

Sommaire

INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	1
----------------------------	---

CHAPITRE 1 : LE VÉGÉTAL (LE PEUPLIER BLANC)
--

1- Le peuplier blanc (<i>Populus alba L.</i>).....	3
1.1-Origine et systématique.....	3
1.2- Caractères botaniques.....	3
1.3- La phénologie de Peuplier blanc.....	7
1.3.1-La floraison	7
1.3.2- La défeuillaison.....	7
1.3.3- La feuillaison.....	8
1.4- Caractères écologiques.....	9
1.4.1- Exigences édaphique.....	9
1.4.1.1- Propriétés physiques des sols.....	9
1.4.1.2- Propriétés chimiques.....	10
1.4.2-Exigences climatiques.....	10
1.4.2.1-La température.....	10
1.4.2.2-La lumière.....	10
1.4.2.3-L'eau.....	11
1.4.2.4- Le vent.....	11
1.5-Aire de répartition du peuplier blanc.....	12
1.5.1-dans le monde	12
1.5.2-En Algérie.....	12
1.5.3-A Tlemcen.....	12
1.6-Intérêt économique des peupliers.....	13

2. le bois du Peuplier.....	14
2.1- définition.....	14
2.2-Propriétés du bois.....	14
2.3-La structure anatomique du bois.....	15
2.3.1-Structure macroscopique	15
2.3.2-Structure microscopique.....	16
2.4- Les facteurs influençant la structure du bois.....	17

CHAPITRE 2 : LE MILIEU D'ÉTUDE

1-Le milieu physique.....	19
1.1-Description des deux sous bassins versant	19
1.1.1-Le sous bassin versant d'Oued Tleta.....	19
1.1.2-Le sous bassin d'oued sebdou.....	20
2- Etude climatique.....	22
2.1- Etude des données Hydrique.....	23
2.1.1- Précipitation moyennes mensuelles et annuelles.....	23
2.1.2- Régime saisonner des précipitations.....	23
2.2- Etude des données thermiques.....	25
2.2.1- Températures moyennes mensuelles et annuelles (T°C).....	25
2.2.2- Températures moyennes des maxima du mois le plus chaud « M »	26
2.2.3- Températures moyennes des minima du mois le plus froid « m »	26
3- Synthèse climatique.....	28
3.1- indice d'aridité de De Martonne.....	28
3.2- Diagrammes Ombrothermiques de Gaussen et Baghnouls	29

3.3-Quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger.....	30
--	----

CHAPITRE 3 : MATÉRIELS ET MÉTHODE

3.1- introduction	32
3.2- Les méthodes de mesures.....	33
3.3- La méthode utilisée (La <i>méthode numérique</i>).....	33
➤ <i>La première étape</i>	34
➤ <i>La seconde étape</i>	35
➤ La méthode utilisée.....	35

CHAPITRE 4 : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

4.1- Détermination de la largeur d'aubier et de bois de cœur.....	39
4.2- Caractérisation biométriques des pores.....	40
4.2.1- La Répartition des pores en fonction de la profondeur.....	40
4.2.2- La taille des vaisseaux.....	42
CONCLUSION GÉNÉRALE	45
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIE.....	46

Résumé :

Le Peuplier blanc appartient à la famille des *Salicacées* qualifié comme un arbre ripicole et d'une croissance rapide. Ce modeste travail a été mené sur l'étude biométrique des vaisseaux du bois de cette espèce, en se basant sur l'approche numérique. Les résultats obtenus par le traitement numérique des images prises sur des coupes de bois montrent que la répartition, la densité et la taille des vaisseaux se décroissent en fonction de la profondeur de l'aubier. Il paraît que le stress hydrique n'a pas d'impact sur la microstructure du bois du peuplier et le seul facteur qui peut affecter ces résultats c'est bien l'âge.

Mots clé : Peuplier blanc, approche numérique, biométrie, aubier, vaisseaux, stress hydrique

Introduction générale

Lorsque le climat impose à la végétation une période d'activité et une période de repos au cours d'une même année calendaire, les arbres élaborent chaque année, à la périphérie de leur tronc, sous l'écorce, un cerne de croissance dont les principales caractéristiques physiques sont la largeur et la densité du bois (**Labioud, 2009**).

Les valeurs prises par la largeur du cerne et la densité du bois varient au cours de la vie de l'arbre, en fonction de facteurs internes (génotype, âge) et des facteurs externes (climat, sol, altitude, exposition, topographie, concurrence, attaque de ravageurs, intervention humaines). Les variations interannuelles de largeur, presque parallèlement reproduites sur tous les sujets d'une même espèce qui se développent sous les mêmes conditions climatiques sont liées aux variations interannuelles du climat (précipitations, températures, hygrométrie) (**Labioud, 2009**).

Les vaisseaux des angiospermes sont des structures hautement spécialisées dans la conduction hydrique. Un vaisseau se forme lorsqu'une file longitudinale de plusieurs centaines, voire plusieurs milliers de cellules dérivées du cambium se différencient dans le même temps et finissent par former un mini pipe-line. Les trachéides forment, dans le bois des conifères surtout mais aussi chez certaines espèces d'angiospermes, à côté des gros vaisseaux, un système conducteur plus compact, les éléments conducteurs étant de petite taille. Ces systèmes permettent de conduire la sève jusqu'à des hauteurs de l'ordre d'une centaine de mètres et sont donc très performants (**André, 2002**).

Concernant l'évolution radiale des éléments conducteurs chez les feuillus, marquée par une augmentation des diamètres des vaisseaux à mesure que l'on s'éloigne vers l'extérieur. (**Detienne, 1988**) et (**Normand, 1998**) notent pour les vaisseaux et chez les feuillus en général, un accroissement en nombre, ainsi qu'une augmentation des diamètres des pores.

INTRODUCTIPON GÉNÉRALE

L'objectif de notre travail est d'étudier :

La réponse de la microstructure du bois du peuplier blanc à savoir (la densité et taille des vaisseaux) au stress hydrique provenant de deux sous- bassin versants.

L'étude de la taille des vaisseaux a été effectuée par des différentes méthodes par fois couteuse. Les nouvelles technologies ont développé des méthodes récentes pour analyser d'une façon minutieuse des corps microscopiques.

Pour l'analyse des images on a opté pour une méthode numérique qui est largement utilisée pour les traitements des images surtout dans les sciences biologiques et médicales en se basant sur des logiciels développées spécialement à ces disciplines.

Dans notre démarche, nous nous sommes basé sur le logiciel *Photoshop Elément 2 d'Adobe System* qui permet de schématiser le plus fidèlement possible les différents constituants du bois à partir de l'image numérisée sur des coupes de bois de peuplier.

Ce modeste travail est composé de 4 chapitres, le premier fait l'objet d'une synthèse bibliographique sur le matériel biologique (*le peuplier*). Dans le second, on a donné un aperçu sur le milieu d'étude. Le troisième a été consacré à la méthodologie du travail .les résultats obtenus sont présentés dans le dernier chapitre.

1- Le peuplier blanc (*Populus alba L.*)

1.1- Origine et systématique

Le peuplier blanc (*Populus alba L.*), ou aube, ou ypréa ou white poplar, est un feuillu à feuilles caduques de la famille des Salicacées. Le nom *Populus alba L.* vient de la couleur blanche argenté lanière, nie du dessous de ses feuilles. Ce peuplier est originaire d'Europe centrale et méridionale et d'Asie occidentale et centrale.

Selon **Augustin (1991)**, la classification de *Populus alba L.* est comme suit :

Embranchement	: Spermaphytes
Division	: Phanerogameae
Sous Division	: Angiospermae
Classe	: Dicotyledonae
Ordre	: <i>Salicales</i>
Famille	: <i>Salicaceae</i>
Genre	: <i>Populus</i>
Espèce	: <i>Populus alba L.</i>
Nom arabe	El haouer El Abiad

1.2- Caractères botaniques

➤ Port

a-Arbre : C'est un arbre de croissance rapide pouvant atteindre 25m de hauteur, rarement 30 m et 1m de diamètre.

b-Tronc : Il a un tronc d'abord tortueux, puis droit (**Photo 1.1**). Comme il peut avoir plusieurs tiges suite au rejet (**Photo 1.2**).

-Jeune tronc : caractérise par une écorce lisse, brillante, sans plaque, lanière, ni feuilles et d'une couleur verdâtre puis blanchâtre à gris argenté.

-Vieux tronc : indiqué par une écorce avec crêtes, mate, sans plaque, sans lanière ni feuille, rugueuse et fissurée d'une couleur brun noirâtre.

c-Cime : Elle est ample (pieds âgés) et irrégulier sphérique (jeune sujet). Les branches sont blanches.



Photo 1.1 : Une seule tige (*populus alba L*) Photo 1.2 : Plusieurs tiges (*populus alba L*)

(Labioud, 2008)

➤ Bourgeons

Les bourgeons axillaires sont ovoïdes, petits (4 à 6 mm) verdâtre, plus au moins tomenteux sur les rameaux court et blanchâtres sur les rameaux longs. En revanche les bourgeons d'hiver sont pointus de couleur marron-brun et constitués par de nombreuses écailles (environ 9). En générale, les bourgeons sont plus au moins aigus et peu visqueux (Dehane, 1997).

➤ Rameaux

Les rameaux sont tomenteux de section circulaire. D'après Dehane (1997) On distingue deux types des rameaux :

a-Rameaux longs et vigoureux : sont d'un vert clair à foncé avec un duvet blanc, assez droit, de section ronde. Ils sont nombreux, très longs et pouvant atteindre jusqu'à 50cm (pied femelle).

b-Rameaux court : sont d'un gris argenté, faiblement pubescente, plus ou moins tortueux, formé de plusieurs cicatrices foliaires serrées (pied mâle).

➤ Feuilles

Les feuilles sont très polymorphes chez les mêmes individus ou pieds différent. Elles sont en général vertes foncées, vertes sombres sur le dessus et blanches tomenteuses sur le dessous. Les feuilles des branches les plus longues et vigoureuses sont sinueuses ou lobées dentées. Elles sont serrées en touffes (sur les rameaux courts) ou espacées (rameaux longs) (Dehane, 1997).

-Le pétiole est rond cylindrique de 5 à 9cm. Il est blanc, très pubescent (rameaux longs et jeunes feuilles), vert à vert jaunâtre, plus ou moins cotonneux (rameaux courts et feuilles âgées).

-Le limbe ovale ou orbiculaire, sur les rameaux longs est formé de 3 à 5 lobes, aux bords dentés, très tomenteux de grandes dimensions (7 à 10cm sur 5 à 7cm). En l'occurrence, sur les rameaux court, il est arrondi, elliptique, légèrement denticulé, de dimension (6 à 8cm sur 3 à 4cm).

