

1. L'anatomie du bois

Le bois est un matériau naturel composé de cellules ligneuses vivantes. C'est pourquoi il ne peut pas exister deux pièces de bois strictement identiques. Cependant, le plan ligneux, c'est-à-dire l'organisation de la structure anatomique du bois, est constant pour chaque espèce. **L'identification des essences de bois repose sur cette loi.** Pour identifier une essence, il est donc nécessaire d'examiner et de reconnaître les éléments caractéristiques de la structure du bois.

La première partie de ce chapitre est consacrée aux moyens utilisés pour observer la structure du bois : microscope, loupe, œil nu.

La deuxième partie porte sur **l'anatomie du bois**, c'est-à-dire l'organisation des différents éléments composant sa structure. Les trois plans d'observation y sont définis. Les différentes parties du bois (aubier, bois parfait, bois initial, bois final) et les catégories de cellules (fibres, vaisseaux, rayons ligneux) sont décrites.

Les moyens d'observation de la structure du bois

Les moyens d'observation du bois diffèrent selon le type de reconnaissance à effectuer. Comme son nom l'indique, l'identification microscopique exige un microscope et fait appel à des connaissances étendues en anatomie du bois.

La méthode d'identification proposée dans cet ouvrage est la reconnaissance **macroscopique**. Elle est plus simple et se réalise à l'œil nu et à la loupe.

Chaque matériel d'observation se caractérise par deux facteurs : le grossissement et la résolution. Le **grossissement** est le rapport entre la dimension de l'image renvoyé par l'instrument et la dimension de l'échantillon observé. La netteté des détails observables dépend de la **résolution**. La résolution est le pouvoir séparateur de l'instrument employé ou de l'œil. Ainsi, pour une personne ayant une acuité visuelle normale, le pouvoir séparateur est d'environ 75 microns, soit moins d'un dixième de millimètre. La résolution d'une loupe est de 2 microns, celle d'un microscope optique de 1 micron.

Parce qu'elles facilitent la représentation de certains éléments de la structure du bois, plusieurs illustrations utilisées dans cet ouvrage sont issues de vues au microscope.

L'observation au microscope

L'identification microscopique nécessite un microscope optique. Le grossissement (10 à 300) est sélectionné en fonction des éléments à observer.

Le **microscope optique** permet d'observer la quasi-totalité des éléments de la structure du bois (figure 1.1), puisque le seuil de résolution de cet appareil est de 1 micron (1 / 1000 de millimètre).

L'identification microscopique exige une connaissance approfondie de l'anatomie du bois, mais c'est la seule méthode qui autorise une identification formelle et juridiquement reconnue.

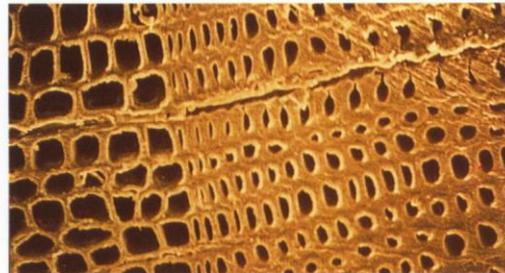


Fig.1.1. Vue d'un plan ligneux au microscope.

L'observation à la loupe et à l'œil nu

L'observation à la loupe et à l'œil nu est une technique simple, à la portée de tous. Elle ne nécessite pas de matériel sophistiqué, une simple loupe suffit, et peut être réalisée instantanément sur le lieu de mise en œuvre du bois.

L'œil : l'œil d'une personne détenant une vision normale peut distinguer deux traits distants d'au moins 75 microns ; cette résolution peut être insuffisante pour observer certains éléments de la structure du bois nécessaires à son identification (figure 1.2).



Fig.1.2. Plan ligneux observé à l'œil nu.

La loupe (grossissement de 10 à 20) : la loupe permet d'observer la majorité des éléments de la structure du bois nécessaires à son identification (figure 1.3). Le seuil de résolution est de 2 microns.

