



Termites, m\u00e9rules et autres xylophages

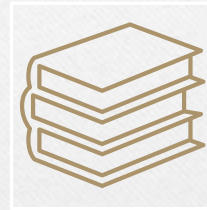


Causes et cons\u00e9quences des agents de
d\u00e9gradation biologique des bois

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 rapport
(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...

Ou 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, mэрule
- <https://www.youtube.com/watch?v=Hru8mC09eyk>
- 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://www.youtube.com/watch?time_continue=120&v=zDxyo3nct4s&feature=emb_title
- <https://www.youtube.com/watch?v=JAkoTUwNkMg>

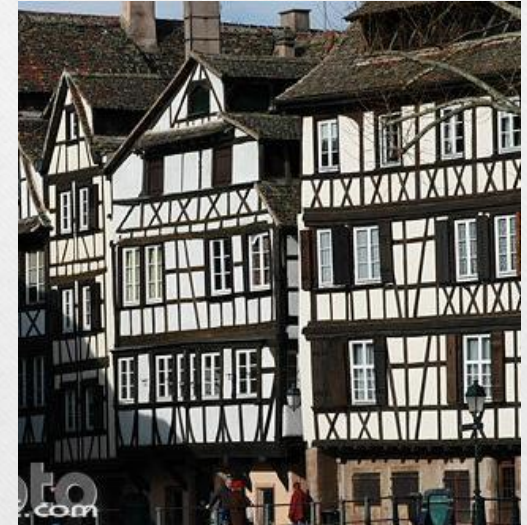
Illustrations des désordres...

- 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

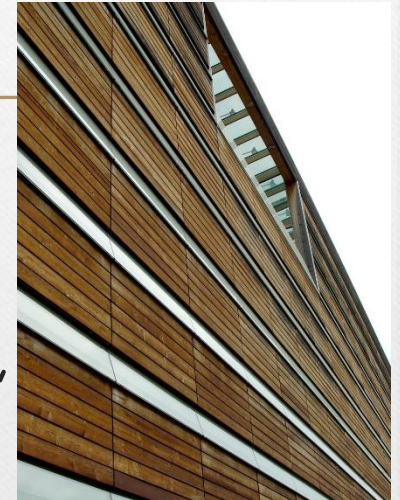
- ... ainsi que dans les constructions contemporaines !



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 :

Cellulose

Hémicellulose

Lignine

Le bois et son anatomie

Cellulose (40 à 50 %)

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

Hémicellulose (20 à 30 %)

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

Lignine (20 à 30 %)

- Polymère complexe composé de phénols.
- 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 :



Extraits



Minéraux



Eau

Le bois et son anatomie

Extraits (3 à 10 %)

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

Minéraux (0,1 à 1 %)

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

Eau

- 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.



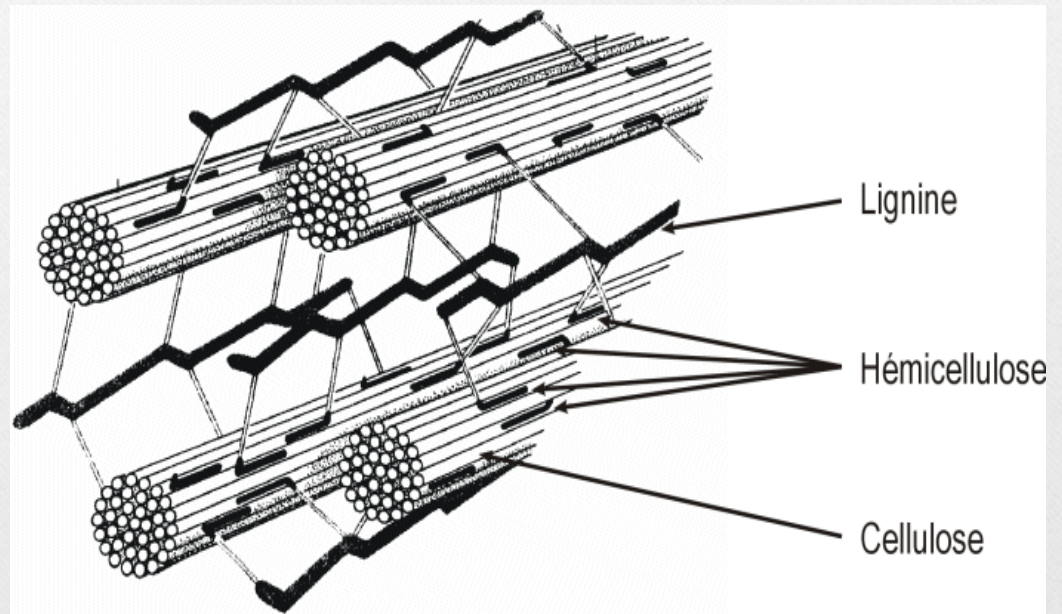
Ensemble, ces composés déterminent les propriétés mécaniques, chimiques et physiques du bois, comme sa résistance, son durcissement, et sa durabilité face aux agressions extérieures.