-Sur les pieds femelle, il est de petite taille sur les deux rameaux (5 à 6cm sur 3 à 4cm) et assez allongé. Elles ont toutes une face inférieure duveteuse.

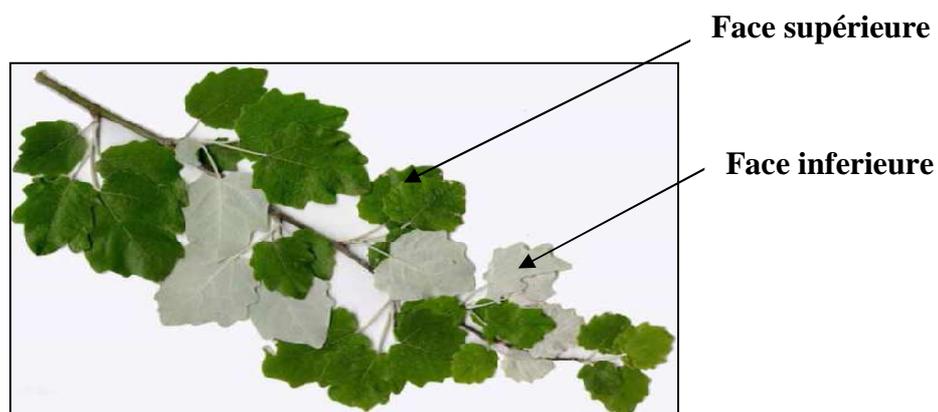


Photo 1.3 : Feuille de *populus alba L*

(Stéphane et al, 2009)

➤ Fleurs

Les fleurs unisexuées (espèce dioïque) sont réunies en chatons : les mâles ont de (8 à 10cm) et des anthères d'abord pourpres, puis jaunes ; les femelles, plus courtes, ont des stigmates roses. Du fait que les fleurs unisexuées sont portées sur des plantes différentes, il y a des individus mâles et femelles : les premiers ont une cime plus pyramidale d'un vert plus intense ; les femelles ont un port plus évasé et un plus petit nombre de bourgeons floraux. Selon **Chardenon (1982)**, les chatons tombent par terre une fois le pollen est dispersé.



Photo 1.4 : Les chatons mâles



**Photo 1.5 : Les chatons femelles
(labiod, 2008)**

➤ Fruits

Les fruits sont en forme de capsules à deux valves, de 3 à 4cm vert puis jaune-brun à maturité contenant de petites graines qui portent de poils cotonneux.

➤ Graines

Elles se présentent sous forme de capsules très petites (1mm), entourées de poils blancs donnant l'aspect d'un coton.

➤ Racines

Les racines sont d'abord pivotantes puis menues de longues racines superficielles. Elles sont en parfaite liaison avec la nature du sous-sol, soit pour atteindre la profondeur de la nappe d'eau, soit exploité de la terre meuble et fertile.

1.3- La phénologie de Peuplier blanc

1.3.1- La floraison :

La floraison a lieu souvent en hiver. Les bourgeons à fleurs des pieds mâles commencent à débourrer en général à partir du mois de Janvier (4^{ème} semaine) et arrivent a terme entre la fin Février. Durant cette phase, les arbres recouvrent des chatons deviennent blanc neige.

La floraison des arbres femelles peut être assimilée à la fructification en revanche. Sous le climat méditerranéen, les arbres femelles rentrent en floraison plus tardivement en donnant naissance a des chatons grêles. De ce fait, elle débute au mois de février des la deuxième semaine, et se poursuit jusqu'à mois de Mars (**Labioud, 2001**).

Les chatons mâles se dessèchent et tombent par terre après peu de temps une fois le pollen est dispersé et les étamines arrivées a maturité. Par contre, les chatons femelles peuvent rester fixés aux rameaux jusqu'à au début de Juillet.

Les fruits apparaissent au début de Mars et libèrent deux capsules contenant des graines duveteuses. On compte environ 100 à 300 capsules par chaton (**Dehane, 1997**)

1.3.2- La feuillaison :

Les périodes de la feuillaison varient selon les clones et les cultivars, elles changent d'une saison à l'autre. Selon les conditions climatiques locales. Néanmoins, la formation complète des feuilles demande une vingtaine des jours (**Chardenon, 1982**).

La feuillaison est un caractéristique phénologiques très importants dans la vie des arbres. La feuille par son rôle physiologique contribué a l'accroissement des arbres aussi en hauteur qu'en largeur et par conséquent a la production ligneuse (**Labioud, 2001**).

D'une manière générale, la feuillaison chez le peuplier s'effectue peu après la floraison dans le courant des mois de Février à Avril. Elle est précédée par une série des stades :

1. Apparition de petits bourgeons terminaux
2. Gonflement proprement dit et apparition des feuilles a leurs sommets
3. Apparition des feuilles encore enroulées
4. Déploiement des feuilles

Sur les pieds mâles : ces bourgeons commencent à débousser à partir de première semaine de Février, jusqu'à la première semaine d'Avril. Cette opération donne naissance a un amas de petites feuilles très duveteuses, l'éclatement des bourgeons terminaux s'étale jusqu'en été (Juillet- Août) par contre le dépoilement complet des feuilles des rameaux se poursuit au Printemps et atteint son intensité en été (Août). Selon **Chardenon (1982)** avec un hiver très froid, la feuillaison interviendrait 10 jours après la floraison, si la température était de l'ordre de 15°C.

Sur les pieds femelles : le débousserment s'effectue à partir de la 2^{ème} semaine de Février. Il atteint son maximal entre la 4^{ème} semaine de Février et la 2^{ème} semaine de Mars. Les feuilles qu'en résultent continuent leur croissance et deviennent adultes en été (Août) (**Dehane, 1997**).

1.3.3- La défeuillaison :

Les peupliers sont des arbres à feuilles caduques. La chute des feuilles tous sexes confondus débute cependant en automne à partir de la deuxième semaine d'Octobre. Les feuilles commencent à jaunir et à se détacher de leur rameau progressivement jusqu'à atteindre le niveau de la défeuillaison complète, à l'approche de l'hiver au mois de Décembre (**Dehane, 1997**). On signale que certains arbres âgés gardent toute fois partiellement leur feuillage jusqu'à la nouvelle saison.

1.4- Caractères écologiques

1.4.1- Exigences édaphique

Il est difficile de définir un sol à peuplier, surtout sa composition chimique car elle dépend surtout de la disponibilité des éléments de leur composition en complexe absorbant, de leur forme chimique, des conditions d'humidité etc....

Dans ce qui suit nous donnons en général les propriétés d'un sol apte au populiculteur.

1.4.1.1- Propriétés physiques des sols

Les caractéristiques culturales d'un sol sont en liaison avec la finesse qui le constitue, et la répartition en pourcentage entre les éléments grossiers, les sables, les limons et les argiles. C'est ce qu'on appelle la texture du sol. D'après **Duchauffour (1983)** les sols à peuplier se classent en 3 groupes :

1-Sols à hydromorphie permanente : profil général AL- AG- OG dans ce type de sol on trouve :

- Des sols alluviaux : nappent (0-3m) à forte oscillations, eau en mouvement avec aération.
- Les Gley : faible oscillation, nappe (0-1m) eau peu remontée, aération variable.
- Sol à nappe superficielle : oscillation de la nappe inférieure à (0-50m) eau stagnante réductrice.

2-Sols à hydromorphie temporaire : Ce sont les pseudo-Gley, en principe ils ne conviennent pas au peuplier ce sont des sols asphyxiants en saison pluvieuse et desséchants en saison estivale.

3- Les sols non hydromorphie : sols bruns forestiers, sols lessivés.

1.4.1.2- Propriétés chimiques

Selon **Charderon (1982)**, le peuplier manifeste un bon comportement sur des sols au voisinage de la neutralité et un peu au dessus sur de ph 6.5 à 7.8 mais il peut être rencontré sur des terrains à réaction acide ou le ph est de l'ordre de 5.

Selon la même hauteur les analyses des sols à peupliers effectuées sur les terrains de diverses natures, nous à permis de définir les meilleurs sols qui ont les caractéristiques suivantes :

- Une profondeur de plus de 1.50 m, la nappe doit être de 1 jusqu'à 2.50 m de profondeur, le sol doit être équilibré : 50 à 70% de sable, 30 à 50% de limon plus argiles. Il doit être d'une richesse suffisante en azote, en phosphore et en potassium.

1.4.2- Exigences climatique

1.4.2.1- La température

D'après les recherches de (**Vibie in oussakine, 2008**) les meilleures accroissements en été obtenu lorsque la température de l'air oscille entre 26 °C et 28°C et celle du sol entre 18°C et 22°C.

Les températures basses, au dessous de 0°C peuvent être nuisibles en saison des gélivures, provoquant une dépréciation du bois (**Bessafa, 1984**). (**Pourtet, 1961**) considère une température de l'ordre de moindres vingt degrés (-20°C) comme étant dangereuse pour les peupliers.

1.4.2.2- La lumière

Les peupliers sont des essences très exigeantes en lumière et ne se développent qu'en plein découvert. (**Kralonlinski in Zabielski, 1978**) a prouvé que le minimum de la lumière nécessaire pour assurer les fonctions vitales du peuplier noir est de 1/11^{ème} du rayonnement globale. Il est de 1/15^{ème} pour le peuplier blanc. Selon la même hauteur, le rythme biologique du peuplier dépend du régime photopériodique. Le débourrement, la floraison, la fructification et défeuillaison lui sont liés. En revanche, quoique les peupliers demandent beaucoup de lumière, une trop grande

insolation en été peut être néfaste parce qu'elle favorise la nécrose de l'écorce et des gélivures en hiver.

1.4.2.3- L'eau

Le peuplier est très exige en eau à cause d'un coefficient exceptionnellement élevé de transpiration, **souler (1988)** estime que pour fabriquer un kilo de matière sèche le peuplier consomme 500 litre d'eau, chiffre deux fois supérieure à celui d'un résineux.

Au cours de la période végétative, ce besoin est entièrement satisfait, si le peuplier dispose d'une nappe phréatique se situant à plus de 50 cm de profondeur et à moins de 25cm. Des mesures effectuées par **Labiod en 2009** sur le peuplier blanc de 36 cm de diamètre, ont montré que la consommation moyenne était de 89 litres par jour.

1.4.2.4- Le vent

La plupart des peupliers sont résistants aux effets du vent du fait de leur système racinaire profond et solide. **Taris (1966)**, remarque que les peupliers souffrent du vent, quoiqu'on les utilise beaucoup comme brise vent. L'influence du vent provoque le développement asymétrique des racines, la rupture des fibres ligneuses. D'autre part, c'est l'élagage qui permet de corriger la résistance des arbres au vent.