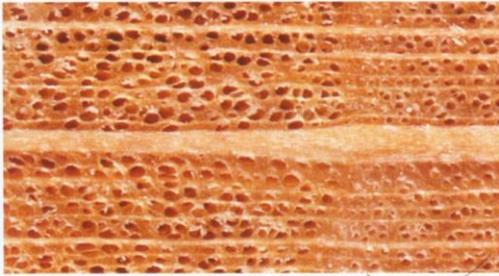


Fig.1.3. Plan ligneux observé à la loupe (x 30)

L'organisation des éléments de la structure du bois

L'organisation des éléments de la structure du bois est constante et spécifique pour chaque essence de bois. Elle constitue la carte d'identité de l'essence.

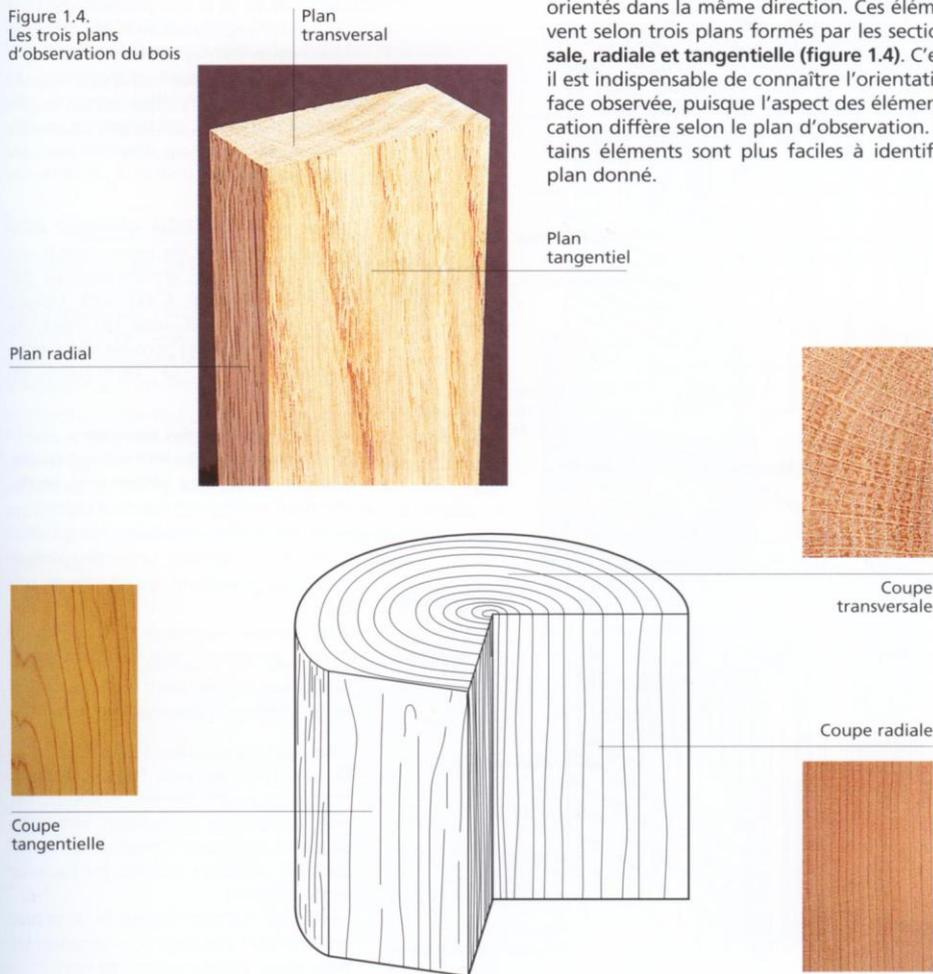
L'essence est reconnue par l'observation effectuée selon les trois plans d'observation du bois des différents éléments d'identification (nature, nombre, forme, dimensions, etc.).

L'identification macroscopique n'exige que quelques connaissances de base sur l'anatomie du bois. Cependant, l'exactitude de l'identification est fonction de l'expérience de l'opérateur.

Les trois plans d'observation de la structure du bois

Le bois est un matériau anisotrope, ce qui signifie que les éléments qui le composent ne sont pas tous orientés dans la même direction. Ces éléments s'observent selon trois plans formés par les sections **transversale, radiale et tangentielle** (figure 1.4). C'est pourquoi, il est indispensable de connaître l'orientation de la surface observée, puisque l'aspect des éléments d'identification diffère selon le plan d'observation. De plus, certains éléments sont plus faciles à identifier selon un plan donné.

