



Noria & Compagnie
« Bois:
pathologies »

David DESCAMPS

samedi 2 mai 2015

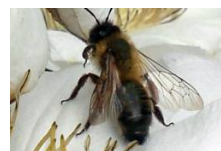
Gwenan Ingénierie / eztiMAT

[Gwenan/INGÉNIERIE

[Gwenan/INGÉNIERIE
concevoir, construire sain et écologique.

Présentation

- BET Structure Bois (Bâtiment) / cœur de métier
- Économiste Construction Bois
- (Co)Maîtrise d'Œuvre
- Editeur de logiciel (eztiMAT)
- Organisme de Formation Professionnelle



Objectifs

Principaux

pathologies des bois :

- > Les connaître et identifier les causes possibles
- > Anticiper leur risque dans la construction
- > Connaître les moyens de prévention et de curation
- > Connaître la réglementation en la matière

Plan de l'exposé

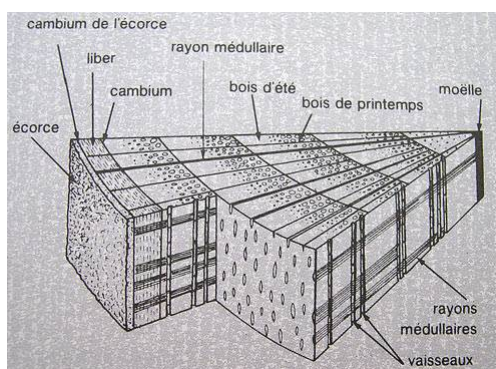
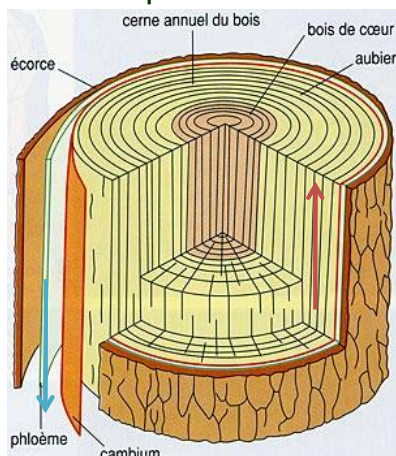
Le bois de charpente

- > Le bois : composition (macro et microscopie)
- > Bois et hygroscopie (rappel)
- > Composition + environnement => comportement face aux risques biologiques
- > Attaques biologiques du bois (dont aspects réglementaires) : ILX, nidificateurs, termites, champignons
- > Le matériau bois : emploi / durabilité / risques biologiques
- > prévention, curation.

Le matériau bois

Composition

- Coupe d'un tronc d'arbre : structure macroscopique



Le matériau bois

Composition

- Coupe d'un tronc d'arbre : structure macroscopique

- Moëlle : au cœur du tronc (spongieuse)
- Duramen ou bois parfait : bois « mort » ou bois de cœur
c'est la partie du bois le plus employé en tant que matériau
- Aubier : transport de la sève
sève brute : amidon = partie sensible du bois (non durable)
- Cambium : naissance des cellules
- Phloème (liber) : transit de sève élaborée
- Ecorce : protection de l'arbre
riche en phénols et tanins : application en médecine (aspirine du saule, ...)

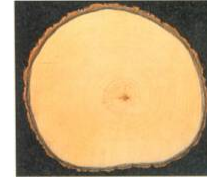


Le matériau bois

Composition

- **Différenciation aubier / duramen (*)**
 - Douglas, Mélèze, Pins, Chêne, Châtaignier, Noyer, etc.
- **Non différenciation aubier / duramen**
 - Hêtre, Peuplier, Epicéa, Sapin, Ayous, etc.
- **Cernes**
 - Printemps : plus larges et plus clairs ; plus tendre
 - Été : plus étroits et plus foncés ; plus durs
 - Dendrochronologie

(*) on parle d'aubier différencié ou non différencié.



Le matériau bois

Composition

- **Ecorce**
 - Protection physico-chimique contre les insectes et autres parasites en stockant des substances de défense (ex : latex, résine)
 - Désquamation : élimination naturelle de l'écorce = élimination des parasites (lichens, mousses, bactéries, etc.)

Le matériau bois

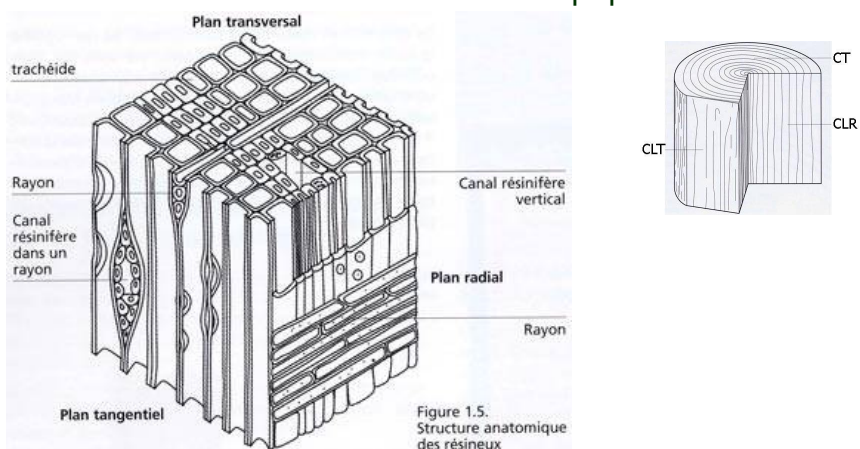
Reconnaissance : résineux ou feuillus ?

- Le matériau bois : structure microscopique
Canaux résinifères => résineux
Vaisseaux (pores) => feuillus
- Le matériau bois : aubier différencié (du duramen) ?
=> Distinction entre résineux et / ou feuillus
Pré-identification d'une essence

