindre 10 % au mois de mai, (légèrement supérieure à 0,5 M), et au même temps la différence entre la concentration maximale, donnant une plasmolyse immédiate et la concentration minimale nécessaire pour avoir un début de plasmolyse, qui été de 10% au mois de Janvier atteint 1% au mois de Mai. A partir du mois de Juin cette concentration remonte pour atteindre, pour une plasmolyse immédiate, une concentration de 32% en décembre.

D'un autre coté les figures (3-à 14) nous indiquent pour chaque mois de l'année, l'évolution de la pression osmotique en fonction du temps de séjour dans la solution de lévulose.

MOIS	TEMPS ( mn)					
	0	30	60	120	180	360
Janvier	36%	34%	30%	28%	26%	28%
Février	28%	26%	24%	22%	20%	22%
Mars	24%	22%	19%	18%	18%	22%
Avril	16%	14%	10%	10%	10%	12%
Mai	10%	9%	9%	9%	9%	9%
Juin	16%	14%	14%	14%	14%	14%
Juillet	18%	13%	13%	12%	12%	12%
Aout	20%	18%	16%	14%	14%	14%
Septembre	22%	20%	19%	17%	17%	18%
Octobre	26%	24%	22%	20%	18%	20%
Novembre	26%	24%	22%	18%	18%	19%
décembre	32%	30%	28%	25%	26%	26%

Tableau 1 : Concentration des solutions de lévulose permettant d'obtenir une plasmolyse, en fonction de la durée de séjour dans la solution, et suivant les divers périodes de l'année.

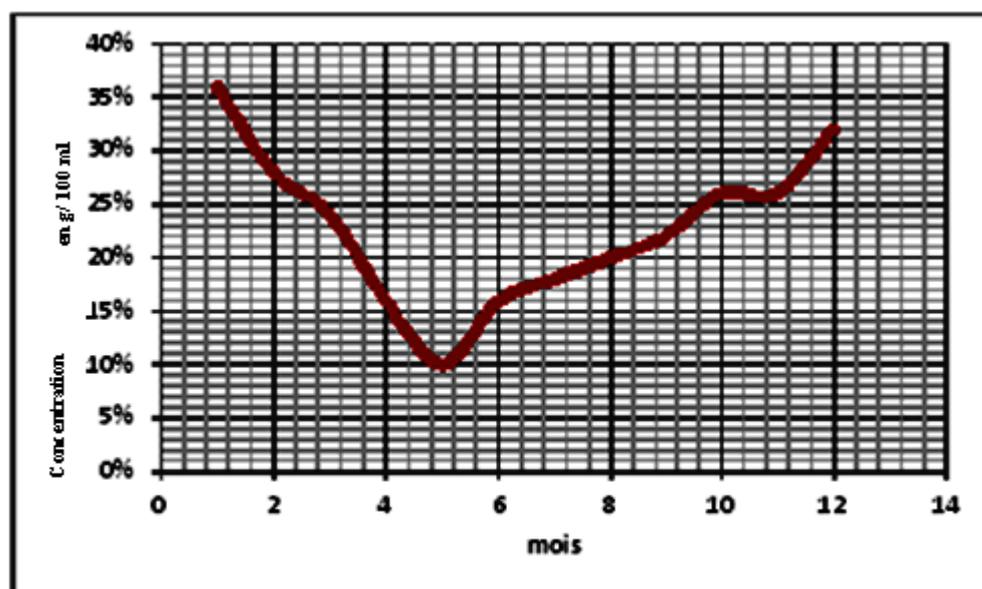
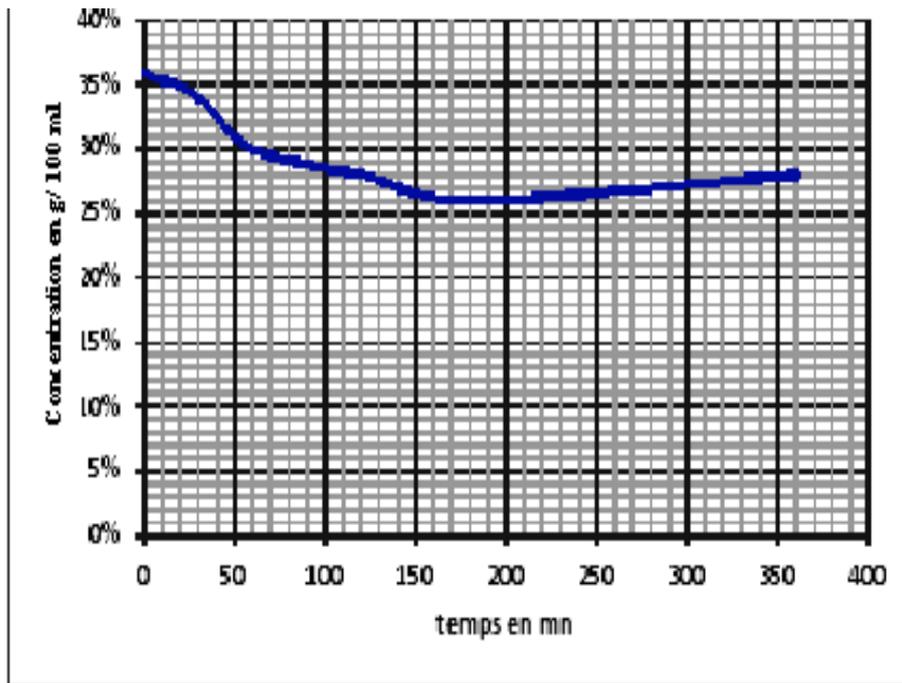
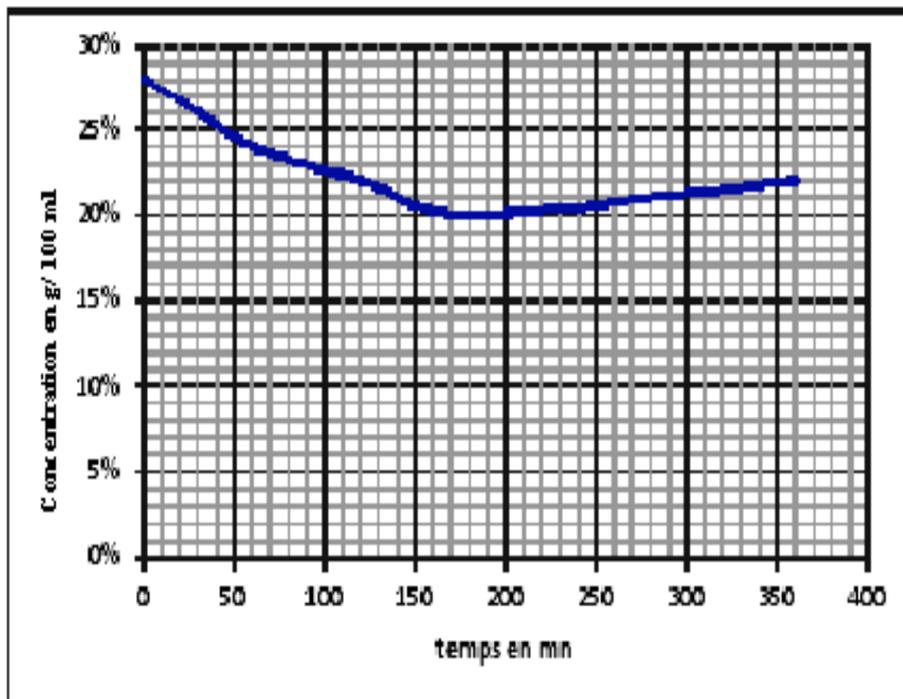


Figure 1. Concentration de lévulose provoquant une plasmolyse immédiate au cours de l'année



**Fig. N° 2 :** Concentration des solutions de lévulose permettant une plasmolyse en fonction de la durée de séjour dans la solution pour le mois de Janvier



**Fig N° 3 :** Concentration des solutions de lévulose permettant une plasmolyse en fonction de la durée de séjour dans la solution pour le mois de Février