Figure 1.4. Les trois plans d'observation du bois



Les trois plans d'observation du bois sont définis dans le **tableau 1.1** qui indique également les éléments les plus facilement identifiables sur chacun des plans.

Plan	Définition	Exemples d'éléments les plus faciles à identifier
Transversal	Plan perpendiculaire à l'axe de l'arbre	Cernes annuels, vaisseaux, canaux résinifères, rayons ligneux
Radial	Plan perpendiculaire aux cernes annuels qui passe par l'axe du tronc	Rayons formant la « maillure » caractéristique de certaines essences feuillues (chêne, hêtre, etc.)
Tangentiel	Plan tangentiel aux cernes annuels	Rayons ligneux, poches de résine, canaux résinifères (pins, épicéa, douglas, etc.)

Tableau 1.1. Les trois plans d'observation du bois et les éléments identifiables sur chaque plan

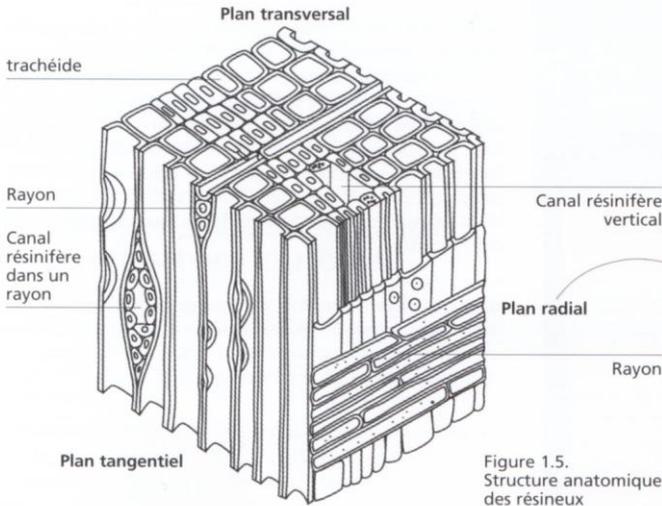


Figure 1.5. Structure anatomique des résineux

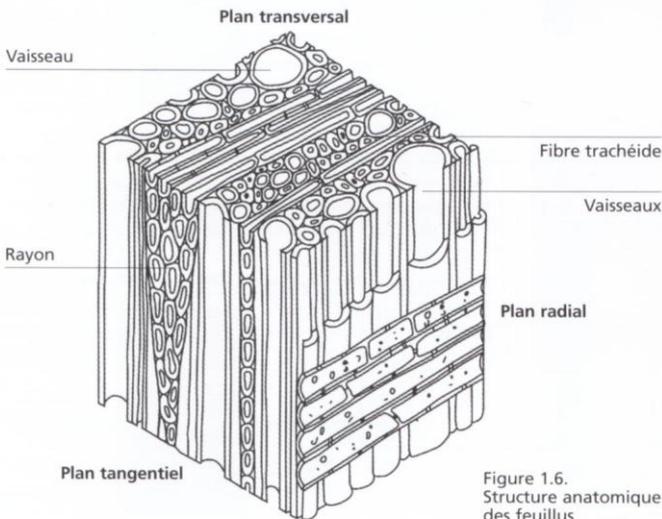


Figure 1.6. Structure anatomique des feuillus

Le plan ligneux

La structure et la composition des bois résineux (appartenant au groupe botanique des Gymnospermes, ordre des conifères) sont différentes de celles des bois feuillus (groupe des Angiospermes). C'est pourquoi on distingue la structure anatomique ou **plan ligneux** des résineux de celle des feuillus.

Mais pour les deux groupes d'essences, l'élément de base constituant le bois est la fibre, encore appelée **trachéide verticale**. C'est une cellule allongée dans le sens de l'axe de l'arbre, de section sensiblement quadrangulaire et se terminant en biseaux allongés.

• Le plan ligneux des résineux

La structure des bois résineux est simple. Elle est constituée d'éléments fondamentaux toujours présents, à savoir :

- les trachéides verticales (fibres),
- les rayons ligneux unisériés, c'est-à-dire ne comportant qu'une seule cellule,
- les canaux résinifères.