1.5- Aire de répartition du peuplier blanc

1.5.1- dans le monde :

Les peupliers blancs sont répartis entre le 30^{ème} et le 50^{ème} parallèle en Euro-Asie et en Afrique du Nord. La plus grande partie de leur aire est circumméditerranéenne (Aouissi, 1993).

A l'état sauvage, sont plus particulièrement méridionales (Rol et Jacamon, in oussakine, 2008). *Populus alba* L a une aire de dispersion qui couvre l'Europe centrale et méridionale, et tout le parcours du bassin méditerranéen. Il habite l'Espagne et le Nord de l'Afrique (Leutreuch-Belarouci, 1991).

1.5.2-En Algérie :

Il est très disséminé dans le pays de l'Est à l'Ouest. On le retrouve jusqu'à Aflou où la pluviosité n'est que 250mm/an, mais bénéficiant de la nappe phréatique. Dans le Sud près de Biskra où la salure est importante, il est mélangé avec le Tamarix, l'Auriez rose, et les Saules (Leutreuch-Belarouci, 1991).

- *Populus alba* L.var.heckeliana (Dode) Maire est endémique Nord Africaine assez répandue dans la zone Tellienne et les Aurès (Maire, 1961) et (Quezel et Santas, 1962).
- *Populus alba* L.var.subinteggerima Lange : s'étend jusqu'à l'Atlas saharien, supportant la sécheresse et les températures basses et peut monter jusqu'à 1200m (Maire, 1961).

1.5.3-A Tlemcen

Dans la région de Tlemcen il existe une variété (endémique) de peuplier blanc : *Populus alba* L.var. heckeliana (Dode) Maire que l'on retrouve à Sidi Medjahed le long de l'oued Tafna (Djazouli, 1996). Cette variété est représentée par deux formes.

La forme Lanceolata présente à la Hawita aux environs de Tlemcen vers Ain Fezza et le long de l'oued Soummam.

La forme *Microphylla* a été constatée à 500m d'Ain Fouazez (Tlemcen) et le long d'oued Sebdou entre le village et le barrage.

1.6-Intérêt économique des peupliers

Les peupliers sont devenus depuis la seconde guerre mondiale des essences à croissance rapide de troisième grandeur, après les conifères et *Eucalyptus*. L'objectif de ce développement est assigné à la production massive du bois à des fins industrielles avec un maximum de rentabilité.

Les grumes de peuplier sont utilisées comme des bois d'œuvre, soit par sciage, soit par déroulage. Les meilleures billes (de gros diamètre et sans nœuds) vont exclusivement au déroulage. Les feuilles résultantes de ce mode de débit sont utilisées pour la fabrication des panneaux contre plaqués, d'emballages agricoles et alimentation comme les caisses et les palettes pour fruits et légumes, boîtes de fromage, etc....ainsi les allumettes.

Cependant, le secteur des emballages constitue l'essentiel du marché du bois de peuplier malgré la concurrence du carton et des matières plastiques.

Par ailleurs, sur le plan chimique, le peuplier blanc en particulier renferme un pourcentage d'alpha cellulose de l'ordre de 60% (**Aouissi, 1993**). Il se classe d'après cette même hauteur parmi les essences les plus riches en cellulose d'où son usage en papeterie est prometteur. Dans les industries papetières, le bois de peuplier donne un papier de qualité courante.

Pour la beauté de son port serait de grande valeur dans la création d'espaces verts même dans les régions sèches du pays. Par ailleurs, dans certains pays depuis longtemps, les feuilles et les jeunes rameaux sont utilisés dans l'alimentation du bétail (**Chardenon, 1982**).

2. le bois du Peuplier

2.1- définition

Le bois est un ensemble de tissus de soutien et de conduction de la sève brute dans les tiges et les racines caractérisé par la présence d'éléments conducteurs (**Normand, 1998**).

La définition du bois la plus scientifique est celle donné par **Venet (1986)** : « le bois est un ensemble de tissus d'origine secondaire, à parois lignifiées, résultant du fonctionnement vers l'intérieur de l'assise génératrice cambiale ».

2.2-Propriétés du bois

Le bois a un certain nombre de propriétés qui le différencie des autres matériaux, il se caractérise selon **Haddad (1989)**.

- Une faible densité entre 0.1 et 1.3 (alors que les métaux et alliages se situent entre 1.8 et 2.2)
- Une très bonne résistance dans le sens longitudinal.
- Une interaction prononcée avec l'humidité, facteur essentiel des propriétés physiques et mécaniques et des caractéristiques dimensionnelles.
- Une bonne résistance à l'oxydation, mais une faible résistance à l'action biodégradable des organismes vivants.
- Une forte porosité 20 à 90 % due au caractère de ces matériaux.
- Une variabilité importante de l'ensemble des propriétés à tous les niveaux, dans même essence de bois, entre peuplements forestiers, entre individus datés d'un stock génétique différent, dans un même peuplement, entre le cœur et l'aubier, entre le bois produit au printemps et celui d'été.

2.3-La structure anatomique du bois

2.3.1-Structure macroscopique :

Selon **Louis Etienne (2006)**, Le bois forme l'essentiel du tronc et des branches. Il est constitué (voir section transversale d'un tronc) de :

- **Le cœur ou moelle** : partie la plus centrale de l'arbre. Importante dans les jeunes pousses, elle disparaît souvent avec l'âge pour ne laisser qu'un canal de faible section. Le cœur est un ensemble de tissus spongieux qui évoluent en vieillissant.

- deux parties concentriques plus ou moins distinctes qui sont **l'aubier** (zone claire périphérique externe) et **le Duramen** (zone centrale plus foncée constituée de cellules physiologiquement mortes).

- **Le cambium** : c'est l'assise génératrice qui donne naissance au bois et au liber secondaires (cambium interne) et au liège (cambium externe). Le liber (phloème) comporte un ensemble de vaisseaux dans les quels circule la sève élaborée. Le liber forme la partie interne "vivante" de l'écorce.

- **L'écorce** : elle revêt l'arbre et constitue une couche protectrice. Celle-ci est empreinte d'une substance imperméable, la "subérine" (liège), qui protège les couches internes.

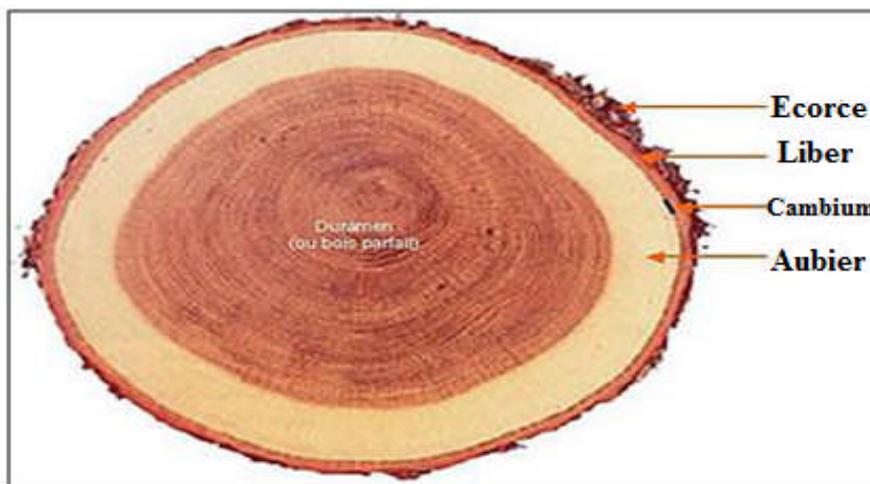


Photo 1.6 : Coupe transversale d'un tronc d'arbre

(Louis Etienne, 2006)

2.3.2-Structure microscopique :

D'après le même Auteur, les bois feuillus sont plus complexes que les bois résineux. Ils sont constitués de différents types de cellules qui sont très variables en taille et en forme. Pratiquement tous les bois feuillus contiennent des vaisseaux, des fibres, des parenchymes longitudinaux et des rayons parenchymes (**Photo 1.7**).

2.3.2.1-Les vaisseaux

Les vaisseaux de dimensions et de répartition variables dans le cerne, organisés en longues files (de quelques décimètres à plusieurs mètres) qui assurent l'ascension de la sève brute depuis les racines jusqu'aux feuilles. Dans le cas du Peuplier, on parle de bois à pores diffus : les vaisseaux (et les fibres également) ont à peu près le même diamètre tout au long de l'accroissement annuel et sont répartis uniformément. Il peut appartenir aux bois à zone semi-poreuse où les vaisseaux de diamètre constant ont tendance à être plus nombreux dans le bois initial que dans le bois final.

2.3.2.2-Les rayons ligneux :

Les bois feuillus peuvent présenter des rayons de forme les plus diverses. Unisériés dans le cas du peuplier, le volume occupé par les rayons est variable selon les espèces et varie de 10 à 30% des tissus.

2.3.2.3-Le parenchyme :

Tissus composé de cellules typiquement en forme de brique ou isodiamétriques avec des ponctuations simples ; formé dans le bois à partir des initiales fusiformes par les divisions transversales ultérieures des cellules filles (parenchyme axial) ; à partir des initiales de rayon (parenchyme de rayon).

2.3.2.4- Les trachéides verticales :

Cellules allongées, leur proportion dans le tissu fibreux est faible ; elles portent des ponctuations aréolées à orifice lenticulaire ou en fente.

2.3.2.5-Les fibres libriformes :

Elles sont fusiformes ; leurs ponctuations sont en général simples ; certaines sont septées.

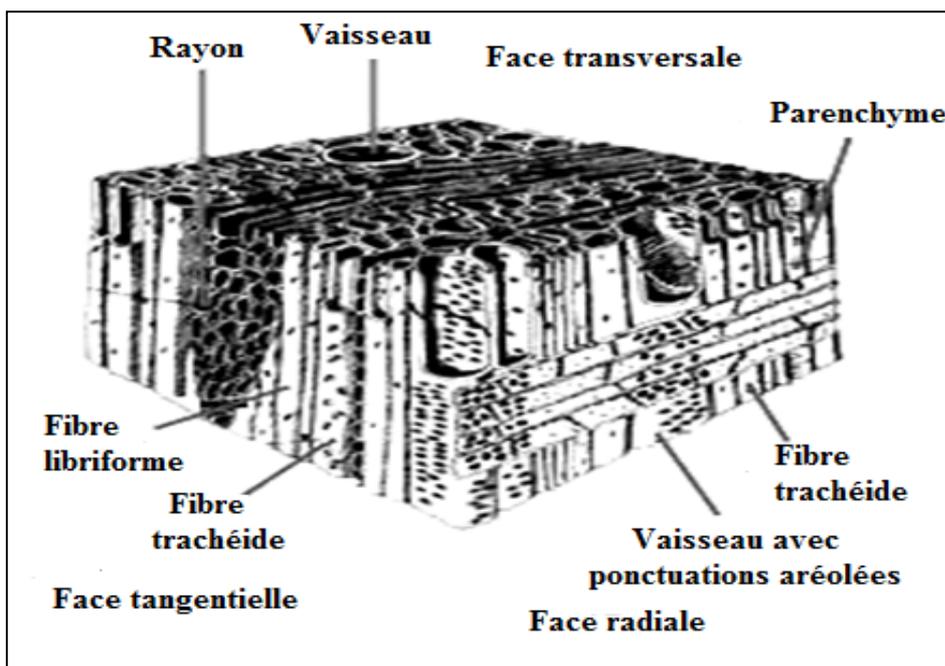


Photo 1.7 : Organisation cellulaire d'un bois feuillus

(Louis Etienne, 2006)

2.4- Les facteurs influençant la structure du bois :

Ces facteurs sont de cinq sortes (POPOV, 1980)

2.4.1- La nature du sol

En sol pauvre l'accroissement est plus faible qu'en sol fertile.

