

# Termites, mérules et autres xylophages



Causes et conséquences des agents de dégradation biologique des bois

# Objectifs généraux de la session

---

- Identifier les agents de dégradation biologique des bois d'œuvre
- Connaitre la réglementation encadrant la pratique de l'état parasitaire
- Rédiger un constat (état parasitaire ou état termites)

# Objectifs détaillés de la session

---

- Connaître les principales essences de bois d'œuvre de nos régions
- Reconnaître les différents agents xylophages
- Reconnaître les différents agents lignivores
- Identifier et repérer les indices d'infestation

# Objectifs détaillés de la session

---

- Réaliser le diagnostic de la présence des termites et autres agents biologiques du bois dans les propriétés bâties et non bâties
- Méthodologie terrain de repérage des ADBB
- Rédaction des différents rapports
- Lutte contre les ADBB, principes de traitements, pièges...

# Organisation de la session 4 jours

---

- JOUR 1
- Le bois et son anatomie, les essences de bois, les clés de reconnaissance
- Les insectes xylophages, à larves xylophages, insectes nidificateurs

# Organisation de la session 4 jours

---

- JOUR 2
- Les termites
- Les champignons lignivores

# Organisation de la session 4 jours

---

- JOUR 3
- Les traitements préventifs, curatifs
- Sortie terrain, étude de cas sur site

# Organisation de la session 4 jours

---

- JOUR 4
- La réglementation
- Exercices pratiques, reconnaissance des pathologies, rédaction de rapport
- Test de connaissances

# Illustrations des désordres...

---

Où comment ces petites bêtes arrivent à nous empoisonner la vie... en ruinant nos maisons... notre moral et nos porte-feuilles !

# Illustrations des désordres...

- Liens vidéo vers cas termites, capricornes, mérule

---
- <https://www.youtube.com/watch?v=Hru8mC09eyk>
- [https://www.youtube.com/watch?v=rZMWWV5\\_oIE](https://www.youtube.com/watch?v=rZMWWV5_oIE)
- <https://www.youtube.com/watch?v=CEphrBaZVPg>
- <https://www.youtube.com/watch?v=TJAZJNvpy3s&feature=youtu.be>
- [https://youtu.be/cMMuaRUNn\\_Q?t=70](https://youtu.be/cMMuaRUNn_Q?t=70)
- [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=120&v=zDxyo3nct4s&feature=emb\\_title](https://www.youtube.com/watch?time_continue=120&v=zDxyo3nct4s&feature=emb_title)
- <https://www.youtube.com/watch?v=JAkoTUwNkMg>

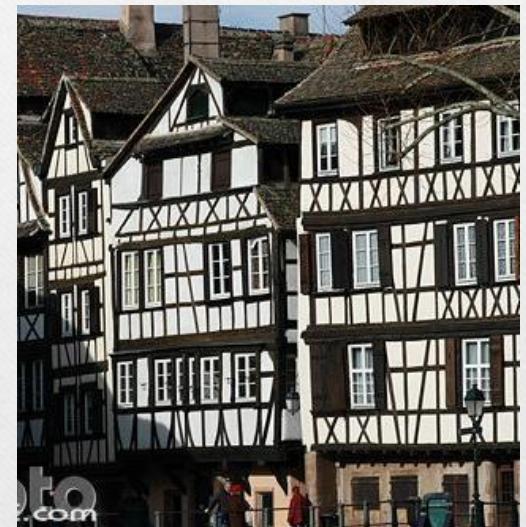
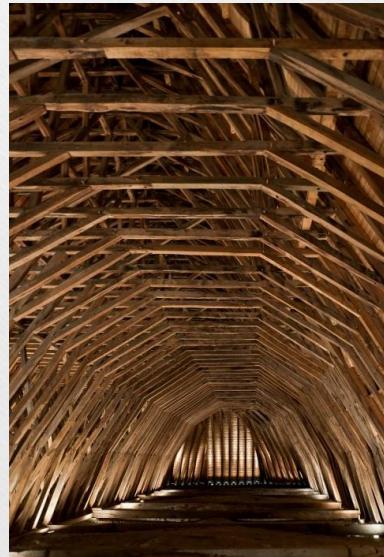
# Illustrations des désordres...

- De l'utilité de prendre connaissance de l'état parasitaire du bien acquis... avant de l'acheter



# Le bois et son anatomie

- Un matériau naturel, très utilisé dans la construction du bâti ancien...



# Le bois et son anatomie

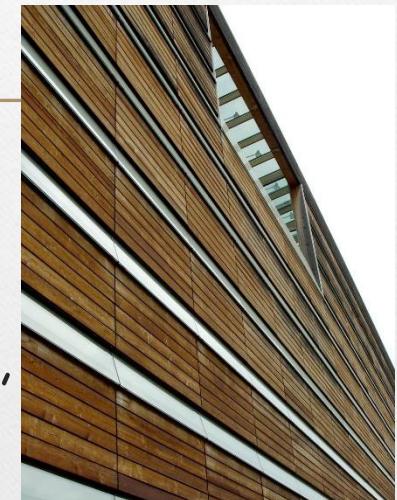
- ... ainsi que dans les constructions contemporaines !



# Le bois et son anatomie



- sert souvent de pièces porteuses, participant à la structure de l'édifice : poutres et poteaux, linteaux, planchers, charpentes...
  
- servent aussi au second œuvre : plinthes, portes, fenêtres, habillages divers mais aussi bardage



# Le bois et son anatomie

## Un matériau naturel complexe

- Composants majeurs :

### **1. Cellulose (40 à 50 %)**

1. Principal polymère du bois, constitué de chaînes de glucose (un sucre).
2. Rôle : assure la stabilité des parois des cellules, confère au bois sa consistance et sa résistance à la traction.

### **2. Hémicellulose (20 à 30 %)**

1. Polymères de sucres plus courts que la cellulose (comme le xylose, le mannose, et l'arabinose).
2. Rôle : liaison entre la cellulose et la lignine, et contribue à la flexibilité du bois.

### **3. Lignine (20 à 30 %)**

1. Polymère complexe composé de phénols.
2. Rôle : agit comme une "colle" qui maintient les fibres de cellulose ensemble et donne au bois sa rigidité et sa résistance à la compression.

# Le bois et son anatomie

## Un matériau naturel complexe

- Composants mineurs :

### 4. Extraits (3 à 10 %)

4. Substances chimiques comme les résines, tanins, huiles essentielles, et alcaloïdes.
5. Rôle : Protection contre les insectes, champignons, et régulation de l'humidité.

### 5. Minéraux (0,1 à 1 %)

4. Essentiellement des cendres contenant du calcium, potassium, et autres éléments.
5. Rôle : Nutrition de l'arbre et stabilité chimique.