La figure 1.5 représente la structure anatomique des bois résineux selon les trois plans d'observation du bois.

• Le plan ligneux des feuillus

La structure des bois feuillus est plus complexe que celle des résineux, car elle comprend également des vaisseaux et des rayons multisériés (comportant plusieurs cellules en hauteur et en largeur).

La figure 1.6 représente la structure anatomique des bois feuillus selon les trois plans d'observation du bois.

L'aubier, le bois parfait et le duramen

L'**aubier** est situé dans la région externe du tronc (figure 1.7). Il est composé des cernes annuels les plus récemment formés.

En direction du centre du tronc, l'aubier se transforme : diverses substances disparaissent en même temps que les parois cellulaires se transforment chimiquement. Cette transformation en **bois parfait** se traduit par des incrustations de substances chimiques, minérales (calcium, silice) et autres (tannins, alcaloïdes).

La zone de transition entre l'aubier et le bois parfait peut être brusque ou progressive, plus ou moins large et visible. Le bois parfait ainsi constitué est un tissu « mort » qui a essentiellement un rôle de soutien.

Quand le bois parfait est distinct de l'aubier par sa couleur plus foncée, on dit qu'il est duraminisé. On parle alors de **duramen**. C'est le cas pour des essences comme le chêne ou le châtaignier chez les feuillus, ou comme les pins, le mélèze ou le douglas chez les résineux.

Quand le bois parfait n'est pas duraminisé, il ne se distingue pas visuellement de l'aubier. C'est le cas par exemple du hêtre ou du peuplier chez les feuillus, et du sapin ou de l'épicéa chez les résineux.

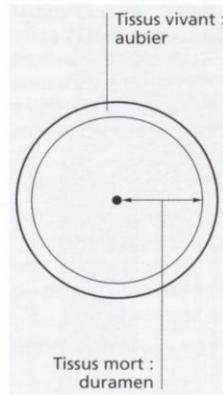


Figure 1.7. Aubier et bois parfait

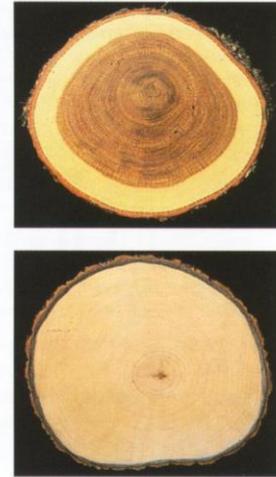


Figure 1.8. Bois duraminisé (chêne) et non duraminisé (sapin)

Les cernes annuels

Les cernes ou accroissements annuels s'observent sur le plan transversal. Un cerne correspond à la quantité de bois produit par l'arbre pendant une année : ainsi, leur nombre donne l'âge de l'arbre. Leur largeur et leurs variations reflètent les caractéristiques de croissance et traduisent « l'histoire de l'arbre ».

Le nombre total des cernes d'accroissement formés par l'arbre n'existe qu'à sa base. C'est donc seulement à ce niveau que la détermination exacte de l'âge peut être effectuée. En effet, à des niveaux plus élevés, il manque au centre autant de cernes qu'il a fallu d'années à l'arbre pour atteindre cette hauteur dans son jeune âge (figure 1.9).

Figure 1.9. Détermination de l'âge d'un arbre

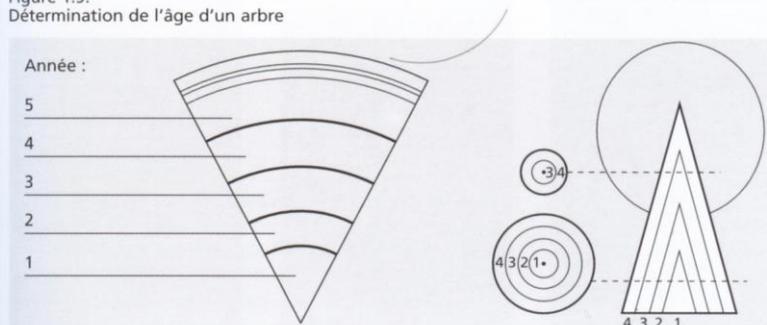
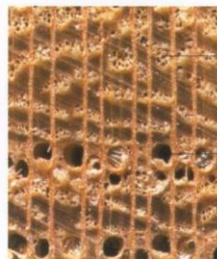
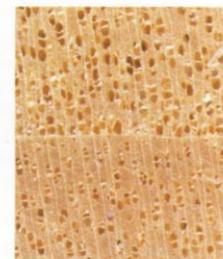