2.4.2- L'exposition

Les versants montagneux exposés au Nord Fournissent un bois plus serré dû à l'écourtement de la période végétative.

2.4.3- Les conditions atmosphériques

Le climat chaud : la chaleur n'a pas d'influence néfaste si l'apport d'eau est suffisant. Dans les régions où l'humidité est constante, la croissance ne subit pas d'interruption et les limites entre les couches annuelles sont peu distinctes.

Le climat froid et l'altitude produisent les mêmes effets qu'une exposition Nord à une altitude moindre.

Les causes accidentelles : une année exceptionnellement sèche entraîne un

ralentissement de l'activité végétative, l'épaisseur de la couche annuelle correspondante s'en trouve réduite.

2.4.4- Le traitement forestier

En Europe, le régime de futaie est le plus favorable pour la production de bon bois d'œuvre, aux couches fines et régulières.

Dans le régime de taillis sous futaie, aux années de coupe de taillis correspondent des couches annuelles fortement épaisses, dues au brusque dégagement des arbres de futaie.

Les arbres poussés en isolés ont un bois nerveux aux larges accroissements annuel.

2.4.5- L'âge de l'arbre

Passé l'âge de la maturité de l'arbre, l'activité végétatives se ralentie et il ne forme plus que des couches périphériques minces.

1-Le milieu physique

1.1-Description des deux sous bassins versant

1.1.1-Le sous bassin versant d'Oued Tleta

Le sous bassin versant d'oued Tleta couvre une superficie de 97.04ha, il fait partie du grand bassin versant d'Oued Ghazouanah (El Marsa), (**figure 2.1**).

D'après le quadrillage de Lambert de la carte topographique 1/25000 notre périmètre d'étude se trouve entre les coordonnées suivantes :

$$X_1= 610.00 \text{ km} \qquad Y_1=3870 \text{ km}$$

$$X_2= 608.00 \text{ km} \qquad Y_2= 3884 \text{ km}$$

D'après l'étude menée par (**Capoline in Ouasti, 2010**), la lithologie de bassin versant d'Oued Tleta est constitué de grés 30km² perméable ; granit 12km² imperméable ; marnes 10km² semi perméable ; croutes calcaires 28km² perméable; tufs 10km².

Le bassin versant de Oued Tleta est dominé les terrains alluviaux se caractérisent par les basses vallées sont des sols légers bien drainés qui se prêtent aux cultures maraîchère et d'autre terrain de sol en équilibre portent des végétaux buissonnants, le sud de sous bassin versant supportant en général les prairies et le développement de la céréaliculture. Il occupe aussi des formations calcique humifères occupent la partie Est-Ouest de bassin et des sols insaturé couvrent quelques ilots a l'Est de périmètre (**Durand, 1954**).

Le réseau hydraugraphique du sous bassin d'Oued Tleta est représenté par des cours d'eau plus au moins important on cite : Oued Takriset, Oued El Mrakha, Oued Sbais, Oued Bouhadjil, Oued Bou Touil, ainsi que d'autre petits affluents qui prennent naissance dans les massifs des traras et de Filleoussen. Ces cours d'eau se creusent dans des terrains de texture et de structure différentes, et se réunissent aux environ de Khoriba a une altitude de 137m (**Ouasti, 2010**).

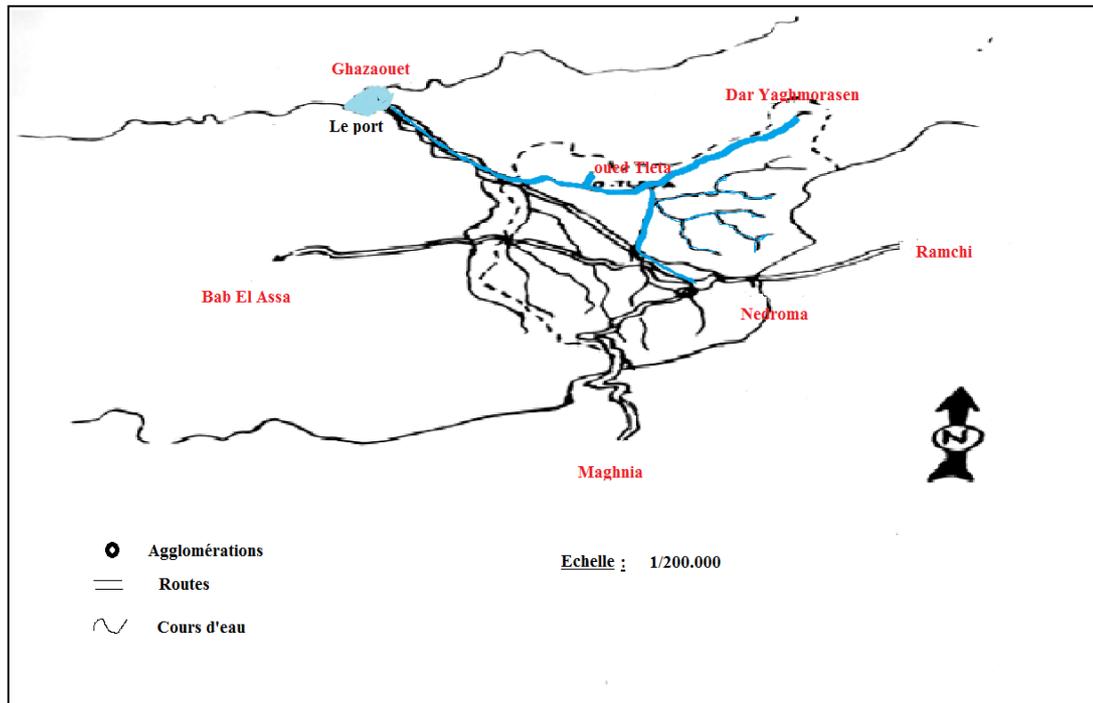


Figure 2.1: Carte de situation géographique de bassin versant d'Oued Tleta
(Ouasti, 2010)

1.1.2-Le sous bassin d'oued sebdou

Le sous bassin versant d'oued Sebdou occupe une superficie de 256km² prend sa source du grand bassin versant de la Tafna, (**Figure 2.2**).

D'après (**Ghenim, 2008**), le sous bassin de Oued Sebdou s'inscrit entre les coordonnées Lambert suivant :

X1 : 114.00 km	Y1 : 146.10 km
X2 : 152.20 km	Y2 : 173.10 km

Sa lithologie dominée par des terrains calcaires essentiellement Karstiques, comporte aussi des sols alluvionnaires au niveau de la cuvette de Sebdou d'où émergent de nombreuses sources et des croûtes marno-gréseuses et calcaireo-gréseuses ou marno-gréseuses ainsi que des argiles de calcification où l'on retrouve un couvert forestier bien développé et localisé surtout dans la partie du bassin la plus forte en pente (**Benest et Elmi, 1987**).

La végétation dans le bassin reste étroitement liée à la pluviométrie. En effet, dans le secteur sud, les zones en cours de reboisement et les forêts claires occupant (21.78% de surface) ainsi que le couvert mort dominant avec un taux de 10%. Ce type de couvert végétal qui protège mal la texture du sol contre les agents de l'érosion, correspond à la partie du bassin où la pente dépasse 25%. Celle-ci constituerait une zone où l'activité érosive serait très importante (**Bneder in Labiod, 2009**).

Oued Sebdou prend naissance à Ouled Ouriache et se creuse dans des formations Jurassiques principalement carbonatées qui peuvent atteindre 1465 m d'altitude. Il draine le sous bassin sur une longueur de 29 km et se jette dans la cuvette du barrage Béni Bahdel (**Labiod, 2009**).

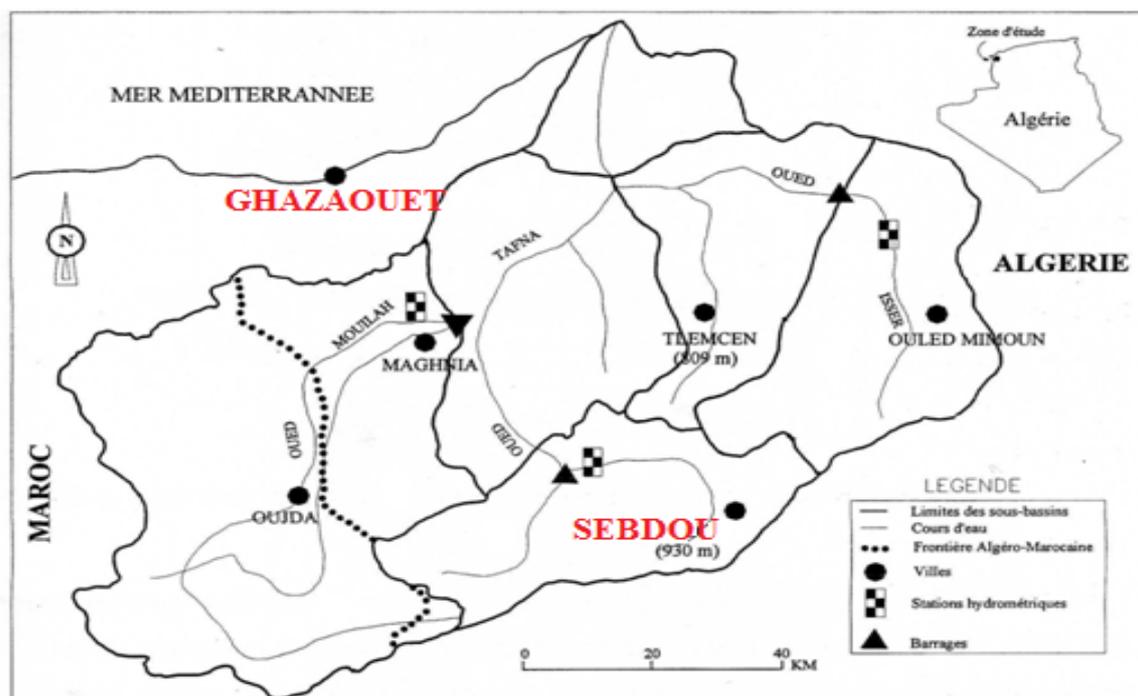


Figure 2.2: carte de localisation géographique du sous bassin de Sebdou
(Labiod, 2009)

2- Etude climatique

Le climat est considéré comme le facteur indispensable pour toute étude écologique. D'après (Greco, 1966) « le climat est l'ensemble des actions de l'atmosphère : humidité, pluie, température, vent. C'est l'élément sur lequel l'homme n'a aucune influence direct (sauf le cas particulier des irrigations). C'est un facteur de développement des plantes et contribue à la formation et l'évolution du sol ».