Le matériau bois

Composition : résineux

- Le matériau bois : structure microscopique

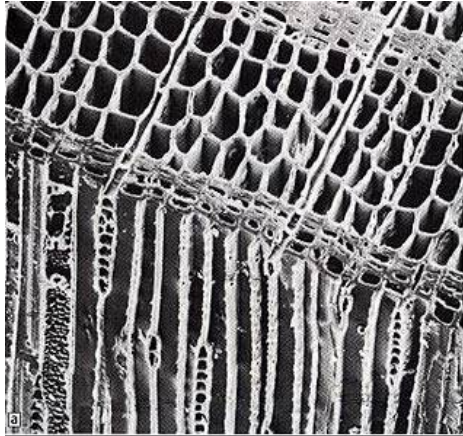


Structure de résineux : vue schématique

Le matériau bois

Composition : résineux

- Le matériau bois : structure microscopique



Structure de résineux : vue au microscope électronique à balayage

Le matériau bois

Composition

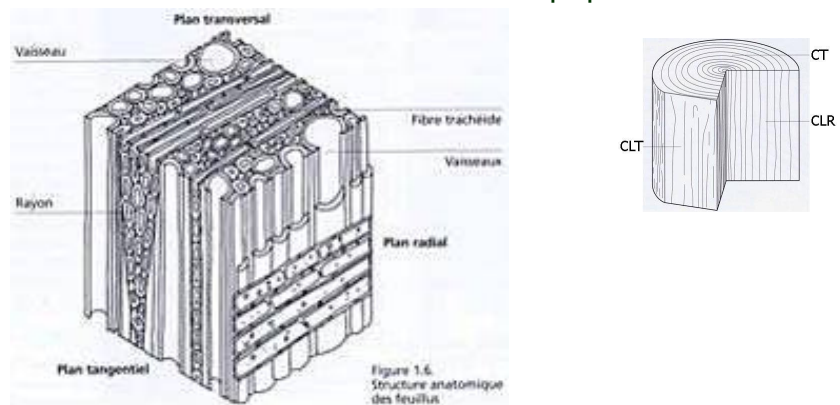
Le matériau bois : structure microscopique de résineux

- **trachéides verticales** (« fibres » en papeterie) = cellules ayant un rôle de conduction et de soutien de l'arbre : au cœur du tronc
- **rayons ligneux** = cellules de parenchyme (tissu organique spongieux) avec ou sans trachéides horizontales selon les essences ; toujours orientés dans le sens radial.
- **cellules de parenchyme** = circulation de sève dans le sens radial + rôle de stockage de nutriments.
- **canaux résinifères** = sécréteurs qui forment un réseau continu ; que dans certaines essences (pins, Epicéa, et non sapin) ; sens longitudinal ou radial.

Le matériau bois

Composition : feuillus

- Le matériau bois : structure microscopique

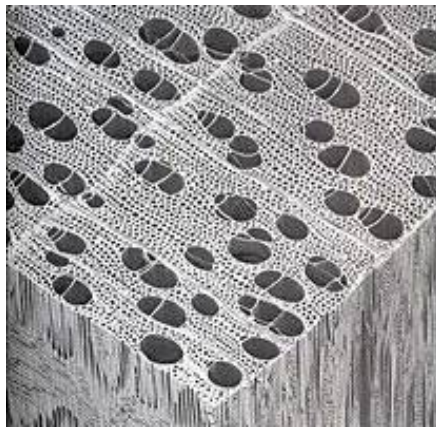


Structure de feuillus : vue schématique

Le matériau bois

Composition : feuillus

- Le matériau bois : structure microscopique



Structure de feuillus : vue au microscope électronique à balayage

Le matériau bois

Composition : feuillus

Le matériau bois : structure microscopique des feuillus

- **fibres libriformes** = éléments rangés longitudinalement dans l'axe de l'arbre = soutien de l'arbre ; forme = fusiforme
- **fibres-trachéides** = double fonction : conduction de la sève + soutien de l'arbre ; ne sont présentes que dans certaines essences (le châtaignier par exemple)
- **rayons ligneux** : orientés dans le sens radial ; ne sont composés que de cellules de parenchyme
- **vaisseaux** (ou **pores**) = cellules pour le transport de la sève chez les feuillus

Le matériau bois

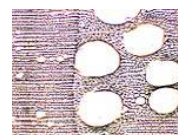
Composition : feuillus

Le matériau bois : structure microscopique des feuillus

- bois à **pores diffus** : pores ayant des tailles sensiblement identiques et une répartition homogène tout au long de l'année (par exemple : le peuplier et le hêtre).



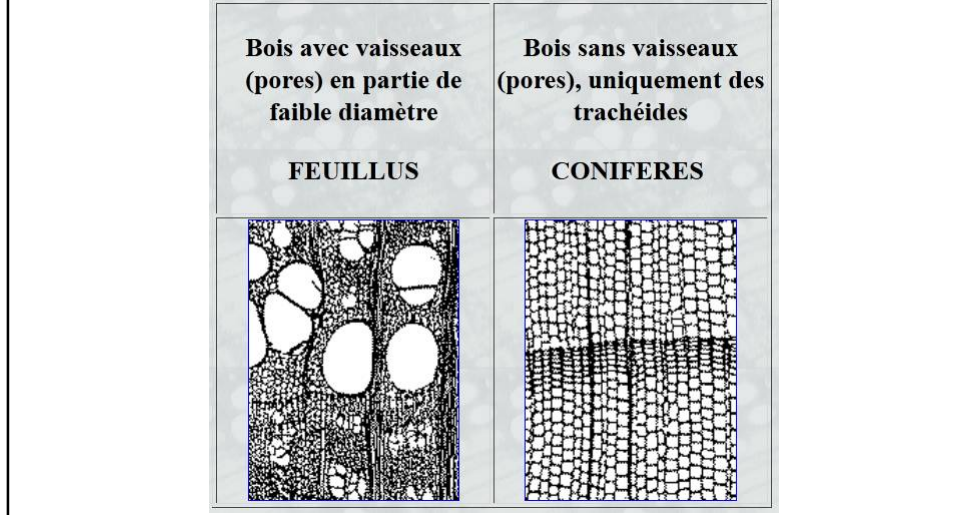
- bois à **zone poreuse** : les vaisseaux du bois de printemps ont un diamètre beaucoup plus important que les vaisseaux de bois final (le châtaignier, le chêne par exemple).



- bois à **zone semi-poreuse** : tous les cas n'entrant pas dans les deux autres catégories

Le matériau bois

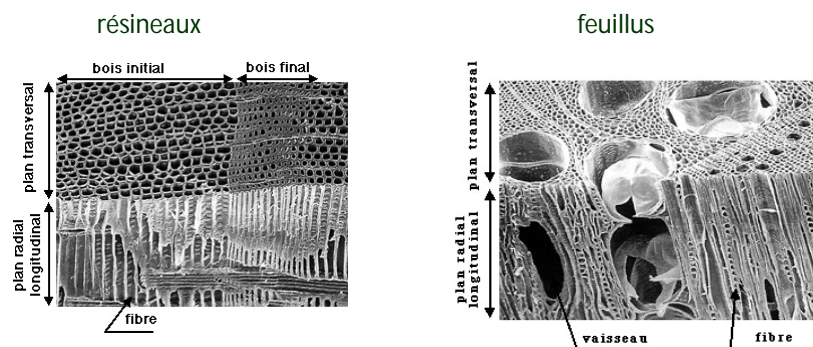
structure microscopique : feuillus et résineux