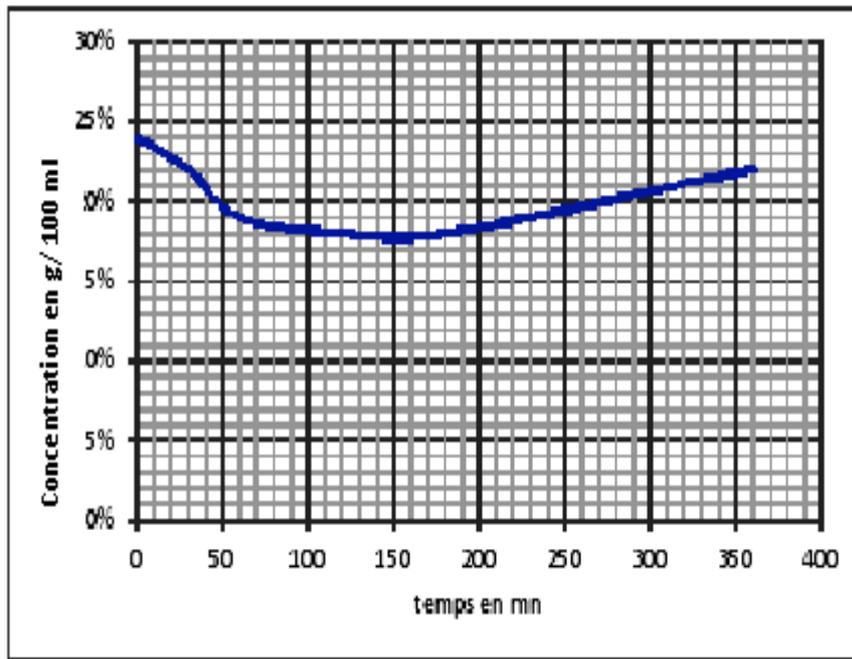


Fig N° 4 : concentration des solutions de lévulose permettant une plasmolyse en fonction de la durée de séjour dans la solution pour le mois de Mars

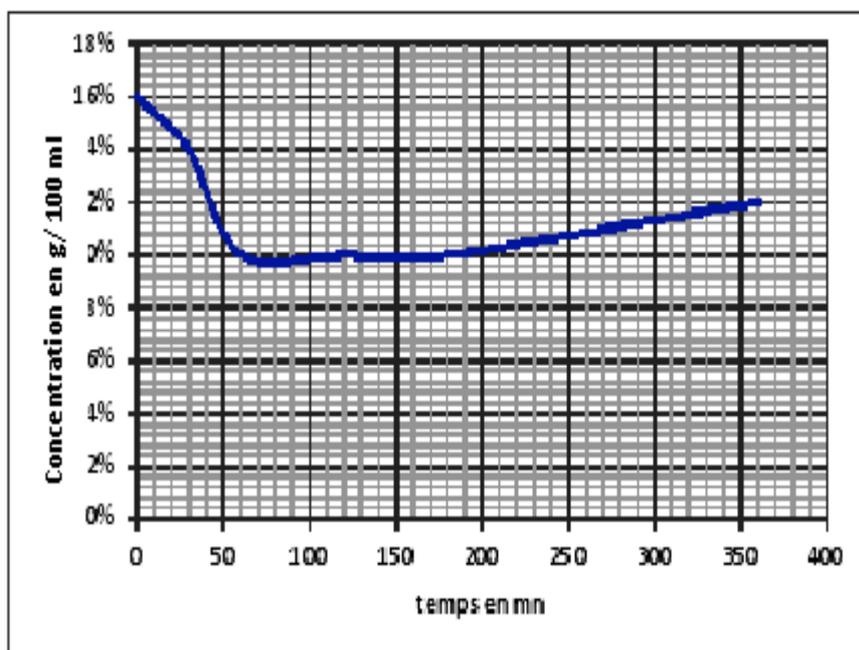


Fig N° 5 : Concentration des solutions de lévulose permettant une plasmolyse en fonction de la durée de séjour dans la solution pour le mois d'Avril

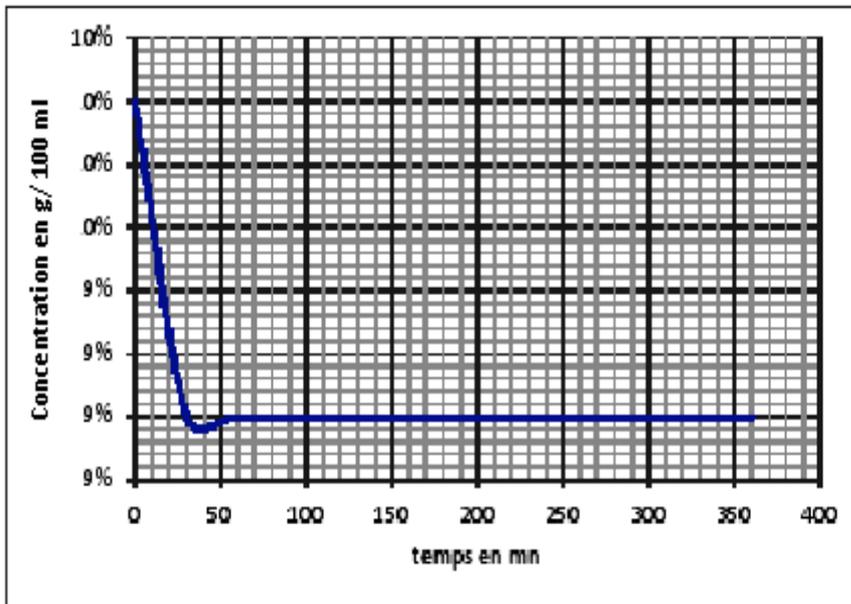


Fig N° 6 : Concentration des solutions de lévulose permettant une plasmolyse en fonction de la durée de séjour dans la solution pour le mois de Mai

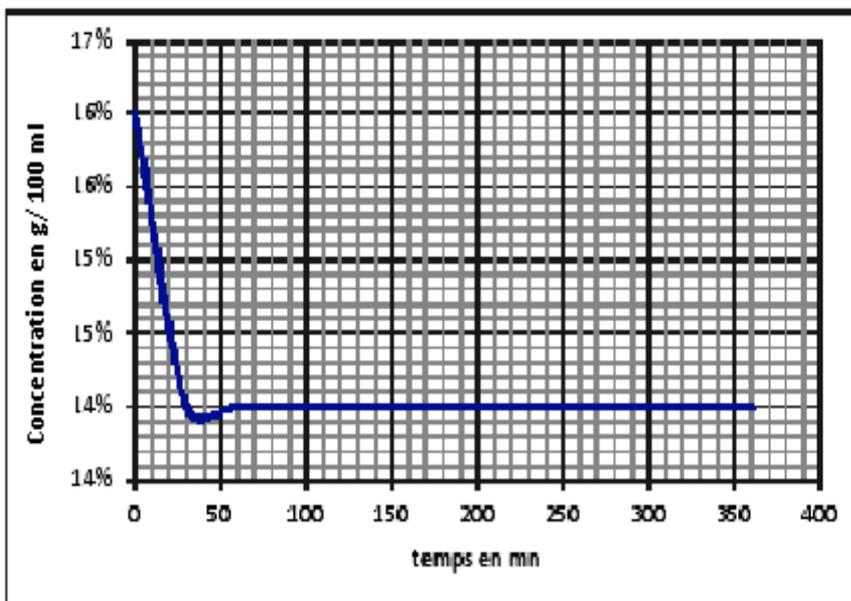


Fig N° 7 : Concentration des solutions de lévulose permettant une plasmolyse en fonction de la durée de séjour dans la solution pour le mois de juin