### 6. Eau

4. La teneur en eau dans le bois peut varier, mais elle est élevée dans le bois vivant (50-200 %) et diminue une fois séché (10-20 %). (en fractions massiques)

# Le bois et son anatomie

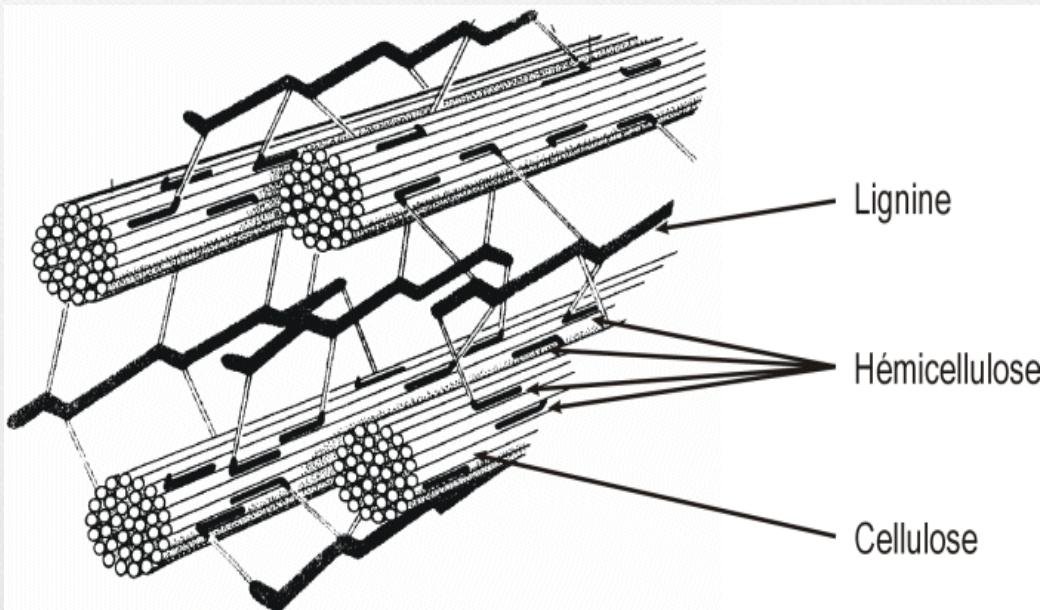
## Un matériau naturel complexe

- **Variations selon les essences :**
- Les proportions de cellulose, hémicellulose, et lignine varient entre les bois feuillus (comme le chêne) et les résineux (comme le pin). Par exemple, les résineux ont souvent une teneur en lignine plus élevée.
- Ensemble, ces composés déterminent les propriétés mécaniques, chimiques et physiques du bois, comme sa résistance, son durcissement, et sa durabilité face aux agressions extérieures.

# Le bois et son anatomie

## ➤ Composants du Matériaux bois

- La cellulose (40-50 %)
  - L'hémicellulose (20-30 %)
  - La lignine (20-30 %)
- 
- + d'autres substances extractibles: sucres, amidons et protéines, comme les tanins, et certains composés minéraux.



# Le bois et son anatomie

## ➤ Composants du Matériau bois : la cellulose

---

- Constituant principal, qui se trouve être le substrat nutritif idéal pour termites et mérule par ex.
- Hydrate de carbone, provenant du mécanisme de la photosynthèse
- Constitue la majeure partie des cellules du bois  
(à partir du glucose formé dans les feuilles, transporté par la sève, jusque dans le tronc sous l'écorce, au niveau du cambium, bois de croissance = couche où naissent les cellules)
- L'hémicellulose = glucide biopolymère faisant pontage entre les fibres de cellulose

# Le bois et son anatomie

## ➤ Composants du Matériaux bois : la lignine

---

- Constituant secondaire
- Biopolymère renouvelable, 2<sup>ème</sup> le + abondant sur terre
- Formant env. 70 % de la biomasse totale avec cellulose
- Permet au bois d'être rigidifié (mutation des végétaux du port rampant (mousses) au port dressé)
- Peut aussi être l'objet d'attaques par ADBB

# Le bois et son anatomie

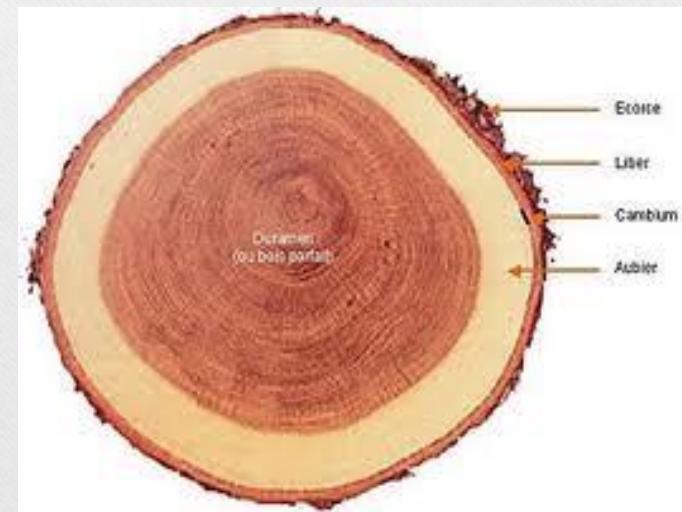
## ➤ Composants du Matériaux bois

---

- le bois est un matériau composite naturel
- on appelle matériaux composites des matériaux composés d'un renfort et d'une matrice
- la cellulose est la fibre de renfort
- la lignine est la matrice
- les hémicelluloses composent une interface qui rend ces deux précédents matériaux compatibles.

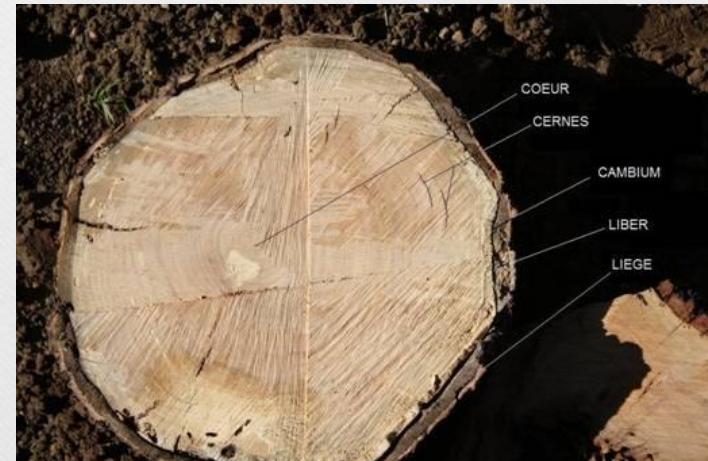
# Le bois et son anatomie

- Un tronc d'arbre comporte l'écorce, enveloppe extérieure
- l'Aubier (bois vivant dans lequel circule la sève)
- Dans lequel on distingue les cernes annuels
- et le Duramen : bois mort, très dur,
  - = bois de cœur ou bois parfait
  - = bois duraminisé, naturellement + résistant aux attaques ADBB