Le matériau bois

Composition

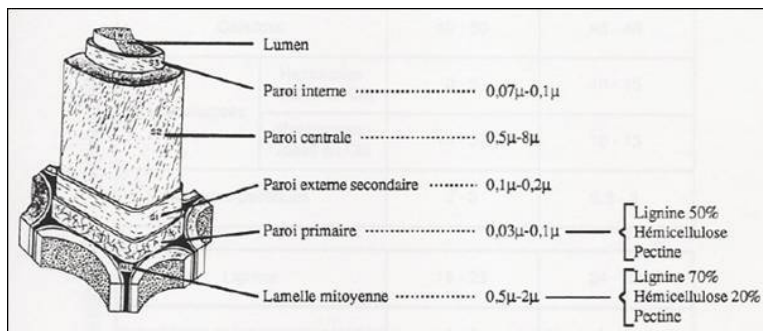
- Structure : les fibres



Le matériau bois

Composition

- Structure : les fibres



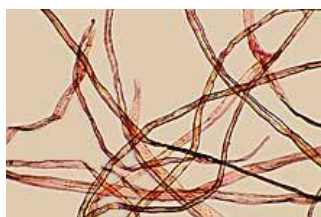
Le matériau bois

Composition

- Structure : les fibres



Fibres de Séquoia



Fibres de Pin d'Alabama

Le matériau bois

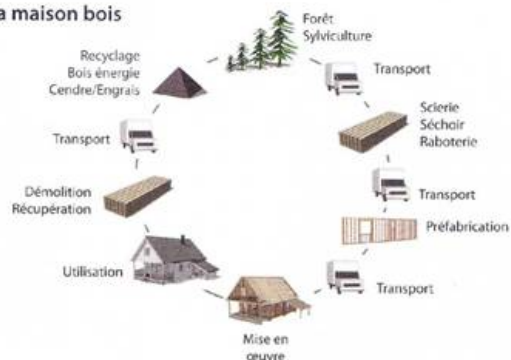
Composition

L'éco-conception : cycle de vie et impact environnemental

- Chimie :
en fraction massique

- 50% de Carbone :
notion de puits de carbone
- 43% d' Oxygène
- 6% d' Hydrogène
- 1% d' Azote, de cendres

Cycle de vie de la maison bois



Le matériau bois

Composition

- Structure
 - 40 à 55% de Cellulose
 - 12 à 15% d' Hémicellulose
 - 15 à 30% de Lignine
 - 2 à 15% de matières extractibles

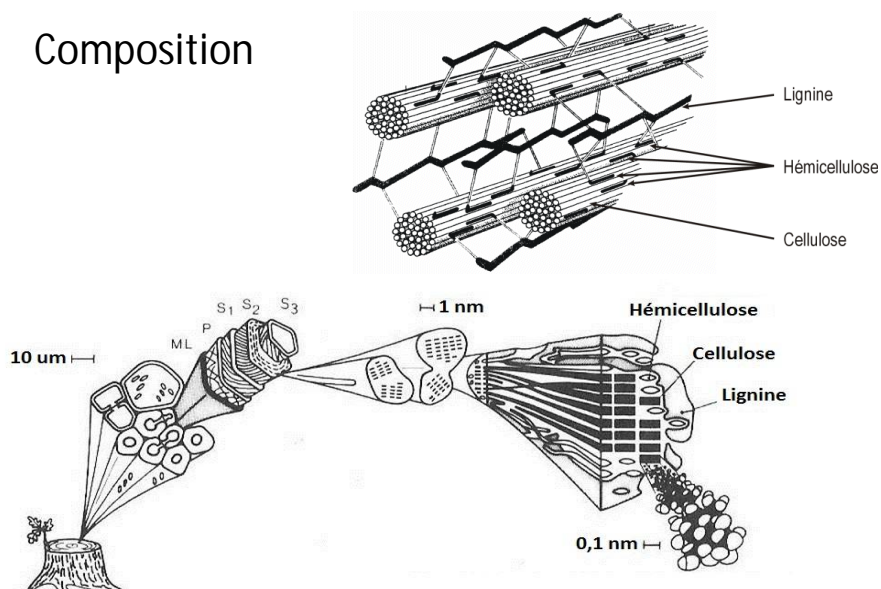
Le matériau bois

Composition

- Cellulose
 - Substance principale des parois cellulaires et des fibres de tous les tissus végétaux, utilisée dans la fabrication du papier, des textiles, des explosifs et des carburants «verts»
- Hémicellulose
 - Substance de rôle de pontage entre les fibres de cellulose, mais aussi avec d'autres composés matriciels.
- Lignine
 - Substance qui imprègne les parois des cellules du bois et confère à celui-ci sa dureté, son imperméabilité, etc. # ciment entre les fibres du bois et élément rigidifiant à l'intérieur des fibres ; sensible à la lumière : assombrissement (ex : jaunissement des journaux)
- matière extractibles
 - Résine ; huile ; tanins ; sucres hydrosolubles ; latex ; ...

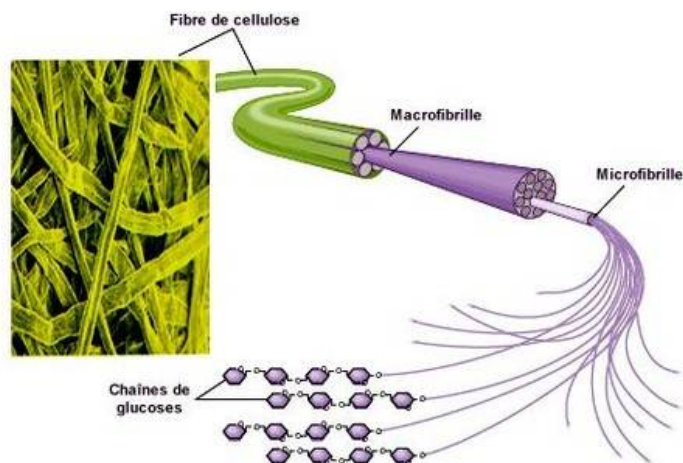
Le matériau bois

Composition



Le matériau bois

Composition



Le matériau bois

Composition + Environnement => comportement

Matériau naturel : matières organiques fibreuses

Matériau hydrophile : sensible aux variations d'humidité

HYGROSCOPIE : relation avec l'air ambiant (+/- humide)

Etat du bois :

> anhydre	0% d'HR
> saturé	30% d'HR
> courant	12% < HR < 20% (meubles, structure)

$$\text{Humidité Relative (\%)} = \frac{\text{Masse humide} - \text{Masse anhydre}}{\text{Masse anhydre}} \times 100$$