Le bois et son anatomie

➤ Composants du Matériau bois

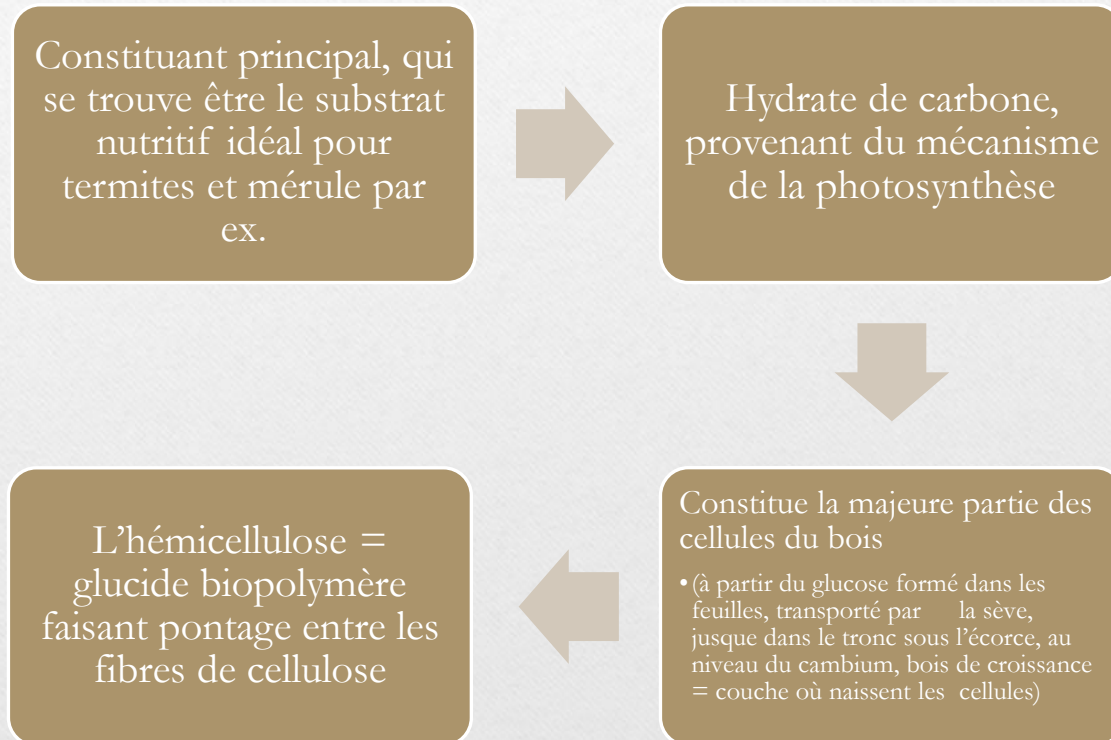
- La cellulose (40-50 %)
- L'hémicellulose (20-30 %)
- La lignine (20-30 %)

- + 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



Le bois et son anatomie

➤ Composants du Matériau bois : la lignine

Constituant secondaire

Biopolymère
renouvelable, 2^{ème} 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 Matériau 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