La région de Tlemcen, est l'influence du climat méditerranéen qui dépend des courants atmosphériques alimentés par le déplacement de l'anticyclone des Açores ce qui engendre :

- Une période froide et humide de courte durée : l'hiver début de printemps
- Une période chaud et sèche de longue durée : l'été et automne (Emberger, 1956).

Nous avons choisi deux stations météorologiques les plus proches de notre zone d'étude avec les caractéristiques suivantes :

Tableau 2.1 : caractéristiques des stations retenues météorologiques

Station	Longitude	Latitude	Altitude (m)	Période
Ghazaouet	1° 52' W	35° 65' N	83	1996-2006
Sebdou	1° 19' W	34° 38' N	930	1940-2006

2.1- Etude des données Hydrique

D'après (Lehouerou et al, 1977), (Djebaili, 1978) et (Aime, 1991), considèrent que le facteur eau qui constitue les précipitations représente la source hydrique pour la végétation, et conditionne le maintien de la distribution de cette dernière sur le globe terrestre d'une part, et d'autre part la perturbation des écosystèmes par le phénomène de la sécheresse ou d'érosion.

La précipitation c'est la quantité d'eau qui tombe et qui forme la tranche ou la lame pluviométrique. Elle évalué en mm par jour, par mois ou par an.

2.1.1- Précipitation moyennes mensuelles et annuelles :

La quantité moyenne mensuelle et annuelle, est l'un des paramètres qui permet de caractérisée le climat. Les données de précipitation des deux stations étudiées sont illustrées dans le tableau (2.2).

Tableau 2.2 : précipitations moyennes mensuelles (mm)

Station	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D	Total
Ghazaouet (1996-2006)	45.74	45.27	36.68	28.45	27.3	1.39	0.3	4.98	12	32.29	70.76	41.22	346.38
Sebdou (1940-2006)	54.4	63.4	74.2	59	42	12.8	4.6	4.1	13.9	28.53	46.3	64.6	468

(Pour ghazaouet: ONM, 2006 et Sebdou: ANRH, 2006)

D'après le tableau (2.2) et la figure (2.3), (2.4), on remarque que les mois les plus arrosées s'étend du mois de Novembre jusqu'à Mais. Le mois de Juillet et août restent toujours les plus secs (0.3mm) pour la station de Ghazaouet et (4.1mm) pou station de Sebdou.

2.1.2- Régime saisonner des précipitations :

Musset (1935) a défini le premier la notion du régime saisonnier. Il a calculé la somme de précipitations par saison et a effectué le classement des saisons par ordre de pluviosité décroissante.

La distribution saisonnière des pluies diffère d'une forêt à l'autre, Le tableau ci-après représente le régime saisonnier des précipitations des deux stations :

Tableau 2.3 : Régime saisonnier des précipitations des deux stations

Station	Période	Régime saisonnier				Type
		Hiver	Printemps	Eté	Automne	
Ghazaouet	1996-2007	132.23	92.43	6.67	115.05	HAPE
Sebdou	1940-2007	182.4	175.2	21.5	88.73	HPAE

A travers le tableau ci-dessous, nous remarquons qu'en zone montagneuse, le régime saisonnier des précipitations est de type (HPAE). Ceci indique que l'hiver pluvieux mais avec un apport plus important des pluies en saison printanière.

En zone littorale à ambiance maritime, le régime saisonnier change et devient alors de type (HAPE). Ceci explique que le maximum des pluies est concentré en hiver et en automne et avec un degré moindre en printemps. Ce régime correspondant plus au moins à la bonne croissance des arbres.

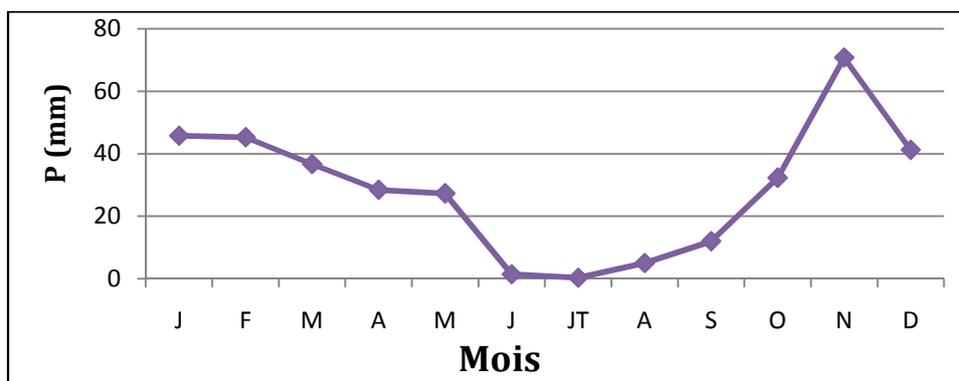


Figure 2.3: Courbe des variations moyennes des précipitations de la période allant de 1996-2006 dans la station de Ghazaouet

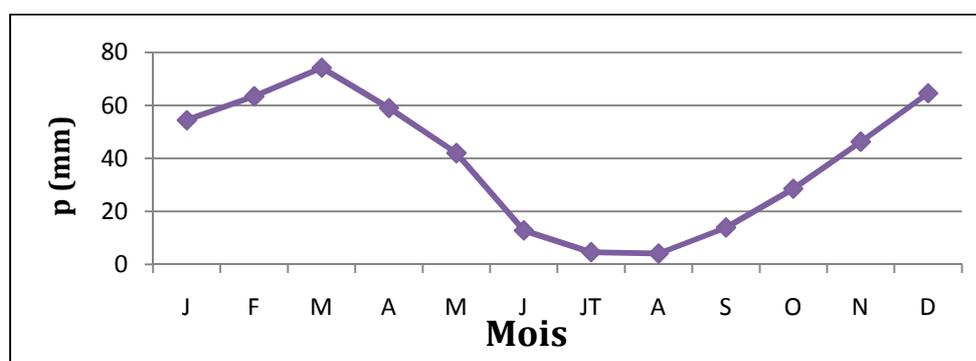


Figure 2.4: Courbe des variations moyennes des précipitations de la période allant de 1940-2006 dans la station de Sebdou

2.2- Etude des données thermiques

Les paramètres thermiques jouent un rôle déterminant dans la vie végétale. En effet la température est considérée comme le facteur écologique fondamental. Ainsi, elle intervient dans le déroulement de tous les processus biologique. Elle contrôle la croissance, la reproduction, la survie et par conséquent la répartition géographique, générant les paysages les plus divers (Soltner, 1992).

Les températures sont nécessaires dans la détermination du climat régional à partir des valeurs des moyennes annuelles « T » et mensuelles et les valeurs moyennes des minima du mois le plus froid « m » et des maxima du mois le plus chaud « M ».

2.2.1- Températures moyennes mensuelles et annuelles (T°C):

Les données de la température moyennes mensuelles et annuelles des deux stations, sont consignées dans le tableau (2.4) et les figures (2.5), (2.6).

Tableau 2.4 : Températures moyennes mensuelles (°C)

Station	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D	Moy
Ghazaouet (1996-2006)	16.04	15.78	16.69	18.07	21.42	24.8	27.72	28.56	26.38	22.4	18.26	16.03	21.01
Sebdou (1940-2006)	9.5	10.5	12.5	14.5	18	22.5	26.5	26.5	23.5	18	13.5	10	17.12

(Pour Ghazaouet: ONM, 2006 et Sebdou: ANRH, 2006)

D'après le tableau on constate que les températures moyennes annuelles en littoral sont de l'ordre de 21°C, contre 17°C à Sebdou. Le mois le plus chaud pour la station de Ghazaouet enregistrée dans le mois d'Aout (28.56°C) et (26.5°C) pour la station de Sebdou, par contre le mois de Février est plus froid avec (16.04°C) pour la station de Ghazaouet et le mois de Janvier avec (9.5°C) pour celle de Sebdou.

2.2.2- Températures moyennes des maxima du mois le plus chaud « M » :

Le tableau suivant regroupe les différentes températures maximales enregistrées dans les deux stations.

Tableau 2.5: Valeurs thermiques moyennes maximales en (°C)

Station	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D	Moy
Ghazaouet (1996-2006)	20.44	21.76	21.45	22.55	25.66	28.16	30.88	32.22	30.78	26.38	22.44	20.8	25.29
Sebdou (1940-2006)	14	16	18	20	24	29	34	34	30	24	18	15	23

(Pour ghazaouet: ONM, 2006 et Sebdou: ANRH, 2006)

Il ressort de cette tableau les maxima sont enregistrées au mois d'août pour les deux stations. En l'occurrence en littoral (Ghazaouet), Les valeurs de 32.22°C et Sebdou 34°C. Cela est le fait de l'influence maritime qui compense en partie la menace de sécheresse en maintenant une atmosphère humide favorisent les phénomènes de condensations et de rosées.

2.2.3- Températures moyennes des minima du mois le plus froid « m » :

Le tableau (2.6) illustre la répartition des températures moyennes minimales des deux stations.

Tableau 2.6: Valeurs thermiques moyennes minimales en (°C)

Station	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D	Moy
Ghazaouet (1996-2006)	11.64	9.8	11.94	13.6	17.19	21.44	24.57	24.9	21.98	18.42	14.09	11.26	16.73
Sebdou (1940-2006)	5	5	7	9	12	16	19	19	17	12	9	5	11.25

(Pour ghazaouet: ONM, 2006 et Sebdou: ANRH, 2006)

D'après le tableau ci-dessous, nous remarquons que les valeurs « m » de Ghazaouet sont nettement supérieures à celles de Sebdu. Elles affichent respectivement au mois de 9.8°C contre 5°C. Cette différence est due essentiellement au bourrelet montagneux de l'Atlas Tellien qui s'oppose aux courants maritimes. Ainsi la zone montagneuse est sujette au gel.