Le matériau bois

Composition + Environnement => comportement

Matériau naturel : matières cellulosiques

+/- sensibles aux attaques biologiques

- Notion de durabilité (pour la pérennité des ouvrages) :
 - naturelle
 - ou conférée : traitement chimique et / ou thermique
 contre les **attaques biologiques** :

insectes nidificateurs

ILX : Insectes à Larves Xylphages

termites

champignons

Attaques biologiques du bois

Insectes nidificateurs

ILX : Insectes à Larves Xylophages

(coléoptères et hyménoptères)

Termites

champignons



Attaques biologiques du bois

Insectes nidificateurs : **abeille charpentière** (charbonnière)

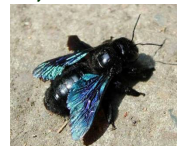
- Bois : résineux ou feuillus
- Insectes non xylophages : bois = nid

Piqûre : violente

- Nid => succession des générations

+ apport parasites (spores => champignons)

=> À terme : remplacement du bois



Face arrière d'un bardage



Xylocope violet (hyménoptère)

Attaques biologiques du bois

Insectes nidificateurs : **abeille charpentière** (charbonnière)

- Identification :

galeries (ou loges) diam. 10 à 15 mm

longueur jusque 45 cm

Vermoulure : absente des galeries, rejetée à l'extérieur

Cycle : sortie des adultes (après état larvaire) = début été



Face arrière d'un bardage



Xylocope violet (hyménoptère)

Attaques biologiques du bois

Insectes nidificateurs : **fourmis (charpentières)**

- Bois : résineux ou feuillus à l'état pourri (bois décomposé : aubier et duramen) – autre matière : polystyrène !
 - Insectes non xylophages : bois = colonie
 - Confusion avec termites : différences :
 - > Galeries (très) propres
 - > Déchets en dehors des galeries ou en comblant des galeries existantes (capricornes).
- Elles transforment le polystyrène en éponge alors que les termites vont ramener de la terre.



Attaques biologiques du bois

Insectes nidificateurs : **scolytes (*Xyloterus*, *Xyloborus*, *Gnathotricus*)**

- Bois : résineux ou feuillus sur pied (« vivant ») : l'Orme
 - Insectes non xylophages : bois = galerie – nid
 - Agents de la piqûre noire : champignon *Ambrosia* (spores via la femelle, dont la larve se nourrit)
- => maladie : graphiose (Orme)



Dendroctonus micans est un scolyte ravageur sous-cortical du bois d'Epicéa.
(Cliché R. Coulin - OPIE) - INRA

Attaques biologiques du bois

Insectes nidificateurs : *scolytes* (*Xyloterus*, *Xyloborus*, *Gnathotricus*)

- Identification :

Trous de sortie : rond, diam. < 2 mm

Galeries : noircies

Vermoulure : absence des galeries,
rejetée à l'extérieur

Pas de risque de 2^e génération

Cycle : 10 semaines (état larvaire)

Sortie des adultes = avril à
septembre



Attaques biologiques du bois

ILX – Insectes à Larves Xylophages : *le capricorne des maisons*

- Bois : résineux uniquement (aubier)

- Capable de traverser une feuille de zinc de 15/10^e !

=> Attaque le duramen



Hylotrupes bajulus

<http://aramel.free.fr/INSECTES11-41.shtml>

Attaques biologiques du bois

ILX – Insectes à Larves Xylophages : ***le capricorne des maisons***

- Identification :

Trous de sortie = ovales de 6 à 10 mm (voire 20 mm)
sur la plus grande longueur

Vermoulure : en tonnelets

diam. 0.5 mm long. 0.8 à 1 mm



Attaques biologiques du bois

ILX – Insectes à Larves Xylophages : ***le capricorne des maisons***

- Cycle :

Stade larvaire = 3 à 5 ans, voire 10 ans

Sortie adulte = mi-juin à mi-août

Vie adulte < 1 mois



Attaques biologiques du bois

ILX – Insectes à Larves Xylophages : l'*Hespérophone Cendré*

« cousin » du capricorne des maisons

- Bois : feuillus uniquement (aubier)



l'*Hespérophone Soyeux*



Attaques biologiques du bois

ILX – Insectes à Larves Xylophages : l'*Hespérophone Cendré*

- Identification :

Trous de sortie = ovales > 2 mm

Vermoulure : en tonnelets

Peu fréquent dans l'Ouest

Plus répandu dans le sud



Attaques biologiques du bois

ILX – Insectes à Larves Xylophages : la *petite Vrilette*

(*Anobium Punctatum* – « cosson »)

- Bois : résineux et feuillus
aubier et duramen si attaqué
par champignons

- Identification :

Trou de sortie : rond diam. < 2 mm

Vermoulure : forme de citron allongé

Galeries propres

- Cycle :

Stade larvaire = 1 à 4 ans

Sortie adulte : mai à septembre



Attaques biologiques du bois

ILX – Insectes à Larves Xylophages : la *petite Vrilette*

(*Anobium Punctatum* – « cosson »)



Attaques biologiques du bois

ILX – Insectes à Larves Xylophages : la **grande Vrilette**

(*Xestobium Rufovillosum*)

- Bois : feuillus (résineux : très rarement)
- aubier et duramen si attaqué
- par champignons provoquant de la pourriture
- fibreuse (reste de la cellulose)
- => « suit » le champignon



Attaques biologiques du bois

ILX – Insectes à Larves Xylophages : la **grande Vrilette**

(*Xestobium Rufovillosum*)

- Identification :

Trou de sortie : rond diam. 3 à 4 mm

Vermoulure : forme de lentilles diam. 1 mm

« Horloge de la mort » (tic-tac)

- Cycle :

Stade larvaire = 3 à 10 ans

Sortie adulte : avril et mai



Attaques biologiques du bois

ILX – Insectes à Larves Xylophages : le *Charançon xylophage*

- Bois : feuillus (résineux : très rarement)

aubier et duramen si attaqué

par champignons provoquant de la pourriture

fibreuse (reste de la cellulose)

=> « suit » le champignon



Attaques biologiques du bois

ILX – Insectes à Larves Xylophages : le *Charançon xylophage*

- Identification :

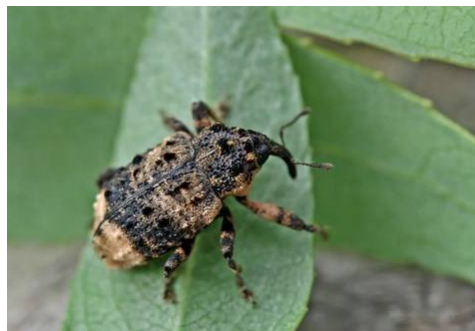
Trou de sortie : ovale diam. < 2 mm

Vermoulure : forme hétérogène

- Cycle :

Stade larvaire = 18 mois maxi.