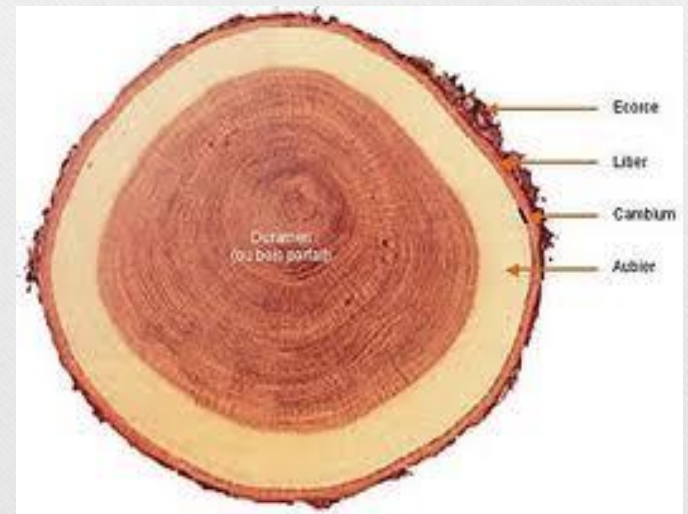
la lignine est la matrice



les hémicelluloses composent une interface qui rend ces deux précédents matériaux compatibles.