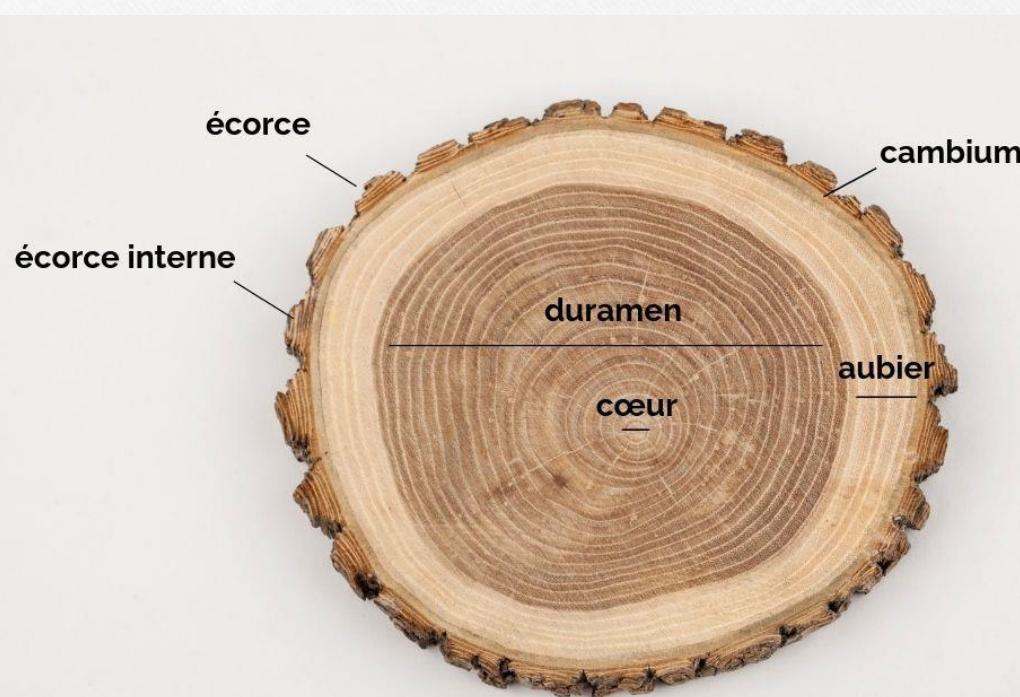
# Le bois et son anatomie

- Croissance de l'arbre, Structure macroscopique
  - Ecorce = protection mécanique
  - Barrière physico-chimique contre les parasites (substances de défense)
  - Par desquamation, élimine certains parasites (mousses, lichens, bactéries...)



# Le bois et son anatomie

## Coupe du bois



On différencie

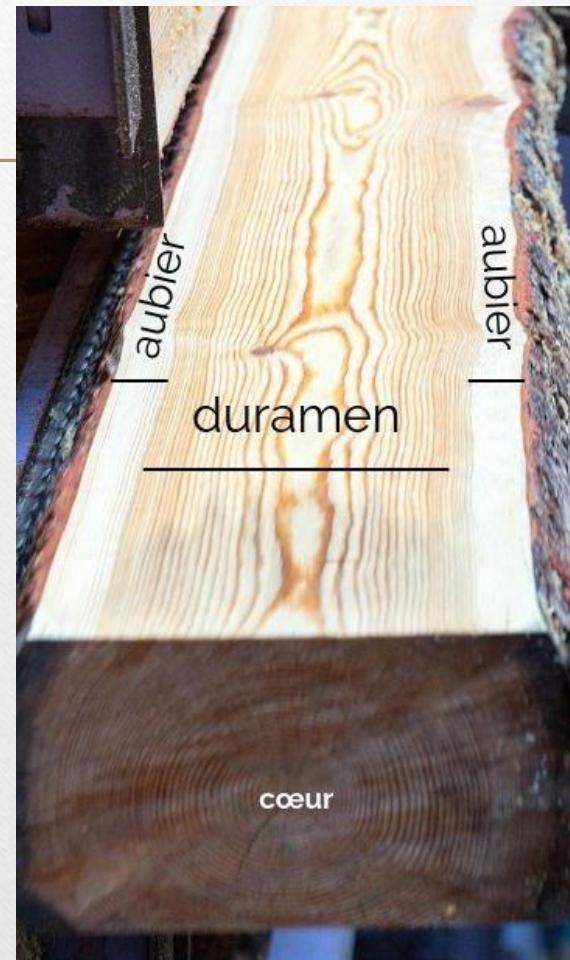
- le bois de cœur, au milieu de l'arbre
- l'aubier qui est la couronne autour du bois de cœur.

# Le bois et son anatomie



l'aubier (à l'extérieur)

le duramen (au centre)



# Le bois et son anatomie

## ➤ Croissance de l'arbre

- Pour certaines essences, l'aubier et le bois de cœur ne sont pas différenciés. (tels le sapin et l'épicéa)
- Nommé aubier indifférencié



# Le bois et son anatomie

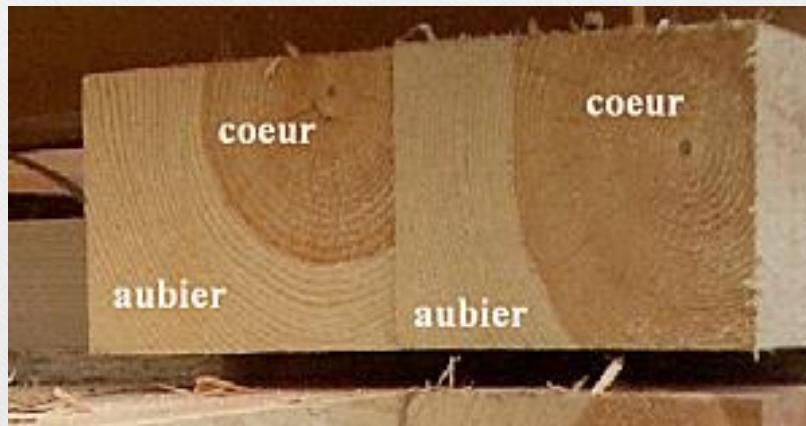
- Croissance de l'arbre
- Certaines essences présentent des aubiers différenciés
- Douglas, Mélèze, Pin, Chêne, Châtaignier, Noyer...