Sortie adulte : toute l'année



Attaques biologiques du bois

ILX – Insectes à Larves Xylophages : le *Lyctus brun* (*Lyctus brunneus*)

- Bois : aubier des feuillus

(avec quelques incursions dans le duramen)

- Identification :

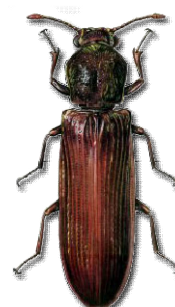
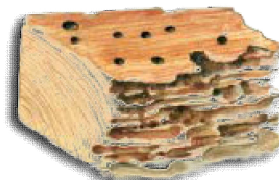
Trou de sortie : rond diam. < 2 mm

Vermoulure : fleur de farine

- Cycle :

Stade larvaire = 1 à 2 ans

Sortie adulte : mi-mars à mi-septembre



Attaques biologiques du bois

ILX – Insectes à Larves Xylophages : le *Lyctus brun* (*Lyctus brunneus*)

Vermoulure :

fleur de farine



Attaques biologiques du bois

ILX – Insectes à Larves Xylophages : le ***Bostryche Capucin***

(*Bostrychus capucinus*)

- Bois : aubier des feuillus
(chêne et noyer)

- Identification :

Trou de sortie : rond diam. < 2 mm

Vermoulure : fleur de farine compactée

Galeries : pleines

- Cycle :

Stade larvaire = 1 an

Sortie adulte : avril à juillet



Attaques biologiques du bois

ILX – Insectes à Larves Xylophages : les ***Sirex*** (hyménoptères) :

***Noctilio*,**

***Juvencus*,**

Urocerus Gigas



Guêpes du bois : jusque 50 mm mais ne piquent pas

Déposent leurs œufs dans les fentes du bois frais résineux

=> Si présence dans bâtiment : repartent adultes vers les bois avec écorce (forêt)

=> Origine de la présence : avant mise en œuvre du bois de construction

Attaques biologiques du bois

ILX – Insectes à Larves Xylophages : les **Sirex** :

Noctilio,

Juvenus,

Urocerus Gigas

- Identification :

Trou de sortie : rond diam. > 2 mm

Vermoulure : « copeaux allongés »,
très compacte, dans les galeries

- Cycle :

Stade larvaire = 2 à 3 ans

Sortie adulte : juin à octobre



Attaques biologiques du bois

Termites :

- 2 750 espèces dans le monde

- Zones intertropicales mais

- Présents en zones tempérées : encore plus
agressifs

- Insectes à développement continu (avec métamorphose)

- Nuisibles pour l'homme v/s utiles pour la nature !?



Attaques biologiques du bois

Termites :

- En France :

> genre Réticulitermes (6 espèces) = souterrains (1)

> termites de bois sec (Kaloterms Flavicolis) = « à cou jaune » (2)

(origine : déjà présents dans le bois à la construction)



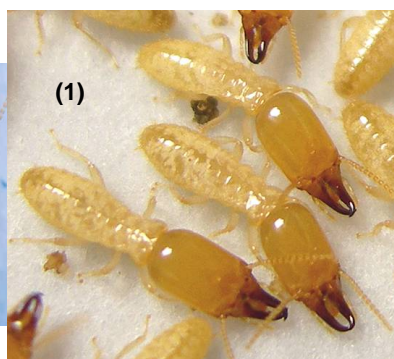
(2) : individu sexué



(2) : immatures



(2) : soldat



(1)

Attaques biologiques du bois

Termites : la multiplication / propagation

- Bouturage = population suffisamment développée

=> Apparition des « néoténiques » : reproducteurs secondaires ailés

=> Nouvelle colonie

- Essaimage = création d'une nouvelle colonie une fois par an

(janvier / avril) : envol de termites reproducteurs ailés au gré du hasard

- Marcottage = individus séparés par réseau de galeries souterraines

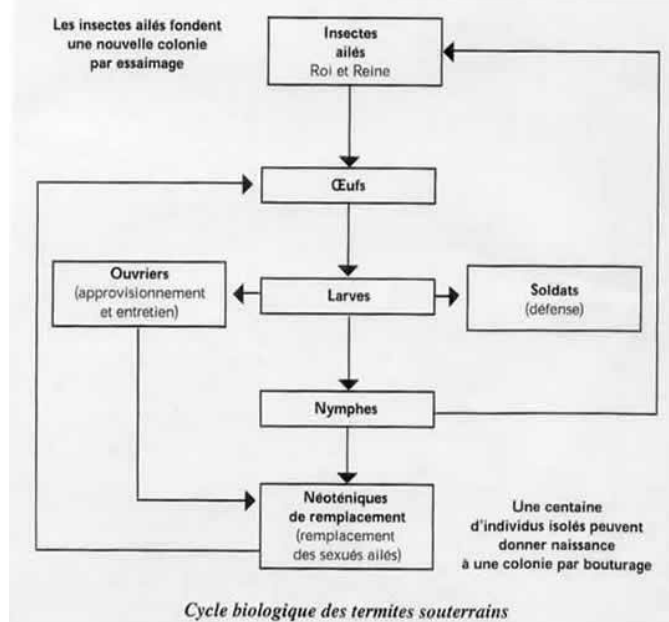
=> nouvelle colonie

- Transport par l'homme : déplacement de gravas, etc.

=> Moyen de propagation le plus important à ce jour en France

Attaques biologiques du bois

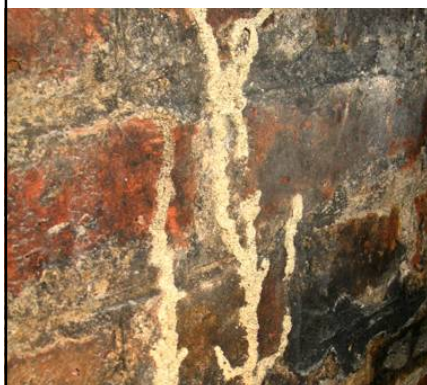
Termites :
la multiplication
propagation



Attaques biologiques du bois

Termites : la vie « souterraine »

- Sous terre
- Intérieur de matériaux nutritifs ou non
- Cordons = signes « visibles »



Attaques biologiques du bois

Termites : les désordres

- Bois : matière cellulosique : aubier = nutriments
- Bois : après aubier : duramen (bois de printemps, puis d'été)
- Béton : galeries de passage