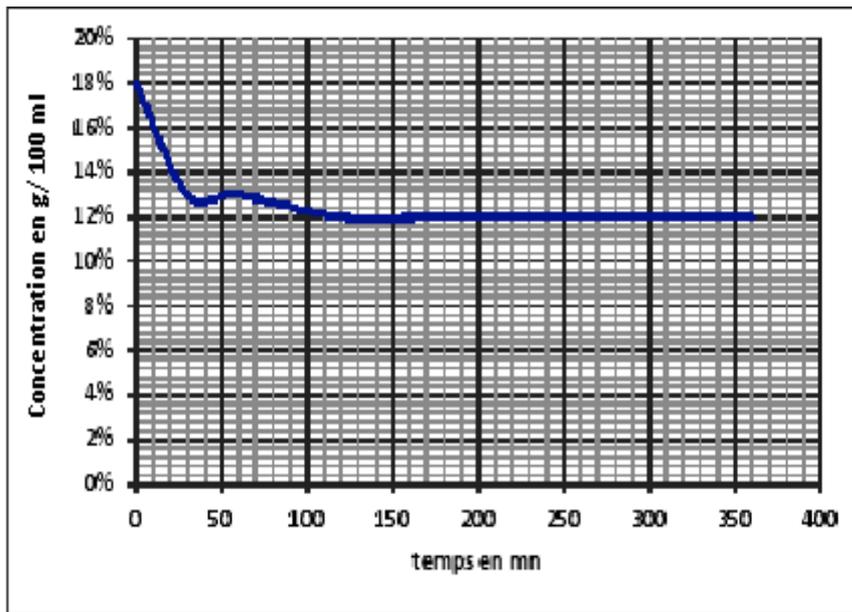


Fig N°8 : Concentration des solutions de lévulose permettant une plasmolyse en fonction de la durée de séjour dans la solution pour le mois de Juillet

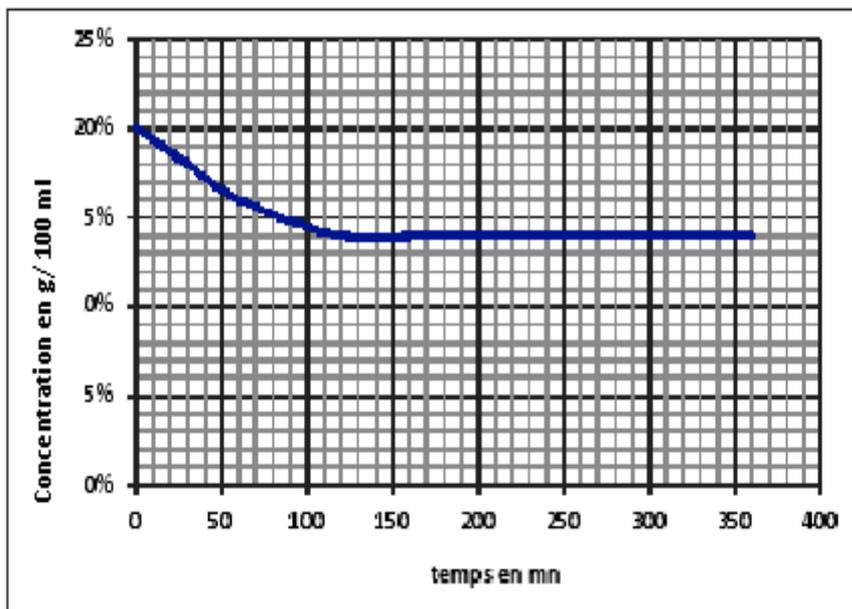
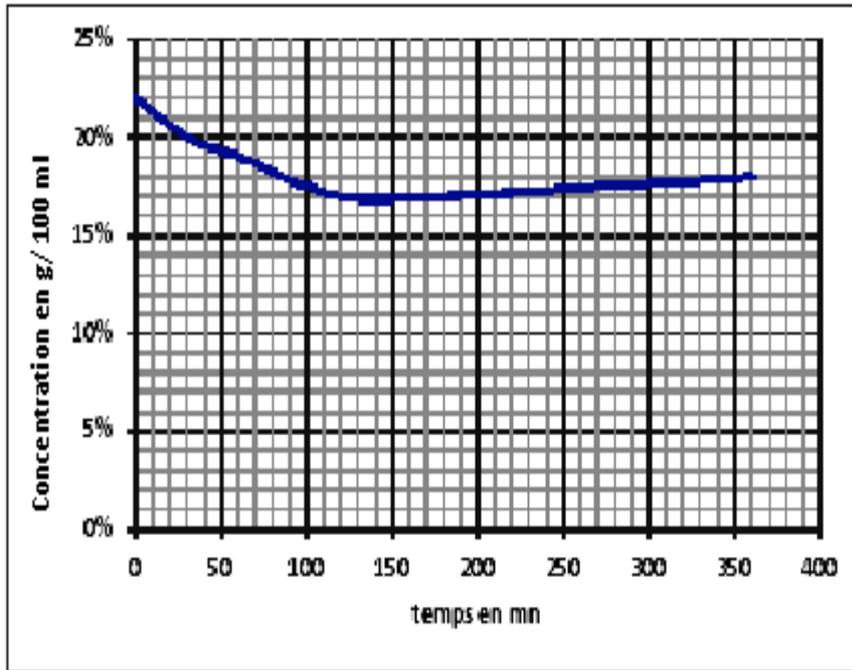
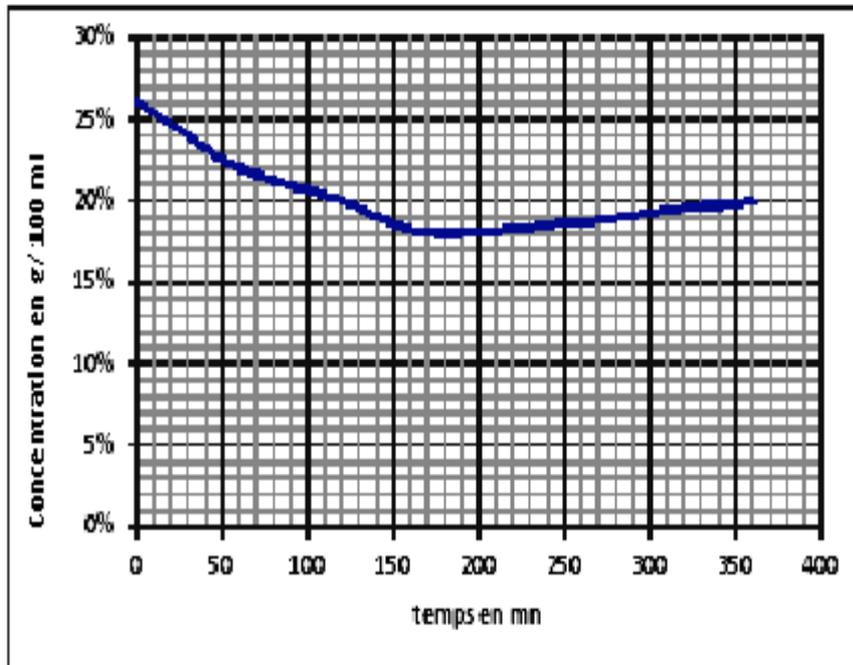


Fig N°9 : Concentration des solutions de lévulose permettant une plasmolyse en fonction de la durée de séjour dans la solution pour le mois d'Aout.



**Fig N°10:** Concentration des solutions de lévulose permettant une plasmolyse en fonction de la durée de séjour dans la solution pour le mois de Septembre.