# Le bois et son anatomie

## ➤ Notion de durabilité

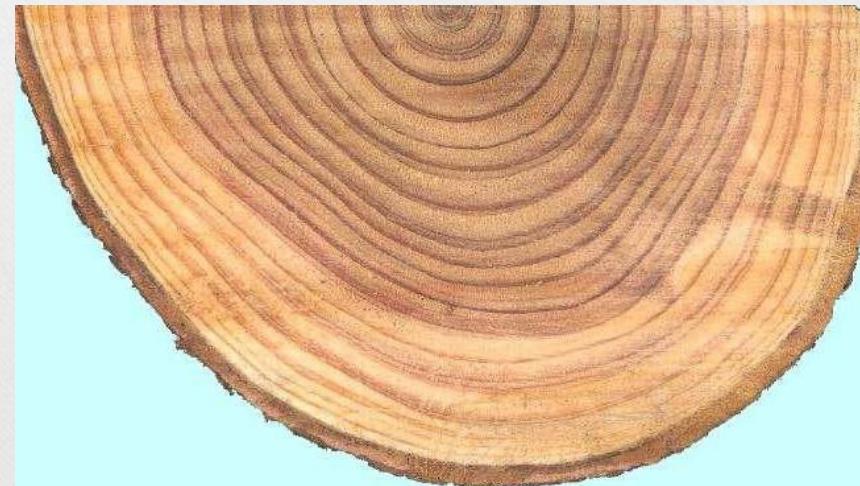
- A la différence du duramen, l'aubier, riche en amidons, est un bois plus tendre, considéré comme imprégnable, et non durable



# Le bois et son anatomie

## ➤ Croissance de l'arbre

- Cernes annuels de croissance, permettent de visualiser la croissance annuelle de l'arbre
- 1 cerne = bois initial de printemps + bois final d'été
- La largeur des cernes varie selon les essences et le climat



# Le bois et son anatomie

## Les diverses essences de bois :

- Les résineux = conifères tels les pins, sapins, épicéas, douglas, mélèze, cyprès...



# Le bois et son anatomie

## Les diverses essences de bois :

- Les résineux = arbre (sous-embranchement des gymnospermes) produisant de la résine
- Feuilles transformées en aiguilles
- Généralement persistantes
- Fruits en forme de cônes



# Le bois et son anatomie

## Les diverses essences de bois :

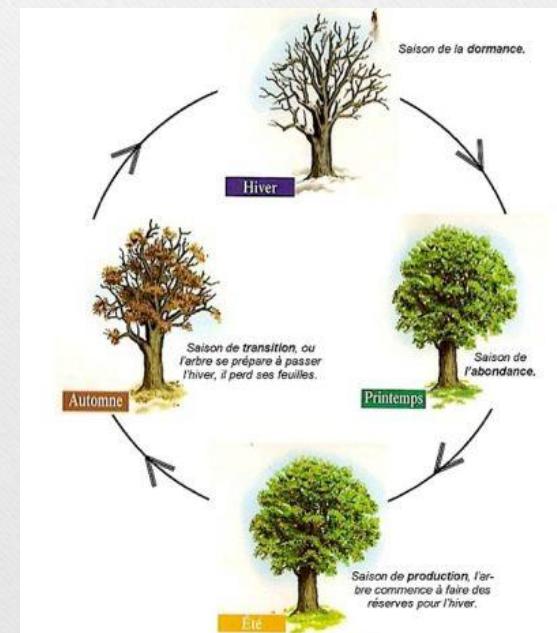
- Les feuillus = chênes, hêtres, peupliers, châtaigniers, aulne, frêne ...



# Le bois et son anatomie

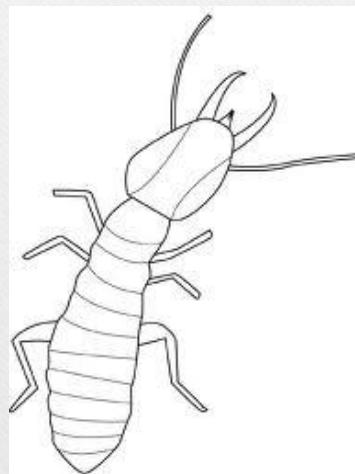
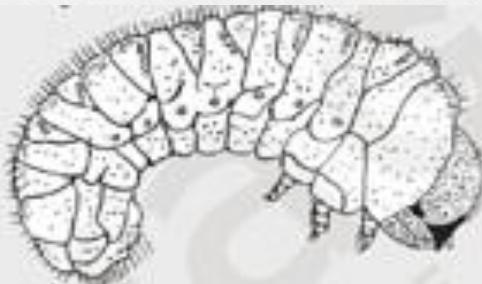
# Les diverses essences de bois :

- Les feuillus = arbres qui développent des feuilles plus ou moins larges et plates, nervurées ou membraneuses
  - Par opposition aux aiguilles
  - Feuillage caduque ou non persistant
  - Sous-embranchement des Angiospermes



# Le bois et son anatomie

- les feuillus : longévité remarquable, qualités de résistance et de durabilité
- les résineux : moins résistants et performants dans le temps

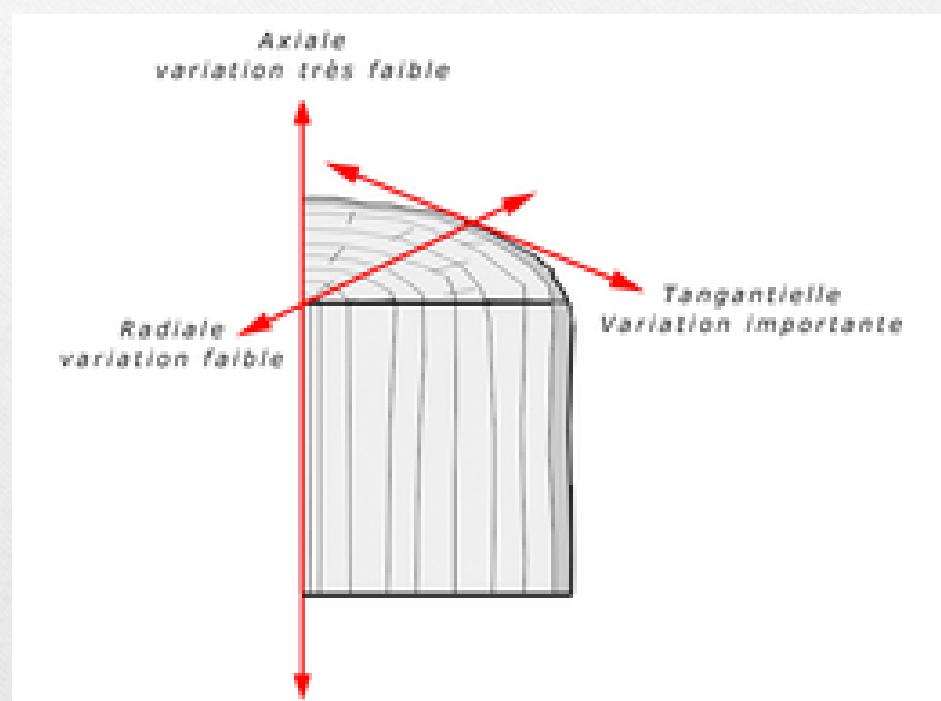


Ils peuvent quasiment tous faire l'objet d'attaques par des parasites multiples : les agents de dégradation biologique du bois