Figure 1.10. Bois hétérogène (feuillus)



Bois final

Bois initial (zone poreuse)



Bois homogène (feuillus)

Le bois initial et le bois final

Le bois initial (ou bois de printemps) est produit au début de la période végétative : au printemps sous les climats froids et tempérés. Le bois final (ou bois d'été) est produit à la fin de la période végétative : en été sous les climats froids et tempérés.

Le bois des résineux est **hétérogène** : le bois initial contraste fortement par sa structure, son aspect et sa couleur avec le bois final. C'est aussi le cas des essences feuillues dites à zone poreuse, où de gros vaisseaux constituent le bois initial. En revanche, certains feuillus sont dits **homogènes**, car la structure de leurs éléments est identique dans tout l'accroissement.

La texture

Chez les bois hétérogènes, la texture est le rapport de la largeur du bois final (bois d'été) à la largeur totale du cerne annuel. Elle s'exprime en pourcentage.

$$T(\%) = \left(\frac{\text{Largeur du bois final}}{\text{Largeur totale du cerne}} \right) \times 100$$

Cette propriété technologique n'est mesurable que sur les résineux et sur les feuillus hétérogènes.

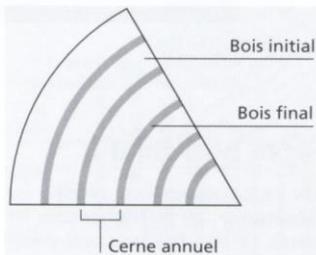


Figure 1.11. Bois initial et bois final

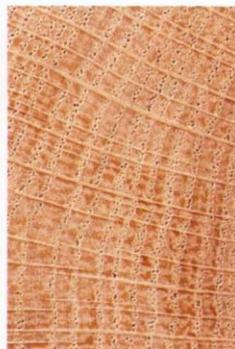
Les conditions climatiques et de croissance agissent sur la texture du bois. Un feuillu isolé, situé dans un sol fertile a une croissance rapide. Sa texture est forte (bois final important). Le bois est dur et nerveux. La même essence située dans un peuplement serré et dans un sol sec a une croissance plus lente. La largeur de la zone poreuse (bois initial ou bois de printemps) est plus importante et la texture est donc plus faible. Le bois est alors plus tendre et moins nerveux.

Figure 1.12. Chênes et pins à texture forte et faible

Chêne à texture forte



Chêne à texture faible



Pin à texture forte



Pin à texture faible

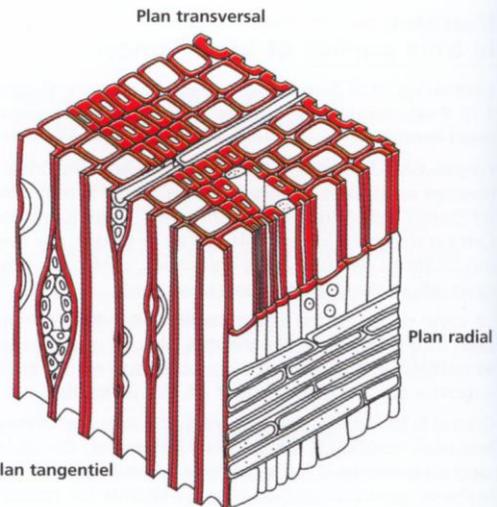


Figure 1.13. Trachéides verticales dans un résineux

Un résineux poussant dans une plaine à climat doux a une croissance rapide, des cernes annuels larges et une texture faible, avec une forte proportion de bois de printemps. En revanche, sous un climat froid ou en montagne, la même essence a une croissance lente, des cernes annuels étroits et une texture forte. Les résineux d'altitude ou issus de régions situées au-delà du 57° parallèle (bois dits « du Nord » provenant de Scandinavie ou de Russie) ont des conditions de croissance qui entraînent une texture forte (supérieure à 30 %).