**Fig N° 11 :** Concentration des solutions de lévulose permettant une plasmolyse en fonction de la durée de séjour dans la solution pour le mois d'octobre

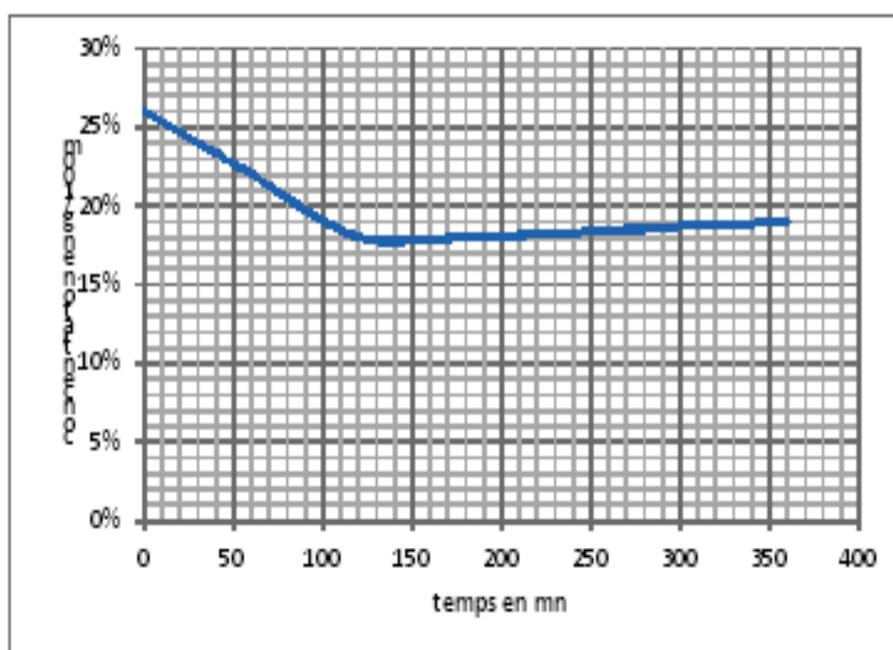


Fig N° 12: Concentration des solutions de lévulose permettant une plasmolyse en fonction de la durée de séjour dans la solution pour le mois de Novembre

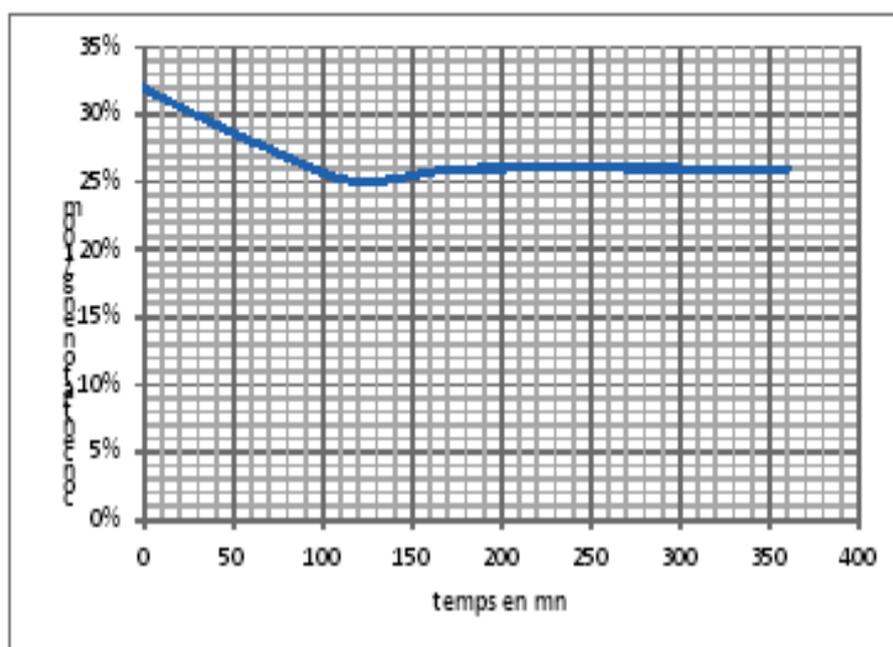


Fig N° 13 : Concentration des solutions de lévulose permettant une plasmolyse en fonction de la durée de séjour dans la solution pour le mois de Décembre

## DISCUSSION

---

L'ensemble de ces observations, nous montre les faits suivants :

1° - Il existe un temps de latence avant que n'apparaisse un début de plasmolyse, lorsque la solution utilisée est de pressions osmotique sensiblement égale à celle des cellules cambiales (isotonique). Sa durée varie entre 30mn et 180mn (trois heures). En général, ce temps est plus court au printemps, plus long en hiver comme l'indique le tableau 1.

2° - Pour obtenir une plasmolyse immédiate, il faut utiliser une solution hypertonique. L'excès de tonicité nécessaire est généralement plus grand en hiver qu'en période d'activité cambiale. Les mêmes résultats, et les mêmes observations ont été signalés par plusieurs auteurs (Catesson, sur plusieurs espèces, 1964, 1974, 1981 ; Bailey 1956 sur *Pinus résinosa*).

3° La pression osmotique des cellules cambiales varie en fonction de la saison

.

### **I- Les variations saisonnières de la pression osmotique du cambium**

Nous avons suivi ces variations au cours de l'année et nos résultats sont portés dans le tableau n°2 et la figure n° 2

Nous constatons que la pression osmotique est minimale au printemps, et maximale en hiver. Après les pics enregistrés pendant l'hiver, la pression osmotique baisse progressivement à partir du mois de Mars où l'on enregistre 24 ATM (une fois molaire). La valeur minimale est enregistrée durant le mois de Mai où l'on observe une pression osmotique de 12 ATM, équivalente à une solution de lévulose de 9%, (plasmolyse pour une solution à 0,5 M).

Dés juillet, elle augmente lentement et assez régulièrement pendant le reste de l'année. Au cours de l'hiver elle atteint à la fin de décembre et au début du mois de janvier sa valeur maximale de 36 atmosphères (plasmolyse pour une solution à 1,5 M).

Notons que nous avons considéré des valeurs moyennes car -il existe des variations inter - arbre et même inter-rameaux au point de vue de la valeur des pressions osmotique et de celui de l'activité cambiale.

mois	Pression osmotique (Molaire)	Pression osmotique (ATM)
Janvier	1.5	36
Février	1.22	29.3
Mars	1	24
Avril	0.55	13.2
Mai	0.5	12
Juin	0.77	18.5
Juillet	0.66	15.8
Aout	0.72	17.3
Septembre	0.94	22.6
Octobre	0.94	22.6
Novembre	1	24
décembre	1.38	33.1

Tableau 2 . Variation de la pression osmotique (en ATM) et (en mole) des cellules cambiales au cours de l'année

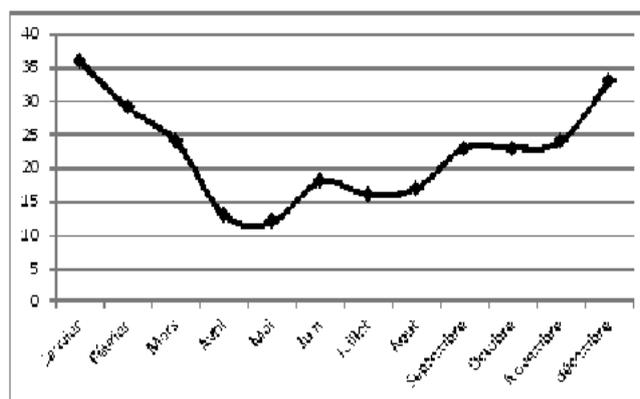


Fig2 : Variation de la pression osmotique (en ATM) des cellules cambiales au cours de l'année

## Discussion

L'augmentation de la pression osmotique des cellules de la zone cambiale pendant l'hiver semble être une réponse à la mauvaise saison et surtout aux températures basses qui caractérisent notre station d'étude.

Cette pression osmotique élevée, est due vraisemblablement à l'augmentation de l'accumulation en sucres solubles qui pourraient avoir un rôle de protection des membranes, (DARBYSHIRE, 1974) ; ou un rôle osmotique empêchant la déshydratation des cellules et le maintien de la balance de la force osmotique pour garder la turgescence et le volume cytosolique aussi élevés que possible (BOUZOUBAA *et al.* 2001).