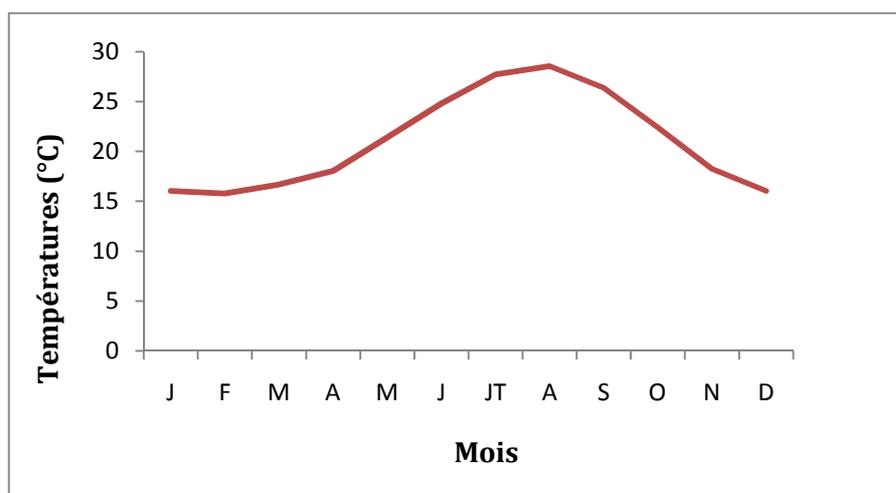


Figure 2.5: Variations des températures moyennes mensuelles Ghazaouet (1996-2006)

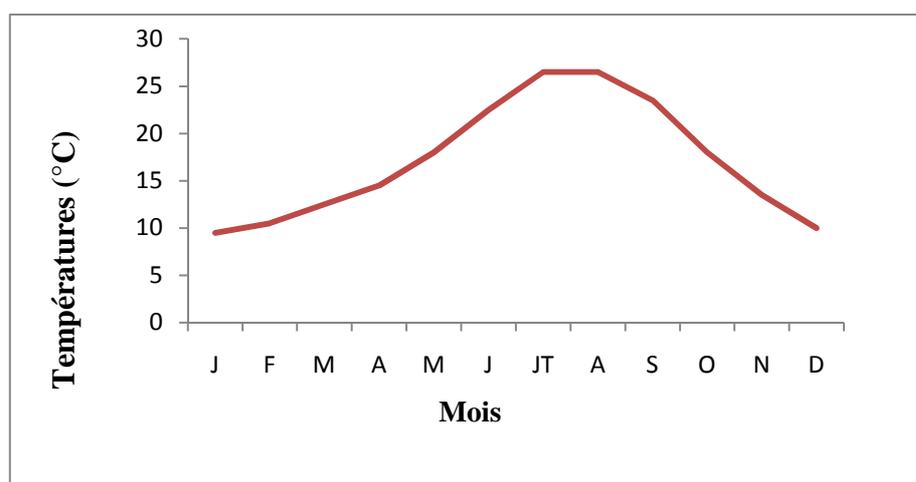


Figure 2.6: Variations des températures moyennes mensuelles Sebdu (1940-2006)

3- Synthèse climatique

La synthèse des données climatiques, nous permet de décrire les caractéristiques du climat qui règne dans les deux stations. Elle fait appel à plusieurs indices calculés à partir de deux principaux paramètres climatiques ; la température et les précipitations.

3.1- indice d'aridité de De Martonne

En se basant sur des considérations essentiellement géographiques, De Martonne (1926) a défini l'aridité du climat à l'échelle annuelle par la formule :
 $I = P/T + 10$

Où : I : indice d'aridité annuelle

P : précipitation moyenne annuelle (mm)

T : température moyenne annuelle (°C)

Cet indice caractérise par l'intensité de sécheresse en fonction des étages bioclimatiques de la méditerranée. Lorsque :

$I < 10$: le climat est très sec

$10 < I < 20$: le climat est sec

$20 < I < 30$: le climat est humide

$I > 30$: le climat est très humide

Tableau 2.7: Indice d'aridité

Station	P (mm)	T (°C)	I (mm/°C)
Ghazaouet	346.38	21.01	11.16
Sebdou	468	17.12	17.25

D'après ce tableau on remarque que l'indice de De Martonne calculé s'inscrit entre 10-20 et le climat sec pour les deux stations étudiées.

3.2- Diagrammes Ombrothermiques de Gausсен et Bagnouls

Pour (Gausсен et Bagnouls, 1953), un mois sec et celui ou le total de la moyenne des précipitations exprimée en (mm) est inférieures ou égale au double de la température exprime en (°C). Cette relation permet de tracer des diagrammes pluviométrique sur les températures ont été portée à une échelle double que celles des précipitations la formule s'écrite : $P < 2T$ OU $P/T < 2$.

Pour nôtres stations, le diagramme ombrothermique tracé à partir des températures moyennes et des précipitations enregistrées fait ressortir deux saisons bien distinctes :

- Pour la station de Ghazaouet on a 8mois de sécheresse qui s'étale de Mars jusqu'à Octobre.
- Pour la station de Sebdou, la période sèche est mois longue allant de Mai à fin Octobre.

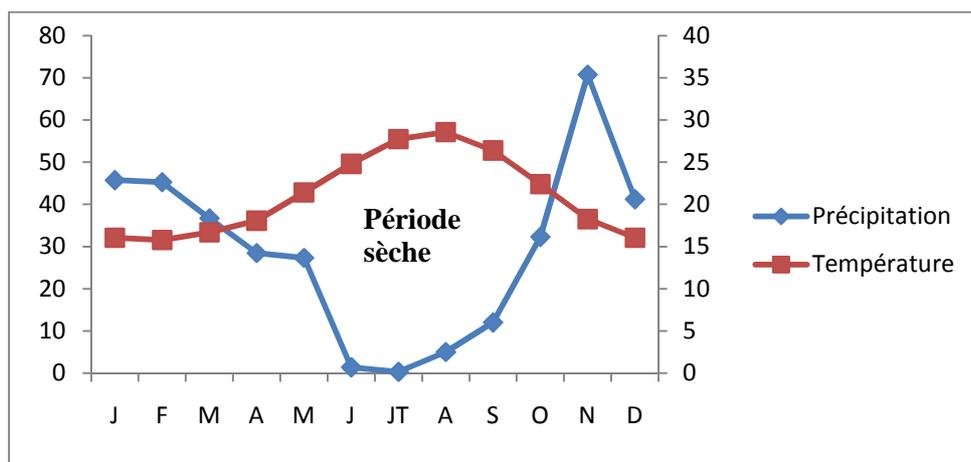


Figure 2.7 : Courbe ombrothermique de Bagnouls et Gausсен (1953) dans la station de Ghazaouet

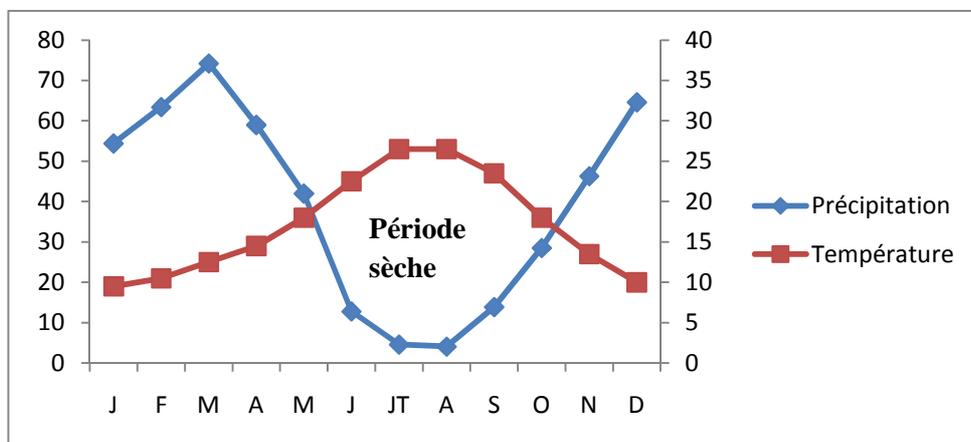


Figure 2.8 : Courbe Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен (1953) dans la station de Sebdou

3.3-Quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger

Le quotient pluviothermique correspond à une expression synthétique du climat méditerranéen (Q_2), (Emberger, 1952) utilise la moyenne annuelle des précipitations et les valeurs thermiques (m et M).

$$Q_2 = 1000p / (M+m / 2) (M-m)$$

P : précipitation moyennes annuelles (mm)

M : moyennes des températures maxima du mois le plus chaud ($^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273.2$)

m : moyenne des températures minima du mois le plus froid ($^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273.2$)

Le calcul de ce quotient (tableau 2.8) nous a permis de positionner nos deux stations dans les étages correspondants figure (2.9).

Tableau 2.8: Situation bioclimatique des stations de référence.

Station	M(c°)	m(c°)	P (mm)	Q_2	Etage bioclimatique	Variante thermique
Ghazaouet (1996-2006)	32.22	9.8	346.38	52.06	Semi-aride inferieure	Chaud
Sabdou (1940-2006)	34	5	468	55.14	Semi-aride supérieur	Doux

D'après Le climagramme d'Emberger, on constate que :

- Ghazaouet se situé dans un climat semi-aride inferieur à hiver chaud.
- Sebdou se situé dans un climat semi-aride supérieur à hiver doux.

3.1- introduction

Dans les feuillues, la conduction de sève se fait principalement par des vaisseaux. Dans les espèces où ils sont gros, les vaisseaux apparaissent comme des pores sur les sections transversales (**labiod, 2009**). Les hêtres, le peuplier, le bouleau ou le charme présentent des pores à peu près de même taille qui se répartissent sur toute l'épaisseur des cernes ; ils sont appelés bois feuillus « à pores diffus ». Par contre, lorsque les pores de grande section se situent le long de la limite du cerne et se distinguent des pores à petite section répartis dans le bois d'été, on appelle ces bois, feuillus « à zone poreuses » ; ces le cas du chêne, du frêne ou du châtaignier.

Les diamètres des vaisseaux varient entre (20 μ m et 300 μ m), organisés en longues files (de quelques décimètres à plusieurs mètres) qui assurent l'ascension de la sève brute depuis les racines jusqu'aux feuilles (**Thomas, 1991**). Dans le cas du peuplier et du hêtre, on parle de bois à pores diffus : les vaisseaux (et les fibres également) ont à peu près le même diamètre tout au long de l'accroissement annuel et sont répartis uniformément. Pour le hêtre, on note toutefois une légère diminution du diamètre entre le bois initial et le bois final. Quant au peuplier, il peut appartenir aux bois à zone semi-poreuse où les vaisseaux de diamètre constant ont tendance à plus nombreux dans le bois initial que dans le bois final (**André, 2002**).