Les fibres et les trachéides

Les fibres ou trachéides verticales, toujours présentes, sont des éléments fondamentaux de la structure du bois. Elles constituent la quasi-totalité de la masse du bois. En vue longitudinale, selon l'axe de l'arbre, elles

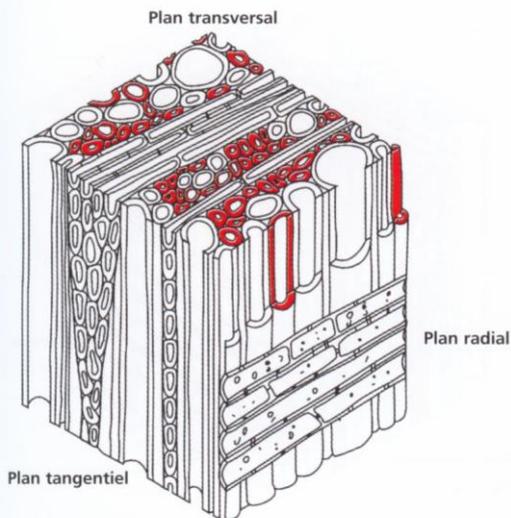


Figure 1.14.
Fibres libriformes

donnent le fil du bois et constituent le tissu de soutien et de conduction de la sève et des autres éléments nutritifs.

Il existe également des fibres et des trachéides horizontales.

- **Les trachéides verticales**

Les trachéides verticales (figure 1.13) sont composées de cellules de bois se terminant en biseaux. Elles possèdent des ponctuations qui permettent la communication entre les éléments. Elles forment la masse du tissu ligneux chez les résineux.

Leur longueur varie de 1,5 à 4,5 mm, leur largeur de 20 à 60 microns.

- **Les trachéides horizontales ou transversales**

Ce type de cellules n'est présent que chez certains résineux (pins, épicéa) autour des rayons. Elles sont disposées en files radiales à la marge ou au milieu d'un rayon ligneux.

- **Les fibres libriformes**

Elles ne sont présentes que chez les bois feuillus (fig.1.14). C'est un type de cellule plus évolué que les trachéides. Elles sont fusiformes (extrêmement effilées) et longues de 0,8 à 3 mm.

Les vaisseaux

Les vaisseaux (ou pores) sont présents uniquement chez les feuillus. Un vaisseau est constitué d'une file axiale de cellules communiquant par des perforations. Ces cellules sont unies pour former un ensemble tubulaire. La sève brute monte des racines jusqu'aux feuilles à travers ces tubes.

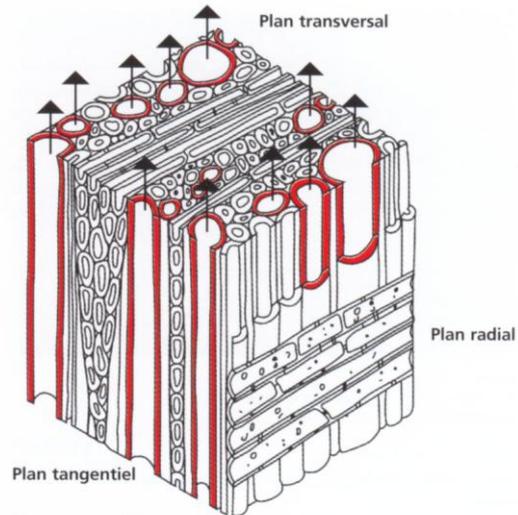


Figure 1.15. Vaisseaux

- **La disposition des vaisseaux dans le plan ligneux**

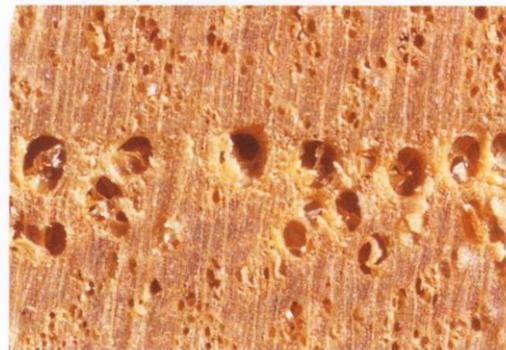
En section transversale au sein d'un cerne annuel, le diamètre des vaisseaux diminue progressivement chez les **bois homogènes** ou brusquement chez les **bois hétérogènes**. Pour l'identification de l'essence, il est important d'observer :

- leur diamètre moyen,
- leur disposition (file, plage, zone, bande),
- leur groupement (isolés, accolés, etc.).