Lors d'un stress froid, les sucres jouent le rôle d'osmorégulateurs et de cryoprotecteurs grâce à l'accumulation de sucres solubles dans la cellule. KINET *et al.*, 1998 ont souligné l'importance des sucres solubles associés à d'autres solutés organiques (protéines, glucides, acides organiques (malate), acide aminés) dans le processus d'osmorégulation. Ces sucres, jouent un rôle osmotique dans l'ajustement osmotique, chez les différentes plantes et leur confèrent une tolérance vis à vis du stress. Les principaux sucres solubles accumulés sous stress sont : le glucose, fructose et le saccharose (Hare *et al.* 1998), et ces derniers semblent jouer un rôle très important dans le maintien d'une pression de turgescence qui est à la base des différents processus contrôlant la vie d'une plante. Certains acides aminés s'accumulent également pendant l'endurcissement au froid. Il en est ainsi de l'arginine dans l'écorce de peuplier (CATESSON *et LE SAINT*, 1966).

Ainsi nous pouvons dire que la variation de la pression osmotique au niveau des cellules de la zone cambiale, est une réponse métabolique appropriée aux températures basses enregistrées durant cette saison.

## 2- .Les transformations saisonnières des vacuoles

Nos observations nous indiquent qu'en hiver les cellules de la zone cambiale présentent de nombreuses petites vacuoles arrondies et la cyclose est fortement arrêtée.

La fin de janvier, et au début du mois de février, l'aspect du cambium change. Sur une même coupe, des cellules voisines peuvent avoir des caractères différents : certaines conservent un type hivernal, d'autres possèdent des vacuoles plus grandes aux formes irrégulières, d'autres enfin montrent des vacuoles très allongées, où se manifeste une cyclose réelle.

A la fin de février ou au plus tard, à la mi-mars, toutes les cellules cambiales montrent une cyclose nette et de grandes vacuoles.

Dans le courant du mois de mars, on voit les vacuoles cambiales se gonfler de façon sensible et commencent à Confluer entre elles. A la fin du mois de Mars et au début du mois d'Avril, les colorations vitales au rongeur neutre ne montrent plus qu'une seule grande vacuole. Les mêmes observations ont été rapportées par certains auteurs qui ont signalés que lors de la réactivation du cambium au printemps, les nombreuses petites vacuoles fusionnent pour

former une seule grande vacuole qui peut occuper la quasi-totalité de la cellule. Le cytoplasme, riche en organites, est alors repoussé en bordure des cellules (CATESSON, 1964 ; AREND et FROMM, 2003).

La coloration au rouge neutre, montre que pendant toute la phase du réveil cambial, les vacuoles semblent confluer d'abord au centre de la cellule en une ou deux grosses vacuoles.

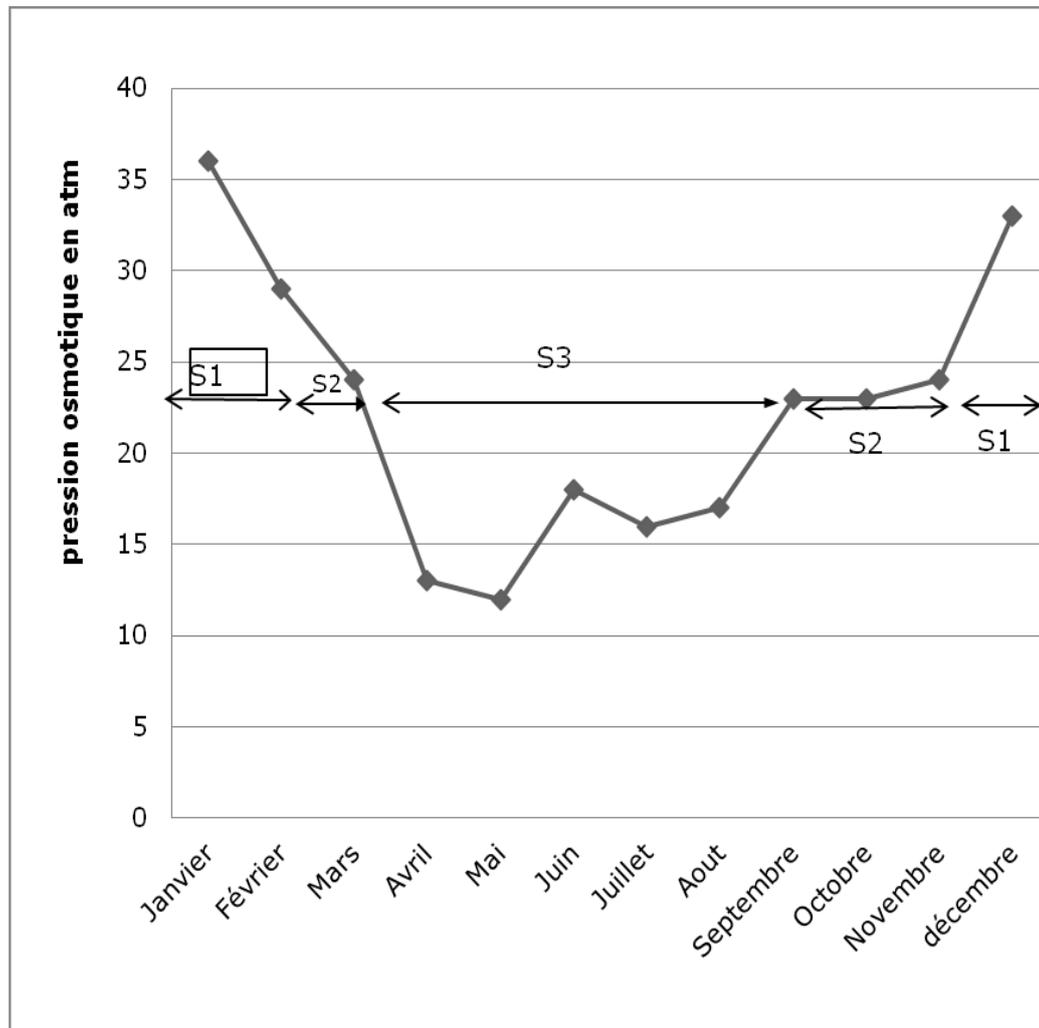
Pendant tout le printemps et l'été, on ne distingue qu'une seule vacuole dans les initiales de la zone cambiale. Cet état persiste jusqu'en Septembre, et les colorations au rouge neutre montrent alors l'existence de plusieurs petites vacuoles dans les pointes des cellules. La cyclose, par ailleurs est toujours manifeste. Les mêmes observations ont été faites par plusieurs auteurs (BAILEY 1930 ; CATESSON, 1964, 1981)

En octobre, l'aspect du cambium rappelle beaucoup celui qu'il présente en Février. Un certain nombre de cellules présentent encore une cyclose nette et de grosses vacuoles, mais qui paraissent moins gonflées qu'au printemps. D'autres cellules présentent une faible cyclose (CATESSON 1964) ainsi que des vacuoles aux formes irrégulières quelques-unes ont déjà une allure hivernale : elles ne montrent plus de cyclose et les vacuoles sont nombreuses et arrondies.

Le nombre de ces dernières cellules augmente progressivement et, au début de Novembre, toutes les initiales cambiales reprennent leur caractère hivernal.

Sur un graphe (figure 15), nous avons superposé, la courbe donnant les variations annuelles de la pression osmotique avec les différents stades du cycle vacuolaire, c'est à dire l'aspect pris par les vacuoles, au cours de l'année. Ceci nous montre que le stade que nous avons désigné par S2, et qui est le stade où les cellules de la zone cambiale, montrent une seule et grande vacuole, coïncide avec la période d'augmentation de la pression osmotique au niveau des cellules de la zone cambiales.

Par contre le stade S1 qui correspondent respectivement, aux stades où les cellules cambiales montrent plusieurs petites vacuoles et S3 le stade où il coexiste dans les cellules cambiales les deux types de vacuoles, c'est à dire de petites et de plus grandes vacuoles ; ils correspondent à des phases de transition et coïncident avec les périodes de l'année où la pression osmotique mesurée dans les cellules de la zone cambiale est la plus basse.