Rôle d'une galerie :

- > Propagation (recherche de nutriments)
- > Maintien HR% (et non pas écart de la lumière)
- > Abri des courants d'air

Attaques biologiques du bois

Termites : les désordres

- Bois : structure, menuiserie, etc.
- Papier : bibliothèque, etc.
- Béton : galeries de passage



Attaques biologiques du bois

Termites : les désordres

- Bois : structure, menuiserie, etc.
- Papier : bibliothèque, etc.
- Béton : galeries de passage



Attaques biologiques du bois

Termites : identification

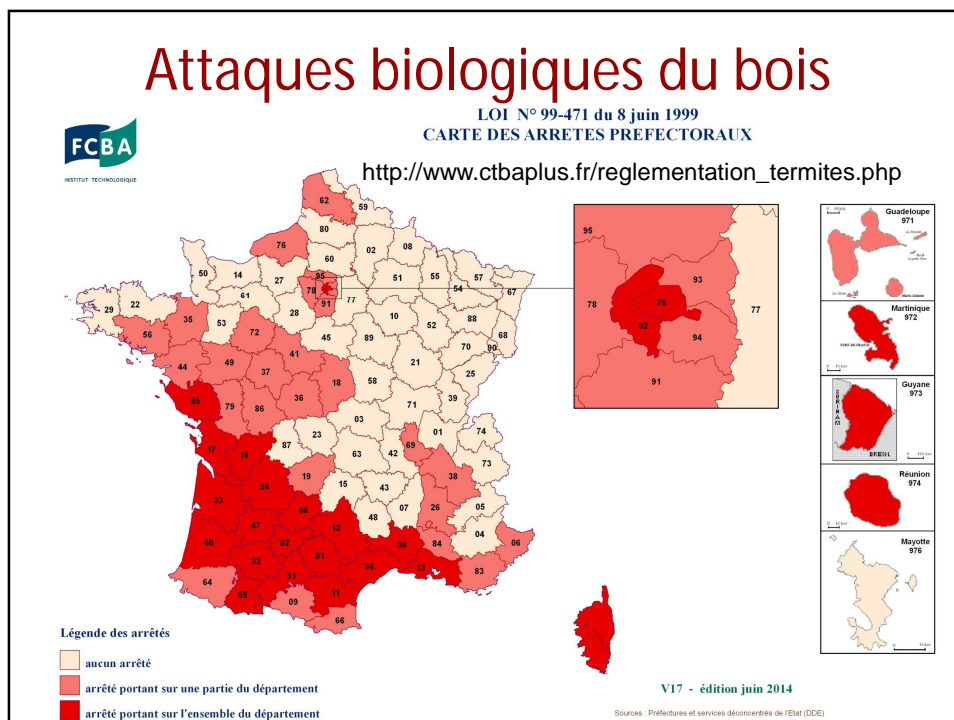
- Termite de bois sec ou termites souterrains ?

Termites souterrains	Termites de bois sec
Présence de construction (!)	Présence de vermoulure sous forme de petite semoule sèche
Galeries tunnels (cordons)	Présence de petits trous sur le bois
Grande quantité d'ouvriers	Termites ailés à cou jaune
Essaimage : mars / avril	Essaimage : septembre / octobre
	Pas de cordons

Attaques biologiques du bois

Termites : dépistage

- Termites souterrains : partie du sol !
- Présence de cordons ? (une blessure de 1 cm sur un cordon, est réparée en une heure !)
- Endroits sombres, confinés, humides (ex : derrière tapisserie)
- Acoustique (distinction aisée avec l' « horloge de la mort » de la grande vrillette)
- Vermoulure : galeries sales (présence de vermoulure dans les galeries)



Attaques biologiques du bois

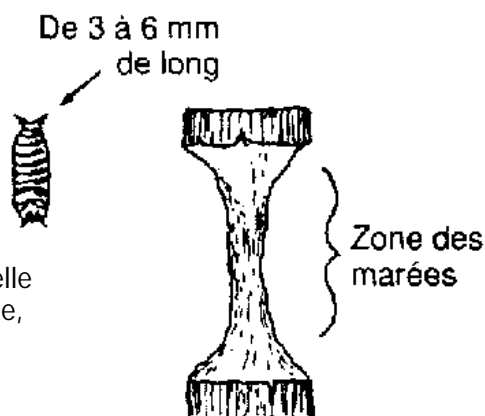
Les térébrants marins (tarets : le plus courant)

Deux groupes d'organismes marins (des mollusques et des crustacés) sont dits térébrants car ils peuvent à échelle macroscopique, percer, creuser et dégrader les bois immergés, voire des roches dures.

Dégâts causés par les térébrants aux pieux en bois (Limnorie et effet «en sablier» de leur action sur les pieux)

Les UV – Ultra Violets (rayons solaires)

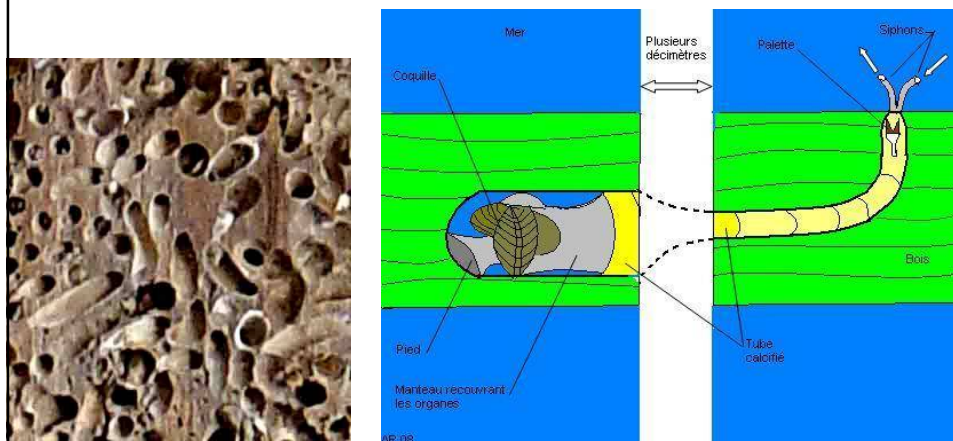
Dégradation structurelle superficielle (esthétique), altération de la lignine, accentuée par l'eau ruisselante.