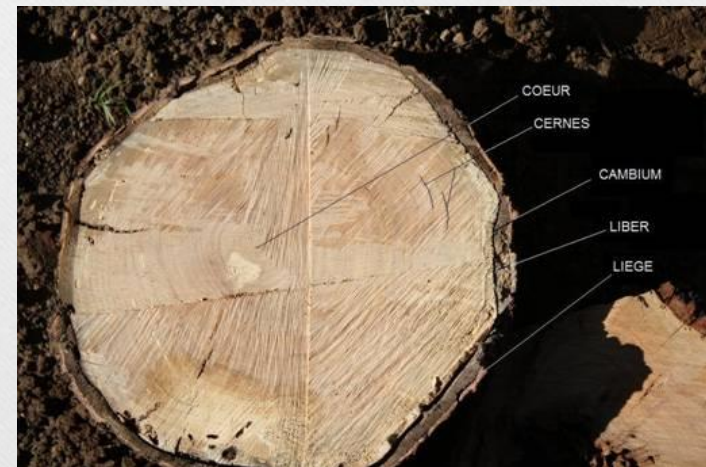
Le bois et son anatomie

- 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



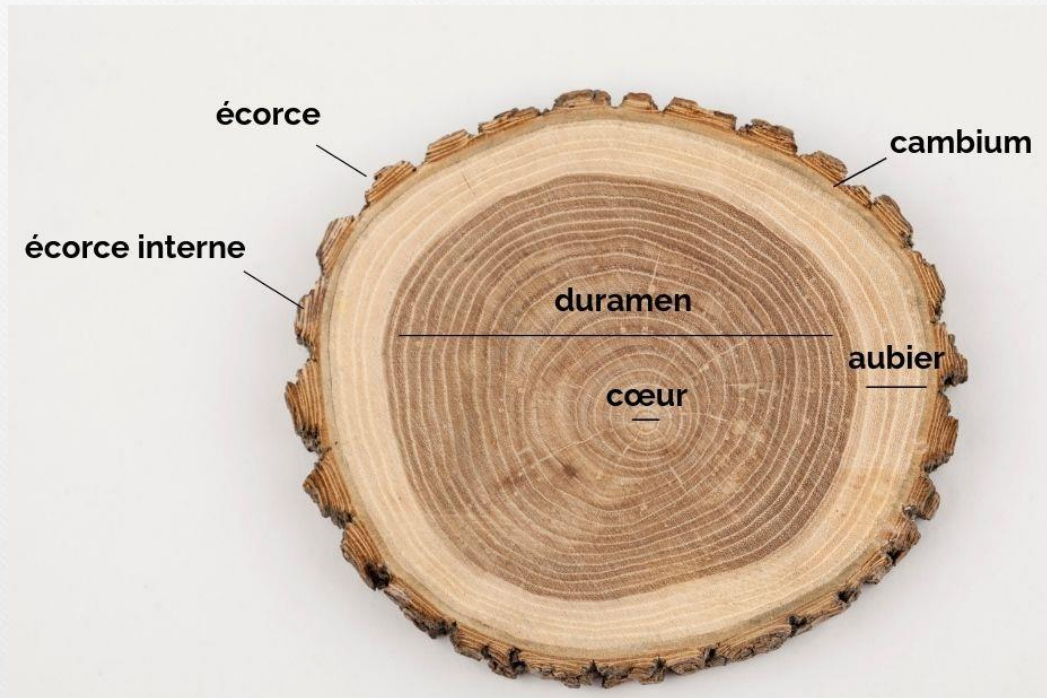
Le bois et son anatomie

- 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

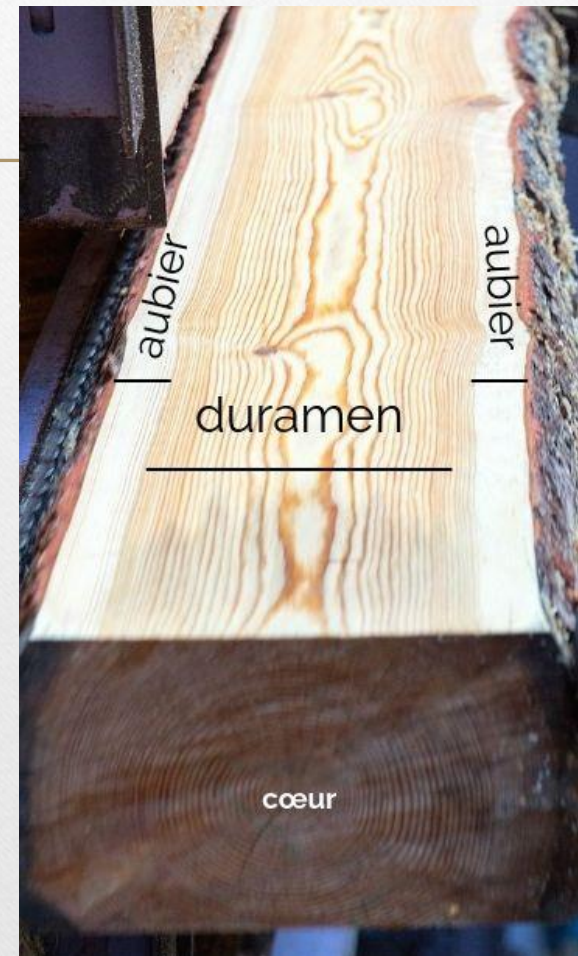
- le bois de cœur, au milieu de l'arbre
- l'aubier qui est la couronne autour du bois de cœur.

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 :

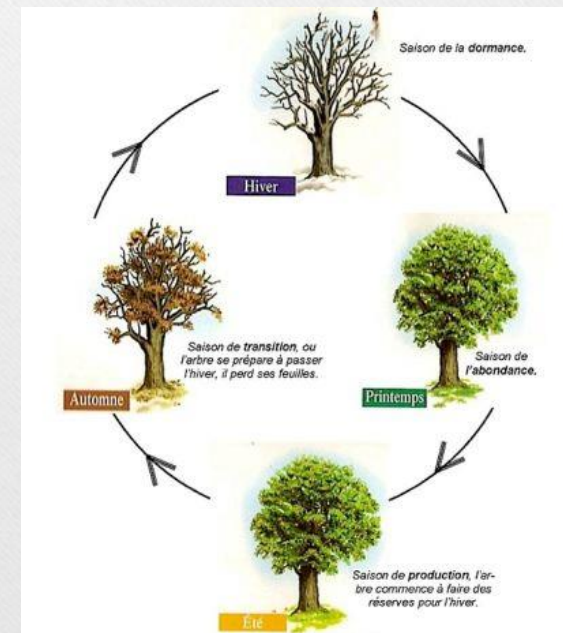
- Les feuillus = chênes, hêtres, peupliers, châtaigniers, aulne, frêne ...



Le bois et son anatomie

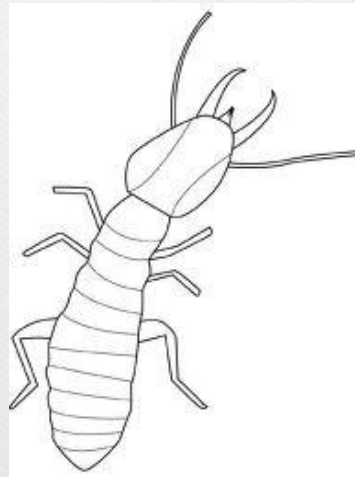
Les diverses essences de bois :