**Figure .n° 15 :** variations saisonnières du cycle vacuolaire (l'aspect des vacuoles) et de la pression osmotique dans les cellules de la zone cambiale au cours de l'année.

**S1 :** vacuoles petites et nombreuses

**S2 :** phase de transition

**S3 :** vacuole unique et grande

## DISCUSSION

Ce changement des états du système vacuolaire coïncide avec les variations des pressions osmotiques. On remarque que durant les phases d'arrêt d'activité, à la fin de l'automne et en hiver, les vacuoles se fragmentent et la cyclose cesse. (RIDING et LITTLE 1984), assimilent ces arrêts à une perte des potentialités histogènes, marquant l'entrée en dormance du cambium. (RIDING et LITTLE 1984) soulignent que la fin de la mitose correspond à une intense activité métabolique caractérisé par l'accumulation des réserves, essentiellement des lipides cytoplasmiques des sucres, des protéines et des polyphénols vacuolaires, parfois l'amidon (CATESSON 1980, 1981, RAO 1985).

### 3-Effet du climat sur la variation de la pression osmotique et du cycle vacuolaire

Les figures 16 et 17 montrent que la courbe des températures minimales moyennes mensuelles et celle de la variation des pressions osmotiques au cours de l'année présente la même tendance au cours de la phase d'activité cambiale, mais s'inverse pendant les phases de repos. Ce qui suggère que les températures minimales pourraient intervenir dans les phases de rentrée et de levée de dormance du cambium, mais ne semblent pas avoir une action pendant la phase d'activité.

Au fait la température semble agir à travers les changements de pression osmotiques et que cette action est plus nette durant les phases de repos mais pas durant les phases d'activité. Ajoutons que ce sont plutôt les températures minimales les plus froides qui semblent agir, car elles marquent les périodes où la pression osmotique des cellules cambiales est la plus élevée au cours de l'année.

Le rôle joué par la température dans le cycle annuel de l'arbre, varie avec l'époque et l'état physiologique du végétal (LAVENDRE et al 1973). En effet, c'est l'état physiologique de l'arbre à un moment donné qui détermine le sens de sa réponse à la variation de tel ou tel facteur extérieur.

Les basses températures sont considérées en général comme peu favorables à la croissance et aux mitoses

Nos résultats correspondent à ceux obtenus par plusieurs auteurs CATESSON 1980, 1981, RAO 1985 ; RIDING et LITTLE 1984 ; sur plusieurs espèces.

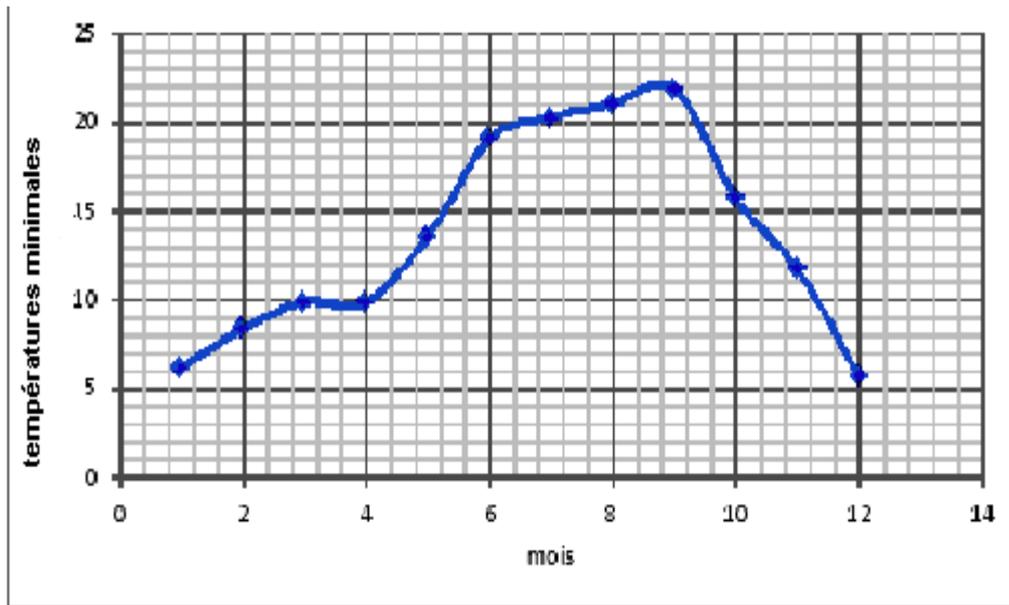


Figure n°16 Variation de la température minimale au niveau de la station d'Azazga 1990

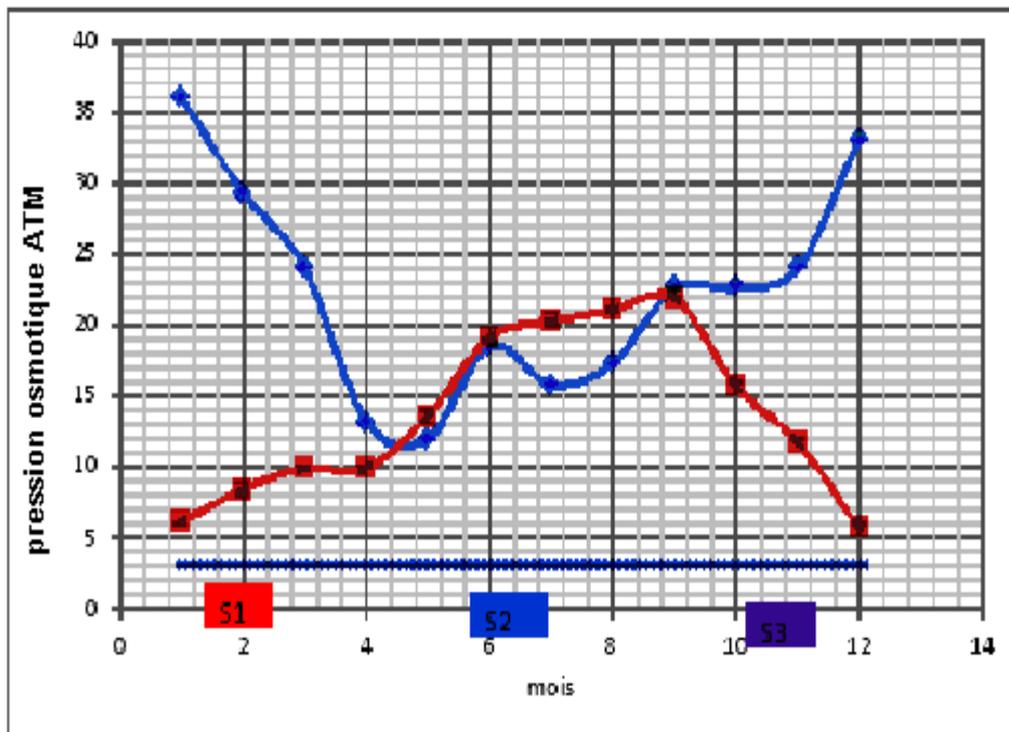


Figure 17. Variation des températures minimales moyennes mensuelles et des pressions osmotiques au cours de l'année.

## **CONCLUSION GENERALE**

## CONCLUSION GENERALE

---

La valorisation du chêne zéen passe obligatoirement par une meilleure production, que ce soit sur le plan quantitatif ou qualitatif. Le présent travail est consacré à l'étude de certains aspects cytologiques des cellules de la zone cambiale, leur évolution au cours de l'année et en relation avec le climat.