Attaques biologiques du bois

Les térébrants marins : tarets

disposition d'un taret dans une pièce de bois



Attaques biologiques du bois

Termites et ILX : obligations réglementaires

- loi 99 -471 de juin 1999

le décret du 23 mai 2006 fixe les mesures à respecter pour protéger les bâtiments contre les termites et autres insectes xylophages et introduit en conséquence les articles suivants au sein du code de la construction et de l'habitation :



Article R 112-2

les bâtiments neufs doivent être conçus et construits de façon à résister à l'action des termites et autres insectes xylophages. « À cet effet, doivent être mis en œuvre, pour les éléments participant à la solidité des structures, soit des bois naturellement résistants aux insectes ou des bois ou matériaux dérivés dont la durabilité a été renforcée, soit des dispositifs permettant le traitement ou le remplacement des éléments en bois ou matériaux dérivés » ; article applicable aux constructions dont le permis de construire a été déposé à compter du 1^{er} novembre 2006, ainsi qu'aux travaux d'aménagement ou de construction engagés à compter de cette même date.

Attaques biologiques du bois

Termites : obligations réglementaires

- loi 99 -471 de juin 1999

le décret du 23 mai 2006 fixe les mesures à respecter pour protéger les bâtiments contre les termites et autres insectes xylophages et introduit en conséquence les articles suivants au sein du code de la construction et de l'habitation :



Article R 112-3

dans les départements dans lesquels a été publié un arrêté préfectoral pris pour l'application de l'article L 133-5, les bâtiments neufs doivent être protégés contre l'action des termites. À cet effet, doit être mise en œuvre une barrière de protection entre le sol et le bâtiment ou un dispositif de construction dont l'état est contrôlable. Article applicable aux constructions dont le permis de construire a été déposé à compter du 1^{er} novembre 2007, ainsi qu'aux travaux d'aménagement ou de construction engagés à compter de cette même date.

Attaques biologiques du bois

Termites : obligations réglementaires

- loi 99 -471 de juin 1999

le décret du 23 mai 2006 fixe les mesures à respecter pour protéger les bâtiments contre les termites et autres insectes xylophages et introduit en conséquence les articles suivants au sein du code de la construction et de l'habitation :



Article L133-4

Dès qu'il a connaissance de la présence de termites dans un immeuble bâti ou non bâti, l'occupant de l'immeuble contaminé en fait la déclaration en mairie. A défaut d'occupant, la déclaration incombe au propriétaire. Pour les parties communes d'un immeuble relevant de la loi n° 65-557 du 10 juillet 1965 fixant le statut de la copropriété des immeubles bâtis, la déclaration incombe au syndicat des copropriétaires.

Attaques biologiques du bois

Termites : obligations réglementaires

- loi 99 -471 de juin 1999

le décret du 23 mai 2006 fixe les mesures à respecter pour protéger les bâtiments contre les termites et autres insectes xylophages et introduit en conséquence les articles suivants au sein du code de la construction et de l'habitation :



Article L133-5

Lorsque, dans une ou plusieurs communes, des foyers de termites sont identifiés, un arrêté préfectoral, pris sur proposition ou après consultation des conseils municipaux intéressés, délimite les zones contaminées ou susceptibles de l'être à court terme.

En cas de démolition totale ou partielle d'un bâtiment situé dans ces zones, les bois et matériaux contaminés sont incinérés sur place ou traités avant tout transport si leur destruction par incinération sur place est impossible. La personne qui a procédé à ces opérations en fait la déclaration en mairie.

Attaques biologiques du bois

Termites : obligations réglementaires

- loi 99 -471 de juin 1999

le décret du 23 mai 2006 fixe les mesures à respecter pour protéger les bâtiments contre les termites et autres insectes xylophages et introduit en conséquence les articles suivant au sein du code de la construction et de l'habitation :



Article R133-3

La déclaration de la présence de termites dans un immeuble bâti ou non bâti, prévue à l'article L. 133-4, est adressée, dans le mois suivant les constatations, au maire de la commune du lieu de situation de l'immeuble par lettre recommandée avec demande d'avis de réception ou déposée contre récépissé en mairie. La déclaration précise l'identité du déclarant et les éléments d'identification de l'immeuble. Elle mentionne les indices révélateurs de la présence de termites et peut à cette fin être accompagnée de l'état relatif à la présence de termites mentionné à l'article R. 133-7. Elle est datée et signée par le déclarant.

Attaques biologiques du bois

Termites : obligations réglementaires

- loi 99 -471 de juin 1999

le décret du 23 mai 2006 fixe les mesures à respecter pour protéger les bâtiments contre les termites et autres insectes xylophages et introduit en conséquence les articles suivant au sein du code de la construction et de l'habitation :



Article R 112-4

le constructeur du bâtiment fournit au maître d'ouvrage, au plus tard à la réception des travaux, une notice technique indiquant les dispositifs, les protections ainsi que les références et caractéristiques des matériaux mis en œuvre.

Attaques biologiques du bois

Termites : obligations réglementaires

- loi 99 -471 de juin 1999

le décret du 23 mai 2006 fixe les mesures à respecter pour protéger les bâtiments contre les termites et autres insectes xylophages et introduit en conséquence les articles suivant au sein du code de la construction et de l'habitation :



Article L 152-4

le non respect des règles posées par les articles R 112-2 à R112-4 entraîne la mise en œuvre de sanctions pénales et administratives.

L'article L 152-4 érige en effet en délit, puni d'une amende de 45 000 € (portée à 75 000 € en cas de récidive et complétée par six mois d'emprisonnement) le fait de méconnaître les obligations imposées par les articles ci-dessus.

Différentes jurisprudences publiées confirment que l'infestation d'un immeuble par des termites est de nature décennale.

Attaques biologiques du bois

Termites : obligations réglementaires

- loi 99 -471 de juin 1999

le décret du 23 mai 2006 fixe les mesures à respecter pour protéger les bâtiments contre les termites et autres insectes xylophages et introduit en conséquence les articles suivant au sein du code de la construction et de l'habitation :



Article R 133-6

Est puni de l'amende prévue pour les contraventions de la troisième classe le fait de ne pas souscrire la déclaration de la présence de termites prévue à l'article L. 133-4.

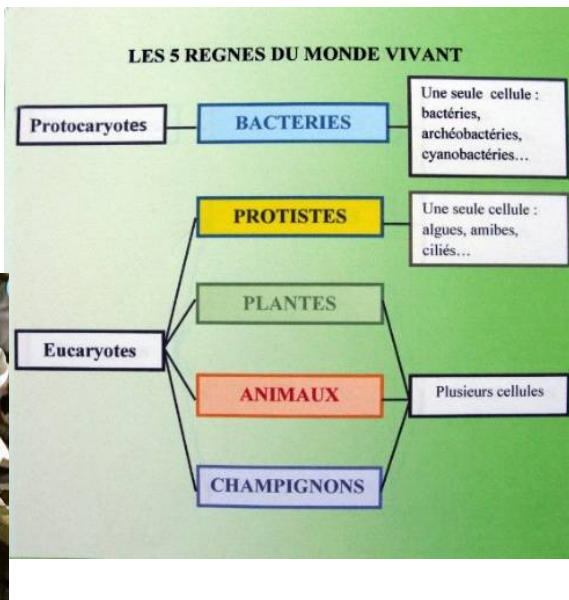
Est puni de l'amende prévue pour les contraventions de la quatrième classe le fait de ne pas souscrire dans les conditions prévues à l'article R. 133-5 la déclaration en mairie relative aux opérations d'incinération ou de traitement avant transport des bois ou matériaux contaminés par les termites.