L'objectif de notre travail est d'étudier :

- La réponse de la microstructure du bois du peuplier blanc à savoir (la densité et taille des vaisseaux) au stress hydrique provenant de deux bassin versants. Les coordonnées relatives aux sites de prélèvement sont données dans le tableau (3.1).

Tableau 3.1 : les coordonnées de site de prélèvement

Variables	Sous bassin	
	Oued Tleta	Oued Sebdou
Lieu dit	Djorf H' mam	Oueldja
Morphologie de bassin	Bassin sous forme de V	Ravin
Végétations rivulaire	Peupleraie	Peupleraie mixte
Altitude (m)	108	992
Largeur moyen de lit (m)	15	25
Pente (%)	30	25

3.2- Les méthodes de mesures

Plusieurs méthodes ont été décrites par de nombreux auteurs (**Huyni, 1981**) pour mesurer la taille des vaisseaux conducteurs de sève, on cite à titre d'exemple la méthode classique qui est basé sur :

- Préparation des petits blocs
- Imbibition et ramollissement des petits blocs
- La réalisation des coupes au microtome
- Montage à la résine synthétique

3.3- La méthode utilisée (La méthode numérique)

- **La première étape consiste** à prélever quatre carottes du bois du peuplier d'un arbre choisi aléatoirement sur les quatre orientations à l'aide d'une *tarière de Pressler*. L'objectif de cette étape est de connaître l'âge de l'arbre et de mesurer la largeur de l'aubier (partie fonctionnelle) et celle du bois mort (**Figure 3.1et 3.2**). d'autres mesures dendrométriques ont été réalisées sur les arbres échantillons et qui sont illustrées dans le tableau (3.2).



Photo 3.1:Prélèvement de la carotte avec une de Tarière de Presler



Photo 3.2 : Collage sur support en bois

(Original)

Tableau 3.2 : caractéristiques des arbres échantillons

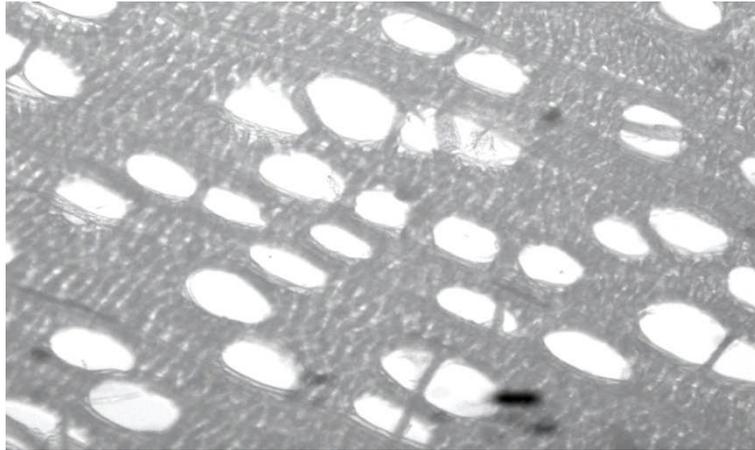
Provenance	Site	Hauteur d'arbre (m)	Circonférence (cm)	Etat sanitaire
Oued Tleta	Djorf hamam	19	162	Sain
Oued Sebdu	Oueldja	7	120	Sain

- **La seconde étape consiste** au montage sur lames et lamelles des coupes minces du bois de l'aubier à trois profondeurs (2 cm, 4 et 6 cm) à l'aide d'un microtome électronique. La prise des photos se fait grâce à un appareil photo numérique **canon 6800** adapté sur une loupe binoculaire à haute de définition de marque **Leica** et cette dernière est lié à un ordinateur portable qui permet de bien visualiser l'image. Il est à rappeler que cette technique a été réalisée par **Monsieur Labiod au laboratoire de Dendrochronologie de CNRS de Toulouse (France)**.

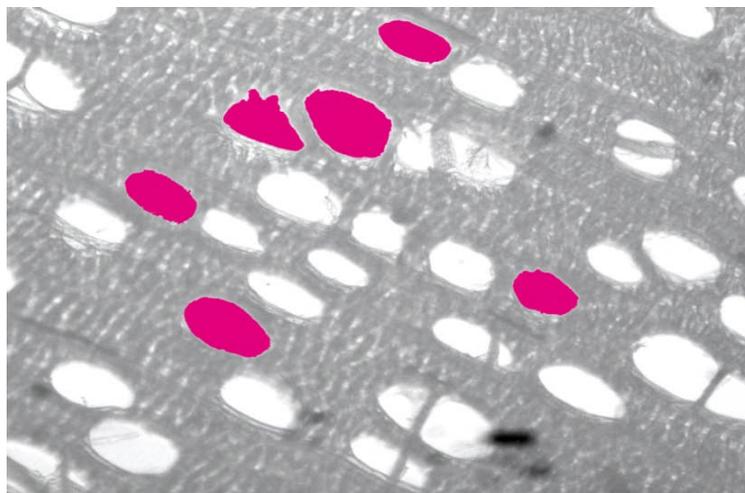
Pour l'analyse des images on a opté pour une méthode numérique qui est largement utilisée pour les traitements des images surtout dans les sciences biologiques et médicales en se basant sur des logiciels développées spécialement à ces disciplines .

Dans notre démarche, nous nous sommes basé sur le logiciel **Photoshop Elément 2 d'Adobe System** qui permet de schématiser le plus fidèlement possible les différents constituants du bois à partir de l'image numérisée sur des coupes de bois de peuplier.

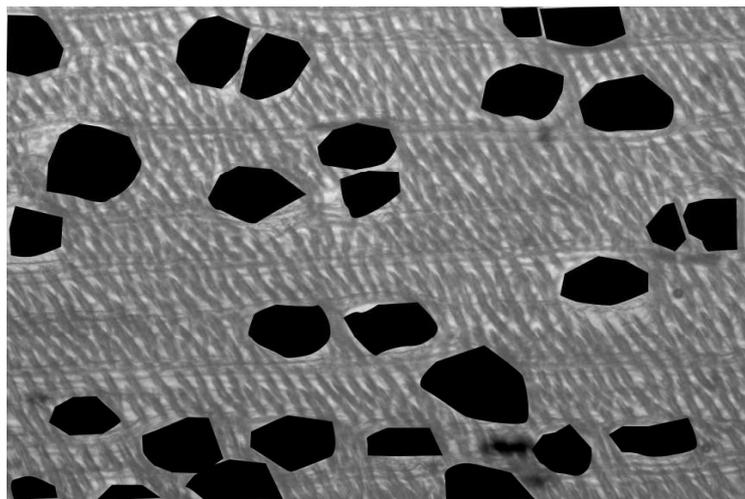
- La méthode utilisée pour le traitement d'image comprend trois étapes principales :
- **la première étape consiste** à préparer et nettoyer les images numérisées à haute résolution (**photo 3.3**).
 - **La seconde consiste à** appliquer une correction colorimétrique et une amélioration de la luminosité et du contraste (**photo 3.4**).
 - **L'étape suivante consiste** à sélectionner les vaisseaux avec des outils de sélection semi-automatique (lasso magnétique, baguette magique) de **Photoshop Elément 2**. Nous avons appliqué une couleur différente à chaque section (pores) de manière à pouvoir les différencier par la suite (**photo 3.5**).



(Photo 3.3)



(Photo 3.4)

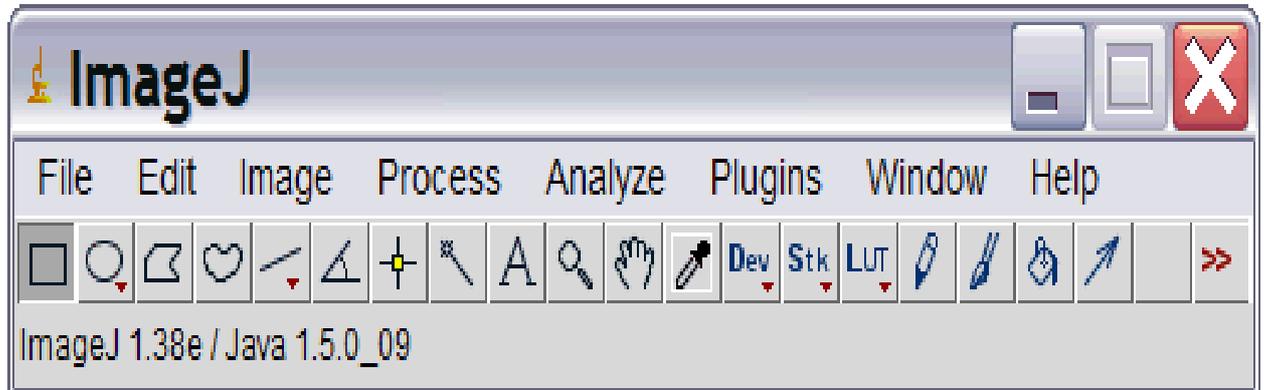


(Photo 3.5)

Les principales étapes de traitement des images avec Element 2 d'Adobe system.

Les images ainsi acquises seront traitées numériquement d'un programme fonctionnant à partir du *Logiciel Image J*. Le traitement numérique des images obtenues permet d'énumérer et d'individualiser les éléments de l'image scannée, et de mesurer automatiquement les variables morphométriques sur chaque objet. Une vignette individuelle et un fichier contenant toutes les mesures de chaque image sont sauvegardés et référencés dans un répertoire correspondant à l'échantillon analysé. Un des avantages de cette technique d'images et des échantillons numérisés dans des bases de données susceptibles d'être partagées et conservées à très long terme sans risque de perte de dégradation de l'information.

Explication de l'utilisation du logiciel *l'image-J*



1. **File** → open (ouvrir) : on cherche la photo dans le fichier Photoshop image
→ cliqué sur ouvrir l'image vient à l'écran ;
2. **Image** → adjust (ajusté) → Streshard (régler le couleur noir et gris)
→ Apply (appliqué) → Exist (sortie) ;
3. Aller à Analyze → Set scale (régler pixel 385-200 μ m à la place de inch)
mette μ m) ;
4. Aller à Processus → Binary (binaire) → Make binary (appliqué
binaire) ;
5. Aller à Analyze → Analyse particule → Un tableau
va être affiché ;

Count : Nombre des pores

Area total : Surface totale de l'image μ m

Areage size : Surface des pores μ m

Area fraction : Pourcentage des pores par rapport l'image %

4.1- Détermination de la largeur d'aubier et de bois de cœur

La plante est fixée, tributaire de la présence de l'eau dans son milieu, par ailleurs elle est un organisme aérien ce qui provoque principalement à l'interface feuille/air, des pertes importantes. Cela implique un continuum sol/plante/air et donc une circulation verticale de l'eau. Cette circulation ne sert pas seulement à compenser les pertes aériennes par l'absorption du niveau du sol, mais elle est indispensable à la montée de la sève brute et à l'approvisionnement en sels minéraux puisés dans le sol (Prat, 1983).