Les résultats obtenus révèlent que la pression osmotique, varié considérablement au cours de l'année, elle passe de 36 atmosphères au mois de janvier, mois correspondant à l'arrêt de l'activité de l'ensemble de l'arbre, à 12 atmosphères au mois de mai, au moment de plein activité métabolique des arbres. Cette pression augmente de nouveau graduellement à partir du mois de juin, signifiant ainsi un ralentissement de l'activité productrice de bois, jusqu'à l'arrêt total durant la période d'hiver. Cet arrêt de la production du bois est évidemment lié à un arrêt de l'activité cambiale. Certains faits marquants accompagnent cet arrêt. C'est ce que nous avons observé au sujet des pressions osmotiques des cellules cambiales que nous pouvons considérer comme des indicateurs de reprise d'activité ou de repos cambial.

Cette augmentation de la pression osmotique pendant l'hiver semble être une réponse aux températures les plus froides. Ce phénomène est bien connu chez les végétaux en général et les arbres ligneux en particulier. L'effet du stress thermique hivernal agit à travers les paramètres biochimiques, avec le stockage des composés hautement osmotique à l'image de certains sucres. Il semblerait que ce taux élevé de sucre est en relation avec la résistance aux basses températures c'est ce qui explique ces grandes variations de la pression osmotique, mais aussi celles de la forme des vacuoles au cours de l'année.

Ce cycle vacuolaire, est une conséquence des profonds changements métaboliques que la plante met en œuvre pour faire face au stress thermique hivernal. Trois stades ont été identifiés au cours de l'année. Ces trois stades correspondent aux différentes étapes de reprise d'activité et d'arrêt d'activité du cambium.

Par rapport aux relations avec les paramètres du climat, il semblerait que les températures minimales moyennes mensuelles conditionnent la dynamique cambiale, et définissent à travers des régulations de la pression osmotique et de la forme des vacuoles les différentes phases d'activité et de repos cambiales.

Ainsi donc nos résultats mettent bien en évidence et explique la production alternative de cellules de bois initial et de bois final, marquant de la sorte la formation du cerne et qui pourrait avoir une influence sur les propriétés physiques et mécaniques du bois du chêne zéen. La connaissance de ces marqueurs de dormance ou de réveil cambial peut offrir aux forestiers les moyens de mettre en œuvre des méthodes sylvicoles à même de valoriser cette espèce.

Des observations s'étalant sur plusieurs années et la mesure des variations annuelles de certains sucres et acides aminés

### *Résumé*

Dans la forêt de Béni Ghobri, Le chêne zéen, subit durant sa croissance , de fortes contraintes , qui se traduisent par des adaptations métaboliques qui sont révélées à travers les variations de la pression osmotique et les changements de la forme vacuolaire au cours de l'année.

Ces phénomènes observés, semble êtres une réponse aux températures minimales. En effet, face au stress thermique hivernal, causé par les basses températures, le chêne zéen, semble ajuster son métabolisme, particulièrement au niveau des cellules cambiales, où l'on a observé des variations de la pression osmotique, et des changements dans la forme des vacuoles, au cours de l'année. Ceci s'expliqueraient, par un stockage de certains composés, organiques dans les cellules cambiales, notamment les acides aminés et les sucres.

Les paramètres que nous avons mesuré peuvent être utilisés comme des marqueurs afin de situer la date des différentes phases d'activité et de repos chez le chêne zéen, et qui permettront aux forestiers de mieux appréhender la production de bois et le contrôle de sa qualité.

Mots/clés : chêne zéen/ activité cambiale/pression osmotique/climat

### *Summary*

In the forest of Beni Ghobri, The zeen oak, undergoes during its growth, high stress, which result in metabolic adaptations that are revealed through changes in osmotic pressure and changes in the vacuolar form along the years.

These phenomena, seems to be a response to low temperatures. Indeed, facing the winter thermal stress, caused by low temperatures, the zeen oak, seems to adjust its metabolism, particularly in cambial cells, where we observed changes in osmotic pressure and changes in the form vacuoles during the year. This could be explained by some compounds, such as osmolyts in cambial cells

These parameters measured can be used as markers to locate the date of the various phases of activity and rest in the zeen oak, and that will enable a better understanding of forest wood production and quality control.

*Key words: Oak zéen / cambial activity / osmotic pressure / climate*

## BIBLIOGRAPHIE

---

ALLALOU Y., 1986 – contribution à l'étude préliminaire de quelques propriétés des sols forestiers de la Kabylie du Djurdjura. Mem D.E.S. Bio.veg.Inst,Bio. Tizi-Ouzou.46p.

AMEELS Marc, 1989 : étude des propriétés anatomiques et technologiques de quercus canariensis willd. des massifs forestiers de l'Akfadou et de Beni Ghobri. Mem. d'ing.agr, univ. catho. de Louvain, Fac.des Scs. Agro.127 p.

ARAUS J.L, G.A., SLAFER, M.P., REYNOLDS, C., ROYO. 2002. Plant breeding and drought in C3 cereals: what should we breed for. Ann. Bot. 89, 925–940.

AREND M, FROMM J (2003) : Ultrastructural changes in cambial cell derivatives during xylem differentiation in poplar. *Plant Biol.* 5:255-264.

BADEL E., 1999 –Determination of elastic and shrinkage proprieties of on annual ring oak in transverse plan : description of the morphologie, measurements of microscopic proprieties and homogenization calculations. Thèse de Doctorat. ENGREF. Pp.50-101.

BAILLY I.W. ,1930 – the cambium and its derivative tissues. V.A reconnaissance of the vacuome in living cells .Zf. zellforsch. Micros. Anat., 10, pp 651-682.

BOUDY P ., 1955 - Economie forestière Nord Africaine. Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Ed. Larose. T II. 423p.

BOUDY P., 1952. – Guide du forestier en Afrique du Nord. La maison. Paris. 505 P.

BOUDY P.,1950. - Economie forestière Nord Africaine. Ed. Larose. Fasc. II. Paris. 575 p.

BOUZOUBAA, Z., EL MOURID, M., KARROU, M. ET EL GHAROUS, M. 2001. Manuel d'analyse chimique et biochimique des plantes. Eds INRA Maroc.

CATESSON A.M., 1994- cambial ultrastructure and biochemistry, change in relation to vascular tissue differentiation and seasonal cycle. Int. j. plant. 1994.155(3). pp 251-261.

CATESSON A. M., 1980 - The vascular cambium. In: Control of shoot growth in trees (ed. C. H. A. Little). 12-40. Maritimes Forest Research Centre, Fredericton, Canada Pub.

CATESSON A. M., 1990. Cambial cytology and biochemistry. In. The vascular cambium (ed. M. Iqbal). 63-112. Research Studies Press, England.

CATESSON A.M., 1964- Origine, fonctionnement et variartion cytologiques saisonnières du cambium de l'Acer pseudaplanatus L. (Acéracées ). Ann.Sc.Nat.,12<sup>e</sup> série,5, 229-498.

CATESSON A.M., 1974 – cambial cells. In : dynamic aspects of ultrastrucure. A.W. Robards Ed. Mc Graw Hill. London .pp .358-390

CATESSON A.M., 1984 – la dynamique cambiale. Annales des sciences Naturelles, Botanique, Paris. 13 S.T6, PP. 23-43.

CATESSON A.M.,1981- le cycle saisonnier des cellules cambiales chez quelques feuillus. Bull. Soc .Bot .Fr.,128, Actual.bot (2),pp.43-51.

DARBYSHIRE, B. 1974. The function of the carbohydrate units of tree fungal enzymes in their resistance to deshydratation. *Plant Physiol.*, 54: 717-721.

Direction Générale des Forêts, 2005- Superficies, potentialités, et bilan d'incendies des forêts algériennes.

Direction Générale des Forêts 2003).

DURAND J. , 1951 : sur quelques sols de la foret de l'Akfadou et des environs de Yakouren (grande Kabylie) . Ann. Inst. Nat. De la rech. Agro. (INRA), n<sup>o</sup>2, série A, p. 110- 126

EMBERGER L. , 1930 : sur une formule climatique applicable en géographie botanique, C.R Académie des Sciences, p. 389-390.