# Le bois et son anatomie

## ➤ Caractéristiques, Structure microscopique

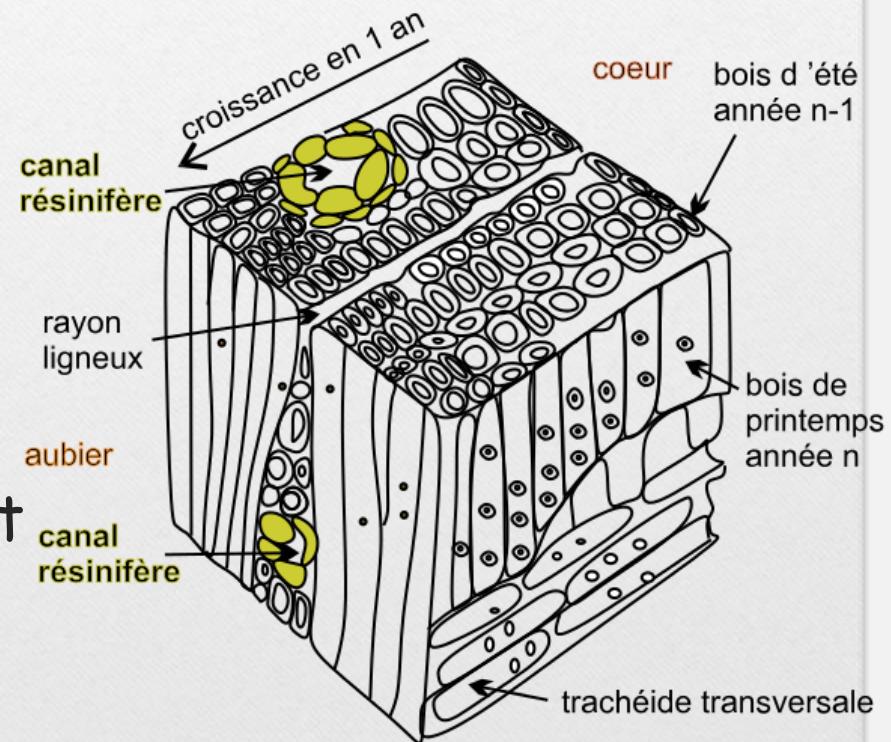
- Matériau anisotrope  
= qualité structurelle différente selon l'axe
- Conséquences directes sur les propriétés mécaniques



# Le bois et son anatomie

## ➤ Caractéristiques, Structure microscopique

- Les 3 axes ou plans d'observation = le plan ligneux
- Il est invariable pour une même essence et permet de distinguer les espèces

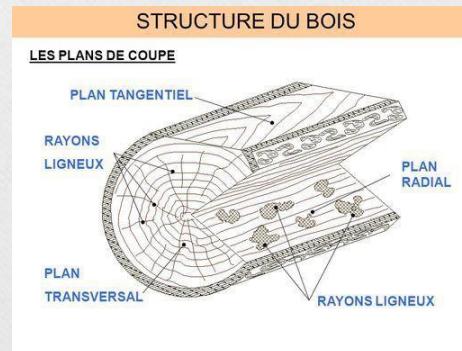


# Le bois et son anatomie

## ➤ Caractéristiques, Structure microscopique

---

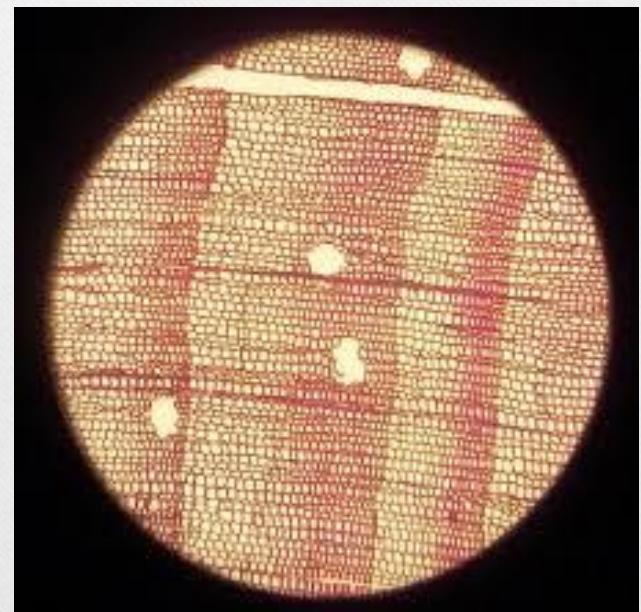
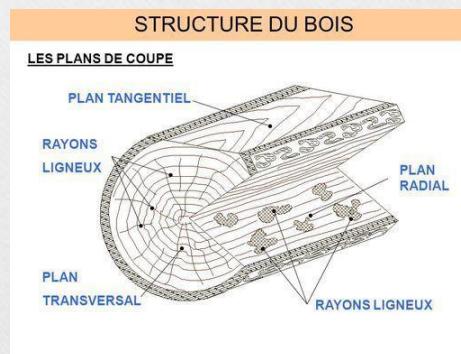
- Vue transversale d'un feuillu (ici chêne)
- Perpendiculaire à l'axe vertical du tronc
- Aperçu des vaisseaux
- = coupe horizontale selon  
vue axiale