- 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

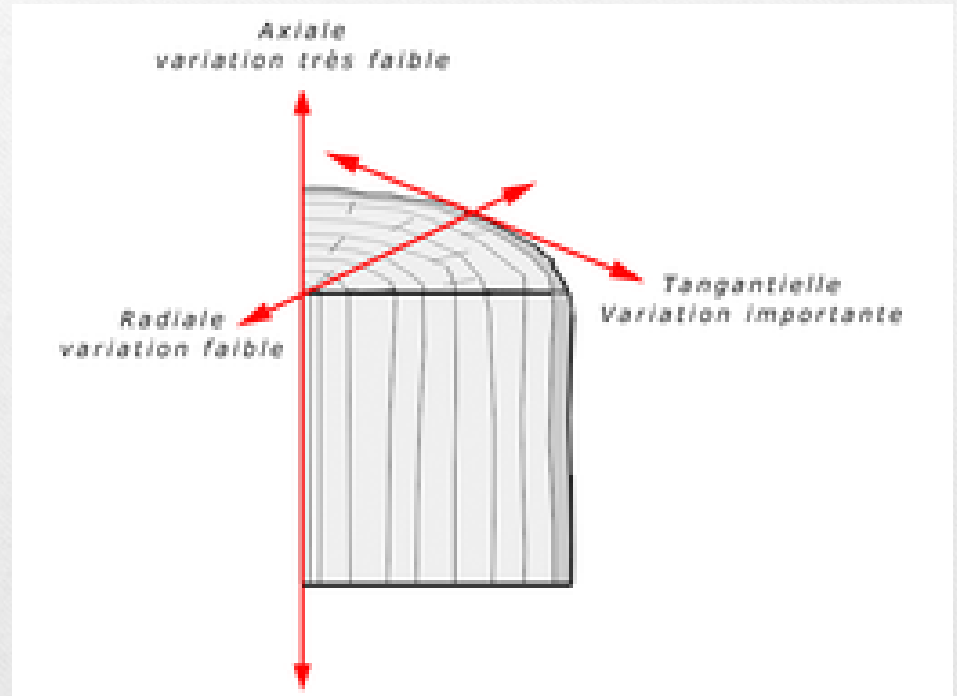


ils peuvent quasiment tous faire l'objet d'attaques par des parasites multiples : les agents de dégradation biologique du bois

Le bois et son anatomie

➤ Caractéristiques, Structure microscopique

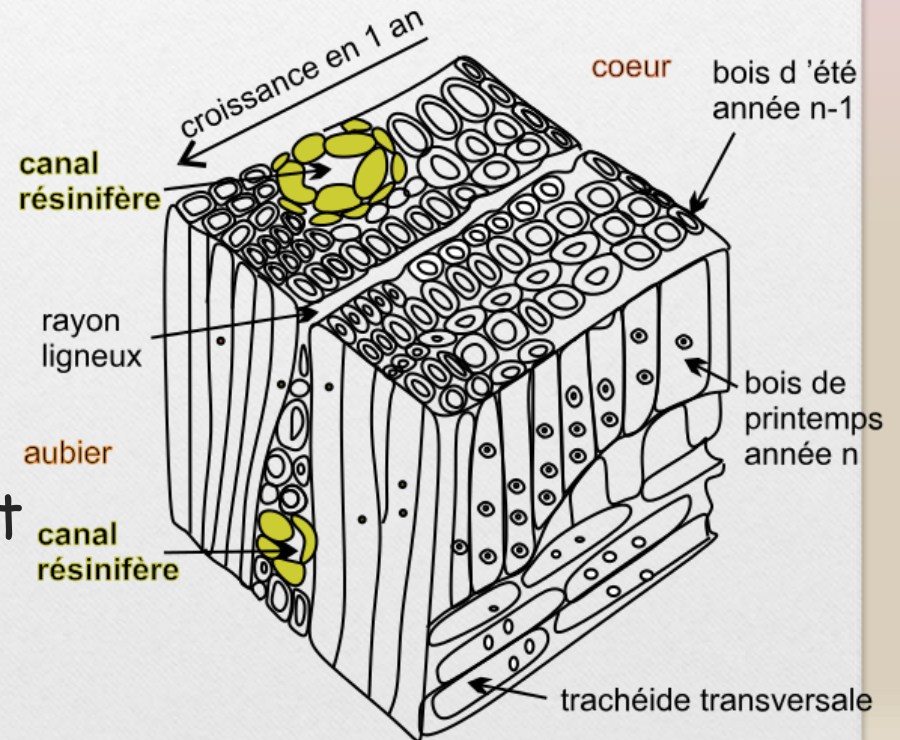
- Matériau anisotrope
= qualité structurelle
différente selon l'axe
- Conséquences directes
sur les propriétés
mécaniques