Est puni de l'amende prévue pour les contraventions de la cinquième classe le fait de ne pas avoir procédé, en cas de démolition de bâtiment situé dans une zone délimitée par arrêté préfectoral, aux opérations d'incinération ou de traitement avant transport des bois ou matériaux contaminés par les termites, exigées au deuxième alinéa de l'article L. 133-5.

La récidive de la contravention prévue à l'alinéa précédent est punie conformément à l'article 132-11 du code pénal.

Attaques biologiques du bois

Les Champignons :
- Animaux ou végétaux ?
Ni l'un ni l'autre :



Attaques biologiques du bois

Les **Champignons** : du **bois sec**

- **Lignicoles** :

Consomment le contenu des cellules sans dégrader les parois cellulaires (discoloration)

=> Ne dégradent pas la structure du bois

Identification :

Superficiels = moisissures

Discolorations profondes et irréversibles : échauffure et bleuissement

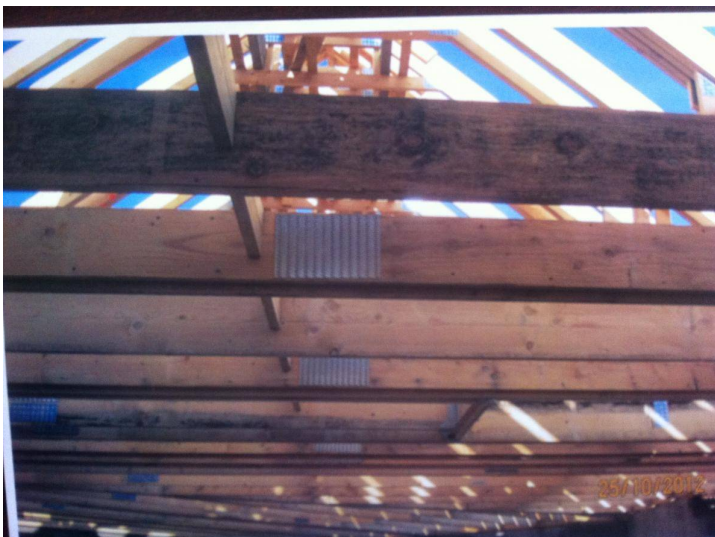
Grisaillement (champignons de surface)

= désordres esthétiques

Attaques biologiques du bois

Les **Champignons** : du **bois sec**

- **Lignicoles**
moisissure
superficielle
(sapin :
l'aubier non
différencié
« apparaît »
par son attaque
par rapport au
durame non
attaqué)



Attaques biologiques du bois

Les **Champignons** : du **bois sec**

- **Lignicoles**
Échauffure



Attaques biologiques du bois

Les **Champignons** : du **bois sec**

- **Lignicoles**
Bleuissement



Attaques biologiques du bois

Les **Champignons** : du **bois sec**

- **Lignicoles** : Grisaillement

Soleil + pluie + air (pollution) =

1/ changement de couleur :

jaunissement, puis brunissement

⇔ Décomposition de la lignine

2/ lessivage de la lignine dégradée

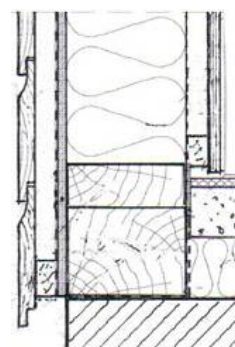
+ champignons décolorants sur
surface humide

=> Grisaillement

3/ délavage des parties molles du
bois (1 mm / an)

=> Changement d'aspect :

Effet « sablé »



Année 1 2 3 4 →



Attaques biologiques du bois

Les **Champignons** : du **bois sec**

- **Lignivores** :

Consomment les constituants des parois cellulaires

=> Dégradent la structure du bois (pourriture)

Identification :

Pourriture cubique

Pourriture fibreuse

Pourriture molle

= désordres structurels (décennale)

Attaques biologiques du bois

Les **Champignons** : du **bois sec**

- **Lignivores** :

Pourriture cubique

(brune : car lignine non atteinte)



Attaques biologiques du bois

Les **Champignons** : du **bois sec**

- **Lignivores** :

Pourriture fibreuse (blanche car lignine consommée)



Attaques biologiques du bois

Les **Champignons** : du **bois sec**

- **Lignivores** :

Pourriture molle : aspect spongieux, forte HR% (55%)

Cubes : 4 à

5 mm d'arête

Origine :

bois trempé

Cas très rare



Attaques biologiques du bois

Les **Champignons** : vie et développement

- **Forme végétative** :

Ou sans « fruit »

Mycélium = filaments (hyphes)

Ex :

voiles mycéliens

Masses cotonneuses

Palmes



Attaques biologiques du bois

Les **Champignons** : vie et développement

- **Forme sexuée**

= fructification (« fruit »)

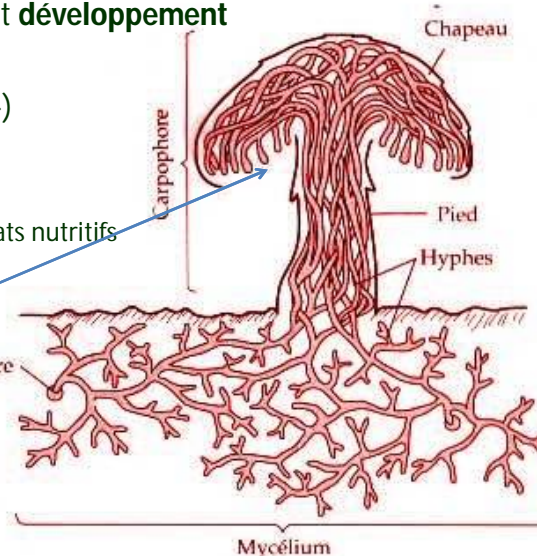
Hyphes = mycélium

acheminement eau + substrats nutritifs
(sur terre, maçonnerie, etc.)

Spore = cellule isolée

pouvant donner naissance
à un nouvel individu