Les pores sont les vaisseaux responsable de la montée sève brute et la descente de la sève élaboré leur densité et leur taille dépend des facteurs (génotypes, âge) et les facteurs externes (climat, sol, altitude, exposition, topographie, concurrence, attaque de ravageurs, interventions humaines (Labioud, 2009).

La méthodologie utilisée pour déterminer les proportions d'aubier et de duramen d'un arbre repose sur deux constats théoriques. Tout d'abord, nous savons que la conversion de l'aubier en duramen est provoquée par la mort des cellules de parenchyme. En pratique, il serait extrêmement difficile et fastidieux de délimiter exactement cette zone pour chaque carotte. La largeur de l'aubier et de bois de cœur ont été obtenus à partir des mesures manuelles effectués sur les carottes et qui sont présentés dans le tableau (4.1)

Tableau 4.1 : Données dendrométriques aux échantillons étudiés.

Provenance	Sites	Hauteur d'arbre (m)	Circonférence (cm)	Largeur moyenne du bois de cœur (cm)	Largeur moyenne de l'aubier (cm)	Age de l'arbre (ans)
Oued Tleta	Djorf hamam	19	162	4.2	8	20
Oued Sebdou	Oueldja	7	120	2.14	5.42	12

La lecture du Tableau ci- dessus (tableau 4.1), montre que les caractéristiques dendrométriques des arbres échantillons sont nettement différent car les deux arbres appartiennent à un âge différent. L'arbre de la station de Ghazaouet est plus âgé que

celui de la station de Sebdou et cela traduit même une différence dans la largeur de l'aubier et le bois du cœur.

4.2- Caractérisation biométriques des pores

Les caractéristiques biométriques des différentes coupes du bois en fonction de la profondeur de l'aubier sont consignés dans le tableau (4.2).

4.2.1- La Répartition des pores en fonction de la profondeur

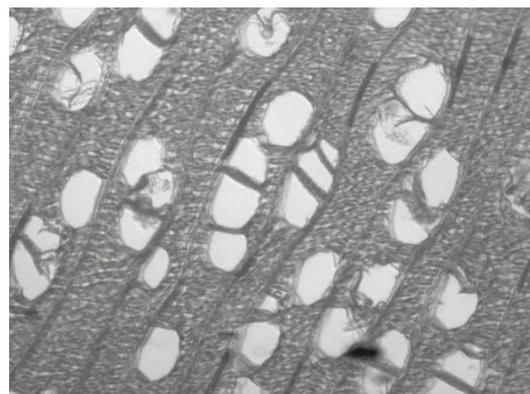
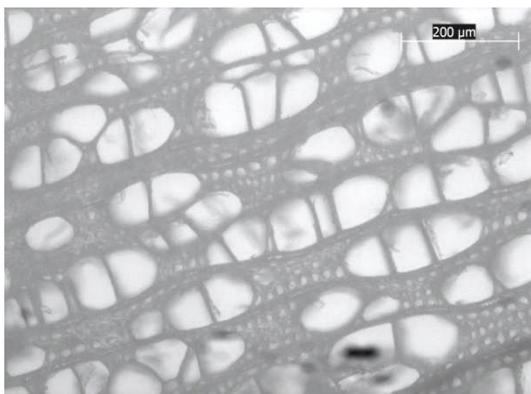
On constate que la forme des pores est n'est pas homogène de l'extérieur vers l'intérieur (*Figure 4.1*) :

- Dans la classe 0-2 cm les pores sont regroupés par 2 à 3 pour les deux stations se caractérisent par une répartition uniforme tout le long de l'accroissement annuel formant une ligne allongée.
- Dans la classe 2- 4 cm les vaisseaux sont généralement reliés par 2 et de forme isolée.
- Da la dernière classe (4-6) les pores commencent à s'individualisent.

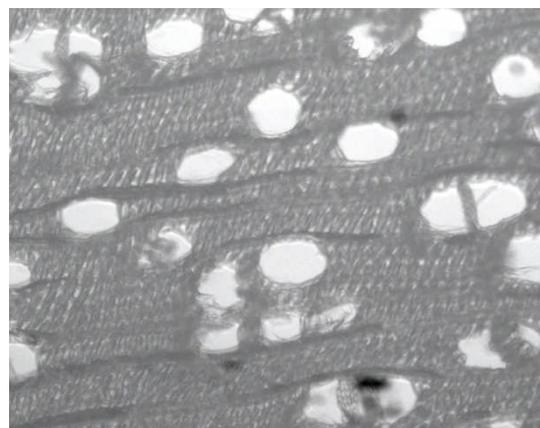
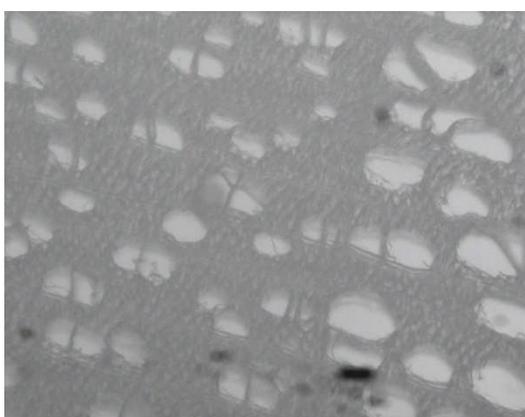
En ce qui concerne la densité des vaisseaux, les deux échantillons appartient à la classe 4 (**nombre >20 par mm²**) selon la classification de la densité des pores donnée par **Normand (1998)**. On peut remarquer aussi que les valeurs de la densité des pores ne sont pas identiques : elles se décroissent en fonction de la profondeur (le nombre des pores est plus important dans la classe 0-2cm, moyen de 2-4cm et réduit dans la dernière classe 4-6cm (*Figure 4.1*). Cette caractéristique exprime que la partie extérieure de l'aubier est plus active par rapport aux autres parties. Chez le peuplier les pores du bois initial sont plus nombreux à ceux du bois final. C'est une caractéristique des bois à zones semi-poreuse (**André, 2002**).

Vaisseaux	Nombre par mm
Très rares	<2
Rares	2-6
Moyens	6-20
Nombreux	>20

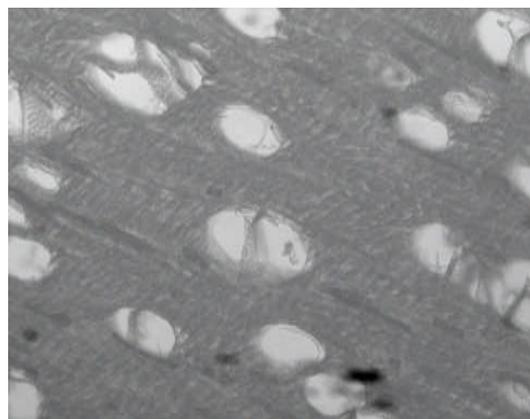
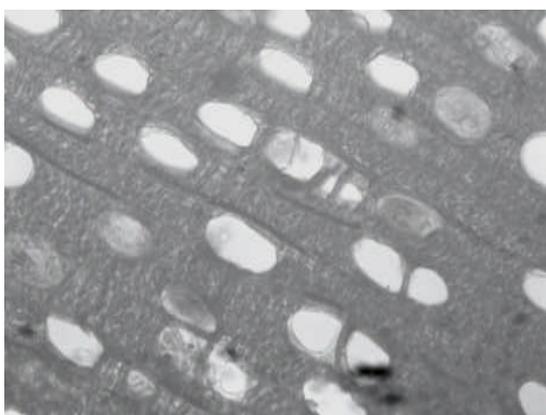
(Normand, 1998)



Profondeur (2 cm)



Profondeur (4 cm)



Profondeur (6cm)

Station de Ghazaouet

Station de Sebdu

Photo 4.1: La répartition des pores dans le bois d'aubier en fonction de la profondeur

4.2.2- La taille des vaisseaux

La moyenne du diamètre des pores a été calculée à partir de la somme des mesures du diamètre radial et du diamètre tangentiel effectué sur l'ensemble des vaisseaux échantillonnés. En effet, la taille des vaisseaux du bois en provenance de la station Ghazaouet varie de 60 à 80 μm et par conséquent elle correspond à la catégorie des pores fins (50-100 μm) (Normand, 1998).

Les pores des échantillons en provenance de la station de Sebdou sont relativement plus gros et leur diamètres sont globalement supérieurs à 100 μm (profondeur 0-2 cm) et se classent donc dans la catégorie des pores moyens (100-200 μm). Il semble que les pores du bois initial ne sont pas de dimensions sensiblement différentes de celle des vaisseaux du bois d'été.

Contrairement à la densité des pores, les échantillons relevant de station de Sebdou ont présentés des pores plus faibles comparés à celle de la station de Ghazaouet.

Pores	Grandeur (μm)
Très fines	<50
Fin	50-100
Moyens	100-200
Gros	200-300
Très gros	>300

(Normand, 1998)

L'étude effectuée sur la consommation journalière de l'eau par le peuplier blanc réalisé par (Labioud, 2009) montre que cette dernière décroît en profondeur ce qui explique que le taux de flux de sève dépend de la densité et la taille des pores dans le bois d'aubier (voir tableau 4.2).

Tableau 4.2 : Variabilité journalière des densités des flux de sève en litres

En fonction de la profondeur

Profondeurs	0-2 cm	2-4 cm	4-6 cm
Consommation journalière	61.02 litres	54.11 litres	30.16 litres
% des pores (Ghazaouet)	49.29	30.98	19.71
% des pores (Sebdou)	50.73	31.03	18.22

(D'après Labioud, 2009)

Tableau 4.3 : Les caractéristiques biométriques des coupes de bois étudiés dans les deux stations

Station	Les caractéristiques biométriques des coupes de bois							
	Profondeur	La densité pores/mm ²	Nombre moyen des pores/mm ²	Surface totale moyenne de l'image	Diamètre moyen des pores (mm)	% des pores	Surface des vaisseaux (mm ²)	Vitesse de croissance Cm/an
Oued Tleta	0-2cm	105	71.33	4.1	0.064	27.5	0.33	0.716
	2-4cm	66						
	4-6cm	42						
Oued Sebdou	0-2cm	103	67.5	3.83	0.07	25	0.32	0.700
	2-4cm	63						
	4-6cm	37						

Le comptage et les mesures des diamètres des vaisseaux a été réalisé grâce un logiciel Irfanview installé simultanément avec le logiciel ImageJ

Conclusion générale