Le bois et son anatomie

➤ Caractéristiques, Structure microscopique

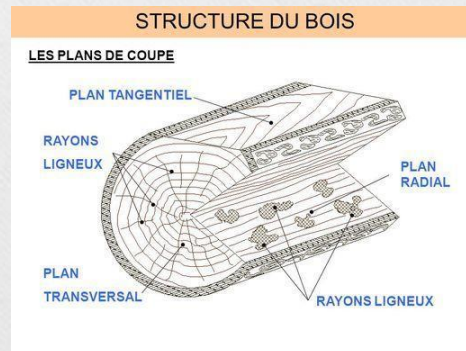
- Les 3 axes ou plans d'observation = le plan ligneux
- Il est invariable pour une même essence et permet de distinguer les espèces



Le bois et son anatomie

➤ Caractéristiques, Structure microscopique

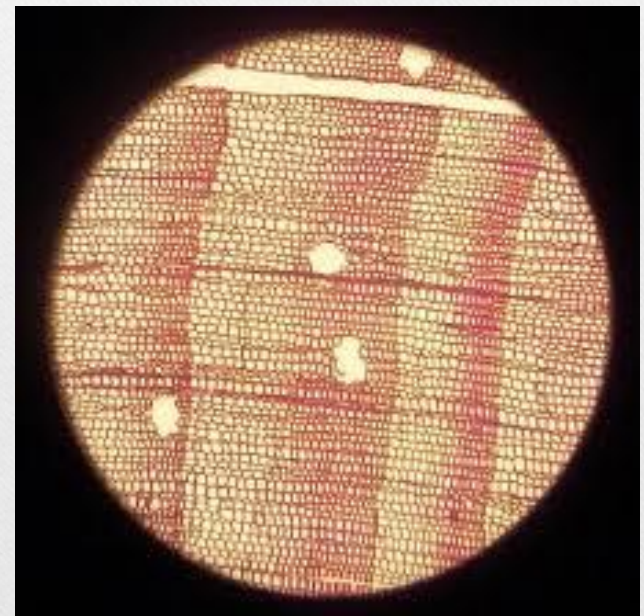
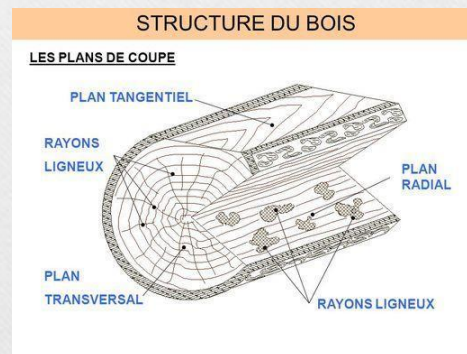
- Vue transversale d'un feuillu (ici chêne)
- Perpendiculaire à l'axe vertical du tronc
- Aperçu des vaisseaux
- = coupe horizontale selon
vue axiale



Le bois et son anatomie

➤ Caractéristiques, Structure microscopique

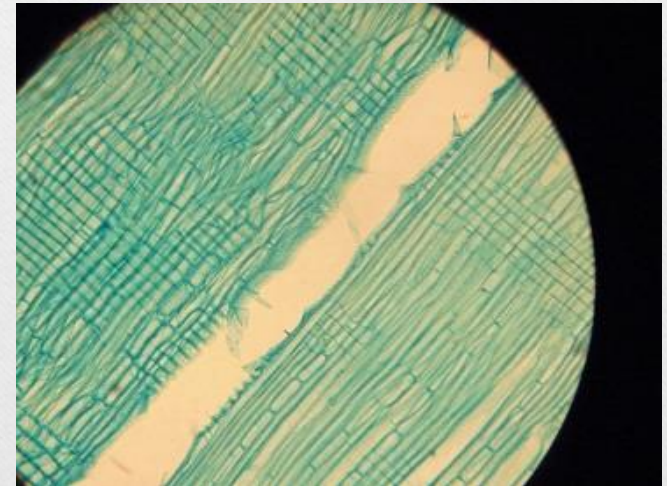
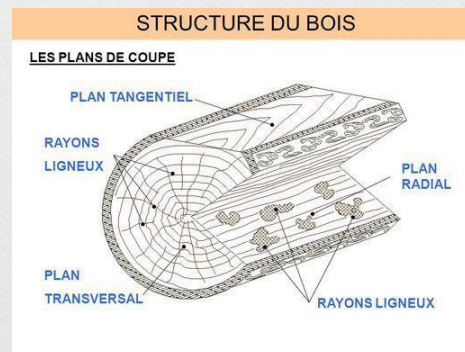
- Vue transversale d'un résineux (pin)
- Aperçu des canaux résinifères