# Le bois et son anatomie

## ➤ Caractéristiques, Structure microscopique

- Vue transversale d'un résineux (pin)
- Aperçu des canaux résinifères

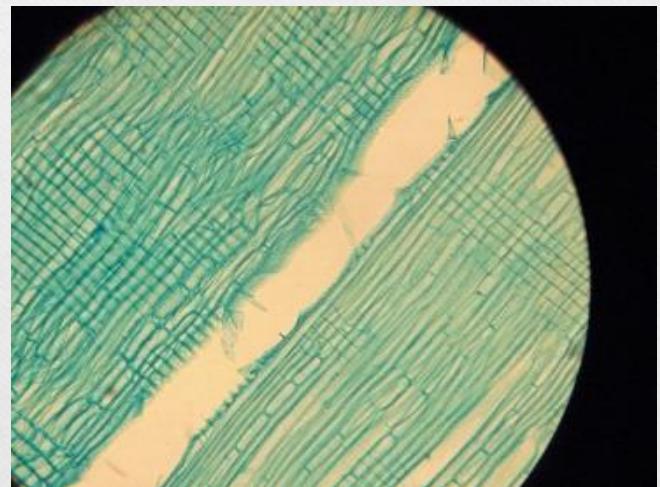
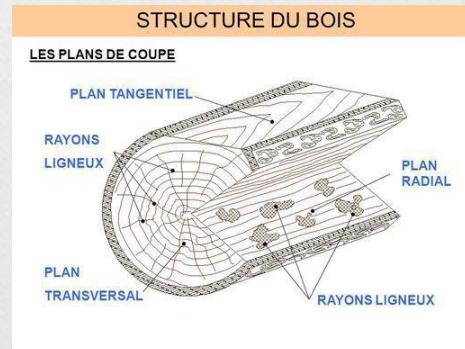


# Le bois et son anatomie

## ➤ Caractéristiques, Structure microscopique

---

- Face radiale obtenue si on coupe parallèlement à un rayon ligneux
- C'est donc une coupe verticale qui va du cœur à la périphérie de la tige (vue de côté)

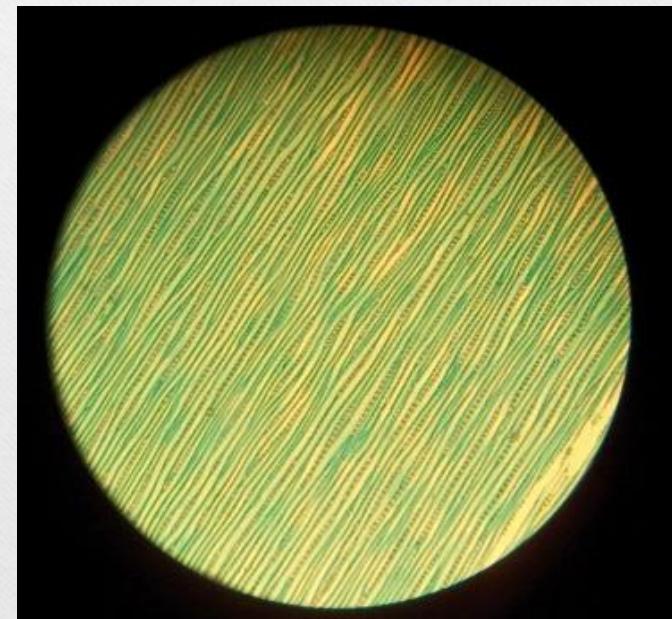
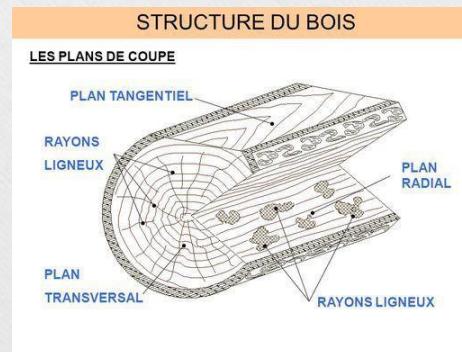


# Le bois et son anatomie

## ➤ Caractéristiques, Structure microscopique

---

- La face tangentielle est également verticale, mais, tangente à un cerne.
- C'est en quelque sorte une vue de devant (ici résineux)

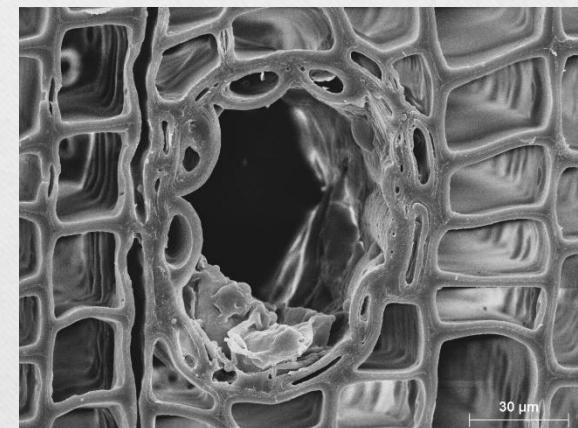
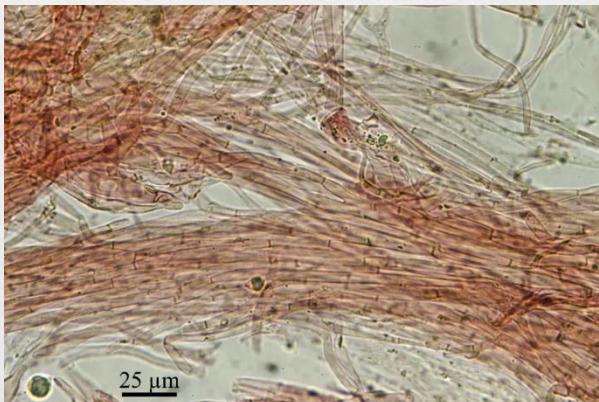


# Le bois et son anatomie

## ➤ Caractéristiques, Structure microscopique

---

- La structure tubulaire du bois permet le passage & développement des hyphes (filaments, mycélium) des champignons à travers les canaux ou vaisseaux



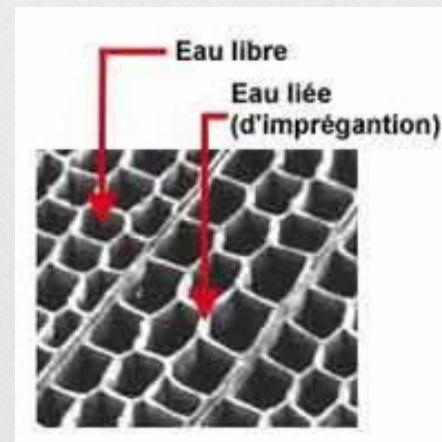
# Le bois et son anatomie

- Propriétés, structure microscopique du bois
  - Teneur en eau du bois
  - Différents types d'eau : eau liée & eau libre
  - Eau de constitution = composant chimique, disparaît sous l'effet de la chaleur => charbon
  - Eau d'imprégnation = naturellement contenue dans les fibres (tissus cellulaires)
  - On parle donc ici d'eau liée

# Le bois et son anatomie

## ➤ Propriétés, structure microscopique du bois

- Eau libre = répartie dans les vides cellulaires et inter-cellulaires
- C'est la première eau qui disparaît au séchage par évaporation



# Le bois et son anatomie

## ➤ Propriétés, structure microscopique du bois

---

- Teneur en eau du bois
- Un bois fraîchement abattu présente une teneur en eau de 40 à 50 %
- Lorsque l'eau libre a disparu, le bois atteint le "point de saturation des fibres" (env. 30 %)
- Entre 20 et 30% d'humidité relative (HR) du bois, on dit que le bois est demi-sec.