Sur les bois feuillus hétérogènes (chêne, châtaignier, orme...), les gros vaisseaux sont disposés sur un ou plusieurs rangs dans le bois initial, alors que dans le bois final les vaisseaux sont petits et isolés ou groupés.

Au contraire, sur les bois homogènes (peuplier, hêtre, érable...), le diamètre des vaisseaux est à peu près constant : il diminue faiblement et progressive-

Figure 1.16.
Vaisseaux dans un bois hétérogène
(châtaignier-coupe transversale)



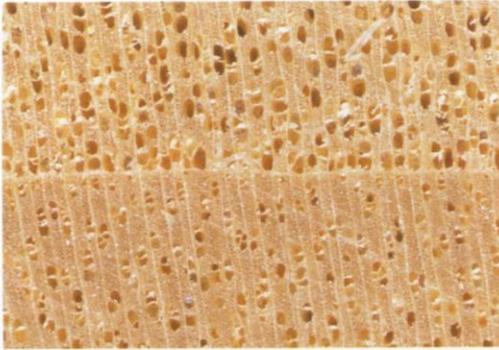


Figure 1.17. Vaisseaux dans un bois homogène (peuplier-coupe transversale)

ment dans toute la largeur du cerne d'accroissement.

• **Les thylles et les gommés dans les vaisseaux**

Les vaisseaux du duramen sont la plupart du temps obturés par des thylles qui sont des expansions des cellules voisines. Elles peuvent également apparaître dans l'aubier après un traumatisme. Les vaisseaux peuvent également contenir des « dépôts gommeux », notamment chez les essences fruitières (merisier par exemple).

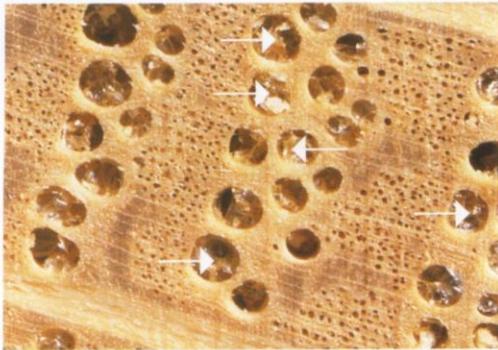


Figure 1.18. Thylles

Les rayons ligneux

Les rayons ligneux sont des cellules qui constituent le tissu **vivant** du bois. Elles permettent la mise en réserve et la distribution des matières nutritives. Les **rayons ligneux**, également appelés parenchyme horizontal, sont présents dans toutes les espèces. Ils rayonnent à partir de la moelle. Ils se présentent sous la forme de lames constituées de feuillets d'épaisseur variable et sont perpendiculaires aux cerne annuels.

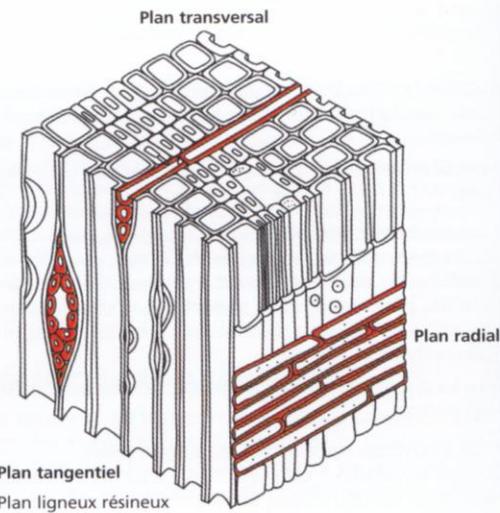
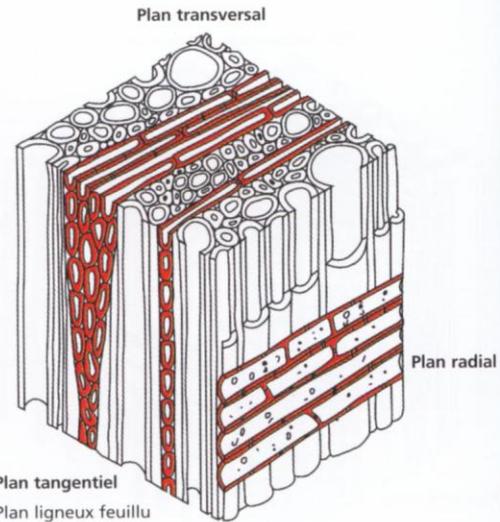
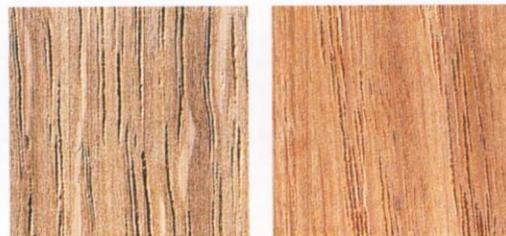


Figure 1.19. Rayons ligneux sur bois feuillus et bois résineux

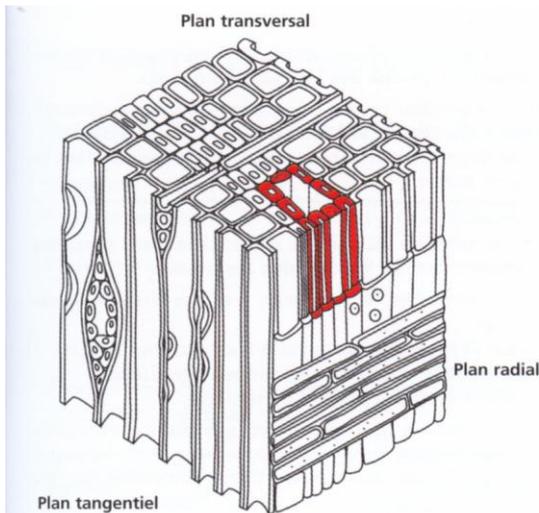
En section tangentielle, leur apparence est fusiforme, c'est-à-dire en forme de fuseau. En section radiale, ils apparaissent sous l'apparence d'un ruban qui donne au bois de certaines essences comme le chêne et hêtre leur **maillure** caractéristique.

Figure 1.20 : Chêne en section radiale et tangentielle



Section radiale

Section tangentielle



Les canaux résinifères

Les canaux résinifères sont présents dans la plupart des résineux (pins, épicéa, douglas, mélèze) et absents dans d'autres (sapin). Leur forme, leur nombre et leur disposition sont des caractères permettant une identification à la loupe. Ces canaux peuvent être axiaux et verticaux (répartis dans la masse des fibres verticales) ou radiaux et horizontaux (répartis dans le coeur des rayons qui sont alors dilatés au centre). Les canaux résinifères communiquent entre eux et forment un système continu.

Figure 1.21.
Canaux résinifères

Les différences entre un bois feuillu et un bois résineux

Bois résineux

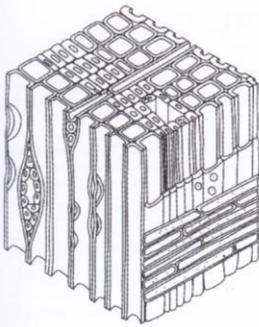


Figure 1.22 : Plan ligneux d'un bois résineux

La structure des bois résineux est simple

Elle comporte :

- **toujours** : des trachéides verticales ou fibres (masse principale du bois) et des rayons,
- **parfois** : des canaux sécréteurs axiaux et radiaux, des trachéides transversales de rayons.

Par rapport aux feuillus, leur particularité la plus remarquable est l'**absence de vaisseaux**.

Bois feuillus

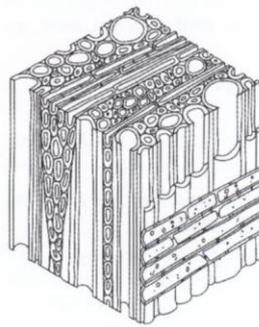


Figure 1.23 : Plan ligneux d'un bois feuillu

La structure des bois feuillus est plus complexe

Elle comporte :

- **toujours** : des fibres trachéides ou des fibres libriformes (masse principale), des vaisseaux et des rayons,
- **parfois** : des éléments sécréteurs.