Le bois et son anatomie

➤ Caractéristiques, Structure microscopique

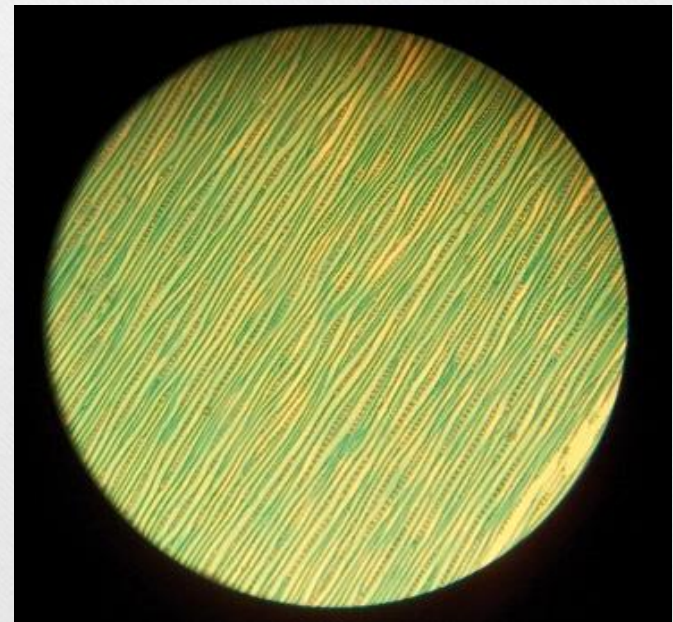
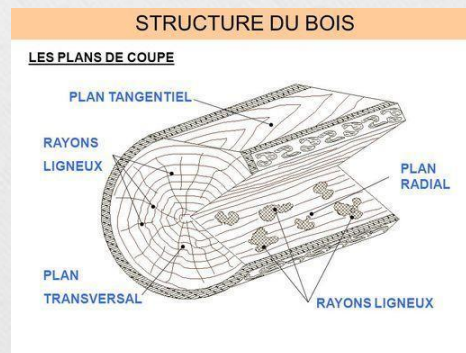
- Face radiale obtenue si on coupe parallèlement à un rayon ligneux
- C'est donc une coupe verticale qui va du cœur à la périphérie de la tige (vue de côté)



Le bois et son anatomie

➤ Caractéristiques, Structure microscopique

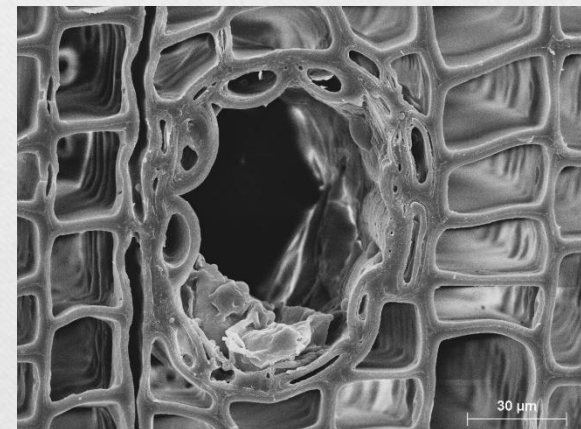
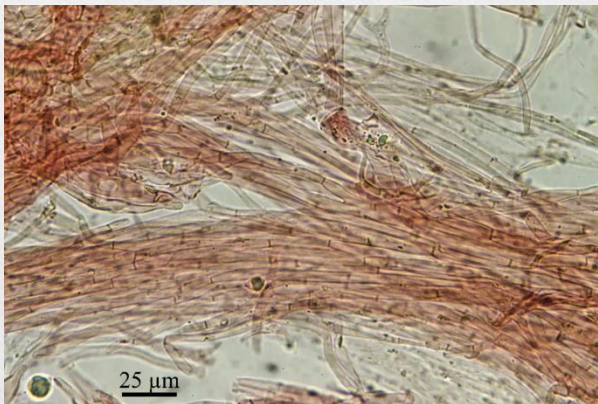
- La face tangentielle est également verticale, mais, tangente à un cerne.
- C'est en quelque sorte une vue de devant (ici résineux)