# Le bois et son anatomie

- Propriétés, structure microscopique du bois

---
- Teneur en eau du bois
- Ce taux d'humidité du bois = rapport entre masse d'eau de l'échantillon et la masse de ce même échantillon après séchage (en four à 103 ° C) = masse anhydre
- Méthode de mesure :  
par appareils électriques  
(conductivité de l'eau +/- au passage d'un courant élec)



# Le bois et son anatomie

## ➤ Propriétés, structure microscopique du bois

---

- matériau hygroscopique = absorbe l'eau :
- Sous forme liquide, par capillarité dans ses pores ou cavités cellulaires
- Sous forme gazeuse, vapeur d'eau à travers ses parois cellulaires
- Par diffusion moléculaire à travers ses parois cellulaires

# Le bois et son anatomie

## ➤ Propriétés, structure microscopique du bois

---

- Il atteint son équilibre hygroscopique pour une température et un taux d'humidité relative donnés
- (Diagramme d'équilibre hygroscopique du bois)
- Cette aptitude à la « circulation des liquides » caractérise aussi ses facultés d'imprégnation

# Le bois et son anatomie

- Propriétés, structure microscopique du bois

---
- Teneur en eau du bois
- Conséquences sur les variations dimensionnelles
- On dit que le bois « travaille » = il gonfle sous l'effet de l'humidité et se rétracte en séchant

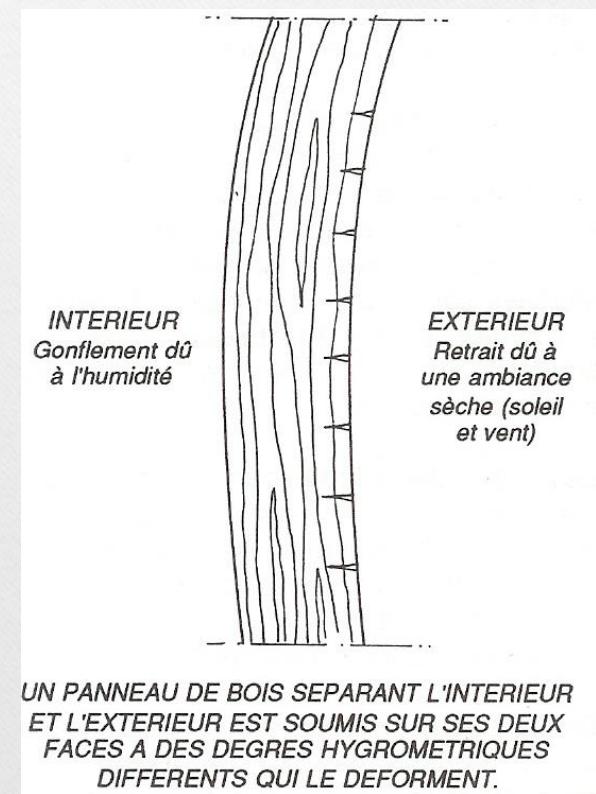
# Le bois et son anatomie

- Propriétés, structure microscopique du bois
- La teneur en eau du bois va influer sur
- La conservation du bois (au dessus de 20% d'humidité, apparition du risque ADBB)
- Les variations dimensionnelles du bois
- Les propriétés mécaniques du bois

# Le bois et son anatomie

## ➤ Propriétés, structure microscopique du bois

- Teneur en eau du bois (< 30 %)
- Conséquences sur les variations dimensionnelles
- propriété du matériau bois de varier de volume quand son taux d'humidité varie au dessous du point de saturation ( $H=30\%$ )



# Le bois et son anatomie

- Propriétés, structure microscopique du bois

---

  - Les variations dimensionnelles :
  - La rétractabilité linéaire (axiale / radiale/ tangentielle)
  - Variation dimensionnelle dans les trois directions citées ci-dessus par pourcentage de variation de l'humidité
  - Des coefficients sont définis par essence et permettent les calculs de rétractibilité

# Le bois et son anatomie

## ➤ Propriétés, structure microscopique du bois

---

- Les variations dimensionnelles :
- La rétractabilité volumétrique
- Elle traduit l'aptitude du bois à changer de volume.
- Le coefficient de rétractibilité volumétrique est sensiblement égal à la somme des trois coefficients de rétractibilité linéaire.

# Le bois et son anatomie

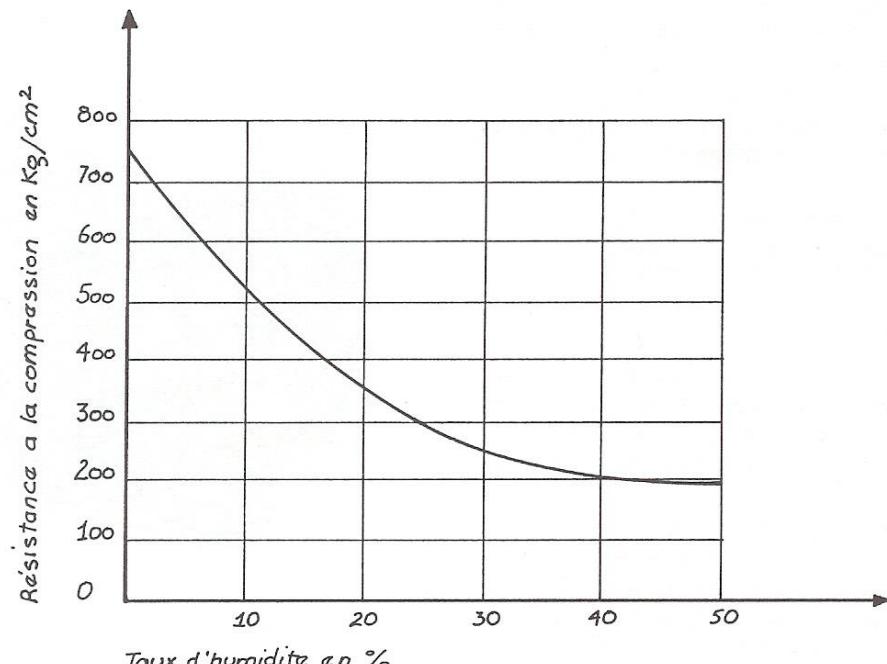
- Propriétés, structure microscopique du bois