GELARD J.P.,1978 –carte géologique du nord est de la Kabylie. Schéma structural, Echelle 1/200000. Travaux du laboratoire associé au C.N.R.S

HADDAD A., 1990 – contribution à l'étude botanique et anatomique de quelques espèces de feuillus autochtones : *Populus tremula*.L, *Fraxinus oxyphyla*. Bieb, *Quercus miberckii*.Dur.Thèse .ing.INA.

HAICHOOR R., 2009 Stress thermique et limite écologique du *Chêne vert* en Algérie

HARE P.D., CRESS W.A. AND VAN STADEN J. (1998). Dissecting the roles of osmolyte accumulation during stress. *Plant Cell and Environment* ; 21, 535-553.

HOPKINS WILLIAM G. 2003. Physiologie végétale. Deuxième édition. pp 460-464.

IABLOKOFF A.KH., 1963 – L'épicéa. Influence des facteurs écologiques sur les propriétés

mécaniques des bois. Société d'édition d'enseignement supérieur. Paris. 1963. 73p.

JACQUIOT C., 1983 – écologie appliquée à la sylviculture. Ed. BORDAS, paris. 175p.

JACQUIOT C., ROBIN A.M., BEDENEAU M., 1973- Reconstitution d'un ancien peuplement forestier en forêt de Fontainebleau par l'étude anatomique de charbons de bois et leur datation au  $^{14}\text{C}$  .Bull. soc .Bot .Fr.pp.120,231-234.

JACQUIOT C., TRENARD.Y , et DIROLD.D., 1973- Atlas de l'anatomie des bois des angiospermes « essences feuillus ».T1. centre technique du bois0 Paris. 175p.

KADIK B., 1983 – contribution à l'étude du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) en Algérie : Ecologie, Dendrométrie, Morphologie, Thèse de Docteur es sciences, Univ. d'Aix-Marseille III, Marseille, 313p.

KOZLOWSKI T.T., KRAMER P.J., PALLARDY S.G. 1991. The physiological ecology of woody plants. Academic Press, San Diego.

KOZLOWSKI, T.T., KRAMER, P.J., ET PALLARDY, S.G. 1991. The physiological ecology of woody plants. Academic Press, New York, N.Y.

KRAMER P.J, KOZLOWSKI. T.T - 1979 - Physiology of woody plants. Academic Press, New York, 811 p

KRAMER, P. J. & KOZLOWSKI, T. T. 1960- *Physiology of forest trees*. New York, McGraw Hill. 129p.

LACHAUD S., 1984 - Modalité de contrôle hormonale de la réactivation cambiale et la xylogénese chez deux Dicotylédones arborescente (Hêtre et Chêne). Thèse .Doct.190p.

LE SAINT A.M., et CATESSON A.M., - CR. Acad. Sc.Paris,263.pp 1463-1466.

LEVITT J .,1980- Responses of plants to environmental stresses. Vol. 1. Chilling, freezing, and high temperature stress. In: Physiological Ecology series. Academic Press, New York. 497 p

Localization and regulation of activity of key enzymes. Critical Reviews in Biochemistry and

MAIRE R. , 1961 - flore de l'Afrique du Nord vol. VIII. Lechevalier Paris .329p.

- MAIRE R., 1926- Notice de la carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie. Alger,
- MAZLIAK P., 1982 - Croissance et développement, physiologie végétale. tome II.349p.
- MEDDOUR R., 2010. Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie. Exemple des groupements forestiers et préforestiers de la Kabylie djurdjurienne
- MERBOUCHE M., 1987 - quelques résultats sur l'étude des peuplements de chênes d'Akfadou, cas de la forêt de Tala Kitane. Mem DES université de Tizi-Ouzou.
- MESSAOUDENE M., 1989 - approche dendroclimatologique et productivité de *Quercus afares* (pomel) et *Quercus canariensis* (Willd.) dans les massifs forestiers de l'Akfadou et de Beni Ghobri en Algérie. Thèse de Doctorat, Univ. D'Aix Marseille III ,Fac de St Jérôme, 123 p.
- MESSAOUDENE M. , 1986 - étude de la croissance radiale du chêne afares (*Quercus afares* pomel) dans la forêt d'Akfadou et Beni Ghobri (Tizi-Ouzou) .rapport de D.E.A., univ d'Aix Marseille III, Fac de St Jérôme, pp .38 .
- MESSAOUDENE M. , 1992 - relation climat croissance radiale de *Quercus canariensis* (Willd.) et *Quercus afares*( pomel) dans les massifs forestiers de l'Akfadou et de Beni Ghobri en Algérie. Rev I.N.R.F pp- 16.
- MESSAOUDENE M., 1992- Dendroécologie de *Quercus afares* et de *Quercus canariensis* dans les massifs des Beni Ghobri et de Sem Ann. Recherche Forestière Algérie .pp .3-27.
- MESSAOUDENE M., 1996 - la forêt Algérienne- magazine d'information sur la protection et la conservation de la forêt (Fev – Mars 1996- N°1) . Ed. I.N.R.F. 46p.
- Molecular Biology 35:253-289.
- MORANDINI.R., 1964- Génétique et amélioration des essences exotiques.
- PHILIPSON W.R,WARD J.M, BUTTERFIELD B.G. , 1971. – the vascular cambium. Chapman and Hall, London, 182 p.
- POLGE H ., KELLER R., 1973 - Qualité du bois et largeur d'accroissements en foret de Tronçais .Annales des Sciences Forestières ,30(2) : 91- 125.
- POLGE H., 1973 – Qualité du bois et largeur d'accroissements en foret de Tronçais . Revue Forestière Française, 25 (5) : 361-370.

QUEZEL P. , 1956 - contribution à l'étude des forêts de chênes caduques d'Algérie. Mem. Soc. Hist. Nat. de l'Afrique du Nord., Nouvelle série, n°1, Alger, pp. 57.

QUEZEL P. et BONIN., 1980 - les forêt feuillues du pourtour méditerranéen. Constitution, écologie, situation actuelle et perspective. R.E.F.pp.253-265.

QUEZEL P.,1979- La région méditerranéenne française et ses essences forestières. Signification écologique dans le contexte circumméditerranéen. Forêt méditerranéenne 1 (1) 7 .78-

RIDING R.T, CHA LITTLE., 1984- anatomy and histochemistry of *Abies balsamea* cambium zone cells during the onset and breaking of dormancy. *Can.J.Bot* 64: 2082-2087.

ROBERT D, et CATESSON A.M., 2000 – organisation végétative. Tom.2 ed : Doin. Paris

SEIGUE A., 1985 - La Forêt circumméditerranéenne et ses problèmes . Ed Maisonneuve et Larose. Paris. Pp.95-99.

SELTZER P., 1946. Le climat de l'Algérie. Institut Météo et physique de Globe. Université d'Alger.219p.

TAFER M., 2000- Etude de la variabilité stationnelle de la qualité du bois de *Quercus canariensis* Willd, dans la forêt domaniale des Beni Ghobri (Tizi- Ouzou). Thèse Univ. Tizi Ouzou.

Thèse de magistère Université Mentouri –Constantine

Unasyva. N°73-74. Consultation F.A.O.IUFRO. pp1-18.

VANDEN DRIESSCHE T., 1981- les rythmes saisonniers : le point de vue d'un biologiste moléculaire. Bull. Soc .Bot. Fr.,128, Actual.bot (2),pp.23-34

VINTEJOUX C., et DEREUDDRE J., 1981, ~ étude de quelques aspects de l'alternance saisonnière chez les végétaux. Bull. Soc .Bot. Fr.,128, Actual.bot., (2), pp. 7-21

WAREING P. F.,1964 ~ La physiologie de l'arbre dans ses relations avec les qualités des bois. Unasyva N°-73-74-consultation FAO. IUFRO.2002.pp. 1-16.

WINTER, H., AND S.C. HUBER. 2000. Regulation of sucrose metabolism in higher plants:

ZOBEL. B. J. 1964- Amélioration des arbres forestiers par les qualités du bois. *Unasyva*, 18: 89-103.