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

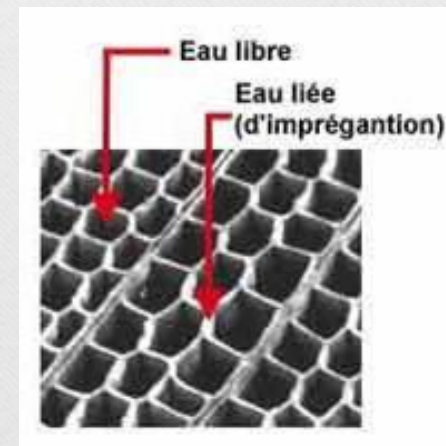


Le bois et son anatomie

- 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

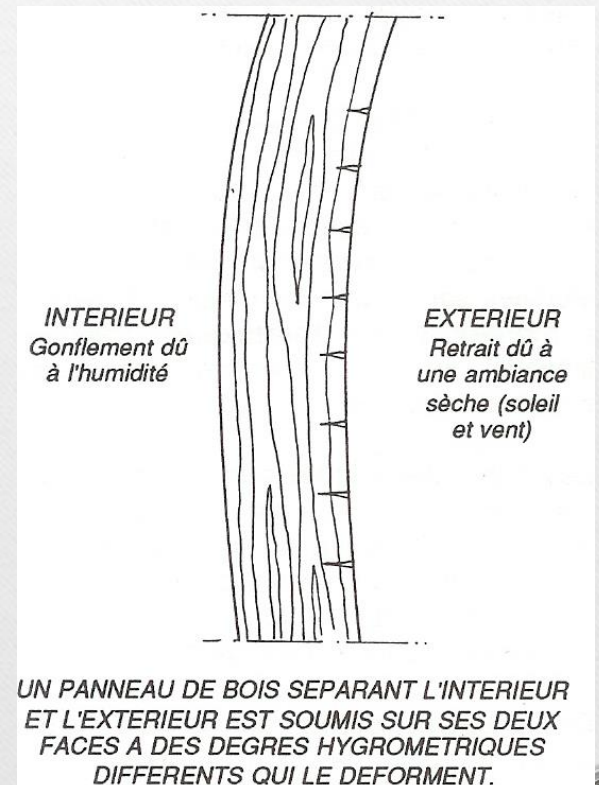
Le bois et son anatomie

- Propriétés, structure microscopique du bois
 - La teneur en eau du bois va influencer 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.

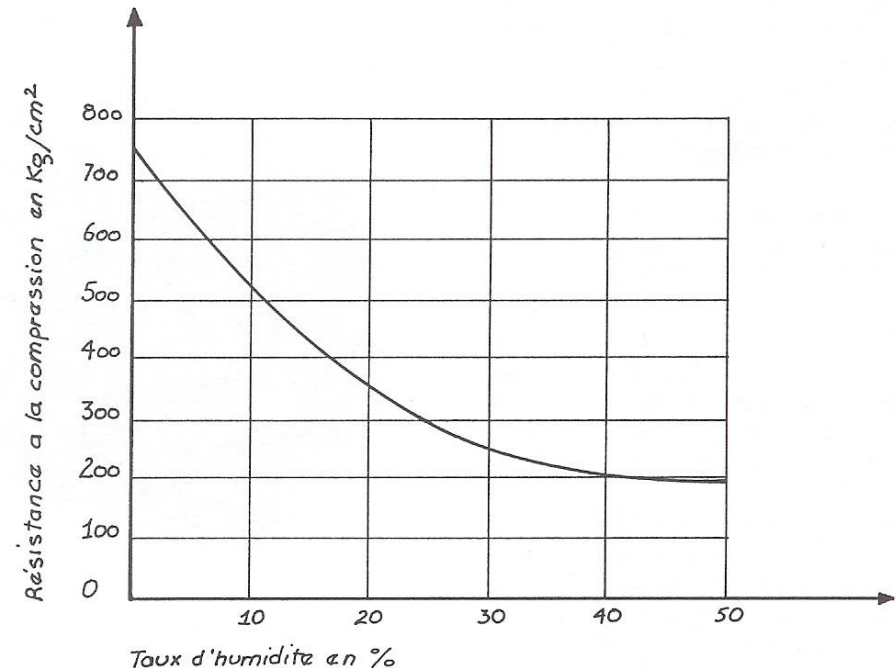
Le bois et son anatomie

- 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

- Imprégnabilité 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'imprégnabilité (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 !!



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