---
- Teneur en eau du bois
- Conséquences sur les propriétés mécaniques
- En dessous de 25% d'humidité, la résistance mécanique du bois augmente de façon inversement proportionnelle à sa teneur en eau

# Le bois et son anatomie

## ➤ Propriétés, structure microscopique du bois

- Teneur en eau  
du bois



RESISTANCE A LA COMPRESSION DU BOIS  
EN FONCTION DE SON TAUX D'HUMIDITE (EXEMPLE DU PIN)

# Le bois et son anatomie

- Propriétés, structure microscopique du bois

---
- Teneur en eau du bois
- Cette caractéristique hygroscopique influence directement :
- Ses propriétés mécaniques
- Sa résistance ou durabilité face aux attaques des ADBB

# Le bois et son anatomie

## ➤ Propriétés, structure microscopique du bois

---

- Imperméabilité et durabilité
- Les essences de bois sont caractérisées par différents classements :
- - classification de la durabilité naturelle vis-à-vis des champignons lignivores,
- - classification de la durabilité naturelle vis-à-vis des capricornes et des vrillettes
- - classification de la durabilité naturelle vis-à-vis des termites
- - classification d'imperméabilité (propriété utilisée pour le traitement autoclave)

# Le bois et son anatomie

- Propriétés, structure microscopique du bois
- Imprégnabilité et durabilité (exemples)

Imprégnabilité	du Duramen (bois parfait)	de l'Aubier
Douglas	non imprégnable	moyennement à peu imprégnable
Mélèze	non imprégnable	moyennement imprégnable
Pin sylvestre	peu à non imprégnable	imprégnable
Western red cedar	peu à non imprégnable	peu imprégnable
Châtaignier	non imprégnable	moyennement imprégnable
Chêne	non imprégnable	imprégnable
Robinier	Faux acacia non imprégnable	imprégnable
Iroko	non imprégnable	.
Azobe	non imprégnable	.

# Le bois et son anatomie

- Propriétés, durabilité et biodégradabilité
  - Dans le milieu naturel, les végétaux possèdent une durabilité propre par rapport aux dégradations biologiques
  - C'est ce qui permet l'élimination des végétaux morts = biodégradables
  - Décomposition des matières organiques par l'action d'organismes vivants extérieurs, de micro-organismes ou champignons

# Le bois et son anatomie

## ➤ Propriétés, durabilité et biodégradabilité

- En l'absence de ce recyclage naturel, la vie sur terre serait impossible
- Entassement des végétaux et autres matières organiques depuis des millions d'années !!



Termites, mérules et autres xylophages

# Le bois et son anatomie

- Propriétés, durabilité et biodégradabilité
- Les abondantes variétés d'essences de bois sont pour l'immense majorité objets d'attaques par les ADBB :
- Micro-organismes, bactéries...
- Insectes xylophages
- Insectes à larves xylophages
- Champignons lignivores
- Térébrants marins

# Le bois et son anatomie

## ➤ Propriétés, durabilité et biodégradabilité

---

- Chaque essence possède sa propre résistance = durabilité naturelle
- Fonction de sa structure anatomique
- D'une façon générale, l'aubier = périssable ou non durable = faible résistance aux ADBB
- Ses réserves en amidon en font une source nourricière pour certains ADBB

# Le bois et son anatomie

- Propriétés, durabilité et biodégradabilité
- Le duramen offre des qualités de résistance souvent bien supérieure
- Duramen contenant des antiseptiques naturels (résines, tanins..)
- Développement impossible anatomiquement pour certains ADBB (finesse des vaisseaux de feuillus par ex. pour certains œufs d'ILX ou hyphes de champignons.)

# Le bois et son anatomie

- Propriétés, durabilité et biodégradabilité
- Attention, pour une même essence, la durabilité peut être sujette à variations : notion de terroir = qualité du sol, conditions climatiques, voir type de prélèvement dans la pièce de bois
- La non-durabilité d'un bois face aux risques biologiques peut avoir des conséquences :
- Simplement esthétiques
- Ou plus grave, de perte de résistance mécanique

# Le bois et son anatomie

## ➤ Propriétés, durabilité et biodégradabilité

---

- La norme EN 350 (Partie 1 et Partie 2) a donc pu définir des classes de durabilité naturelle
- De Classe 1 Très durable
- À Classe 5 Non durable
- Celle-ci ne fixe que la durabilité intrinsèque pour env. 125 essences de bois en Europe
- Ne pas confondre avec la durabilité d'un ouvrage dans une situation donnée pour une essence de bois

# Le bois et son anatomie

- Propriétés, durabilité et biodégradabilité
- La norme EN 335 définit les classes de risque ou classe d'emploi du bois
- Associe une situation à risque dans lequel le bois est mis en service
- Les risques biologiques auxquels le bois mis en service est exposé, liés à la notion d'humidité
- De la classe 1, faiblement exposé
- A la classe 5, la plus exigeante

# Le bois et son anatomie

## ➤ Propriétés, durabilité et biodégradabilité

PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DES CINQ CLASSES DE RISQUES D'APRÈS LA NORME NF EN 335						
Classe	Situation générale en service (type d'ouvrage)	Humidité du bois	Risques d'humidification	Insectes	Champignons	Zones vulnérable
1	A l'abri des intempéries (lambris, parquets, menuiseries intérieures)	Toujours < 18 %	Aucun	Larves Termites	-	0 à 3 mm
2	A l'abri des intempéries (charpentes, planchers, ossatures)	Parfois > 20 %	Occasionnels	Larves Termites	Pourritures superficielles à virulence faible	0 à 3 mm
3A	Non abrité sans contact avec le sol (bardages,menuiseries extérieures)	Souvent > 20 %	Fréquents sans stagnation d'eau	Larves Termites	Pourritures superficielles à virulence faible	0 à 3 mm (sans stagnation d'eau sur du bois debout)
3B	Non abrité sans contact avec le sol (bardages,menuiseries extérieures)	Souvent > 20 %	Fréquents avec stagnation d'eau possible	Larves Termites	Pourritures plus significatives, virulence modérée à forte	6 mm et plus en latéral et jusqu'à 30 à 50 mm en bois debout et assemblages
4	Contact avec le sol ou l'eau douce (pieds de poteaux, aménagements extérieurs)	Toujours > 20 %	Permanents avec rétention ou stagnation d'eau	Larves Termites	Pourritures profondes à forte virulence. Pourriture molle	Tout le volume du bois (au minimum sur une partie des pièces)
5	Bois en contact avec l'eau de mer (piliers, pontons, bois immergés)		Permanents	Térébrants marins	Pourritures profondes à forte virulence. Pourriture molle	Tout le volume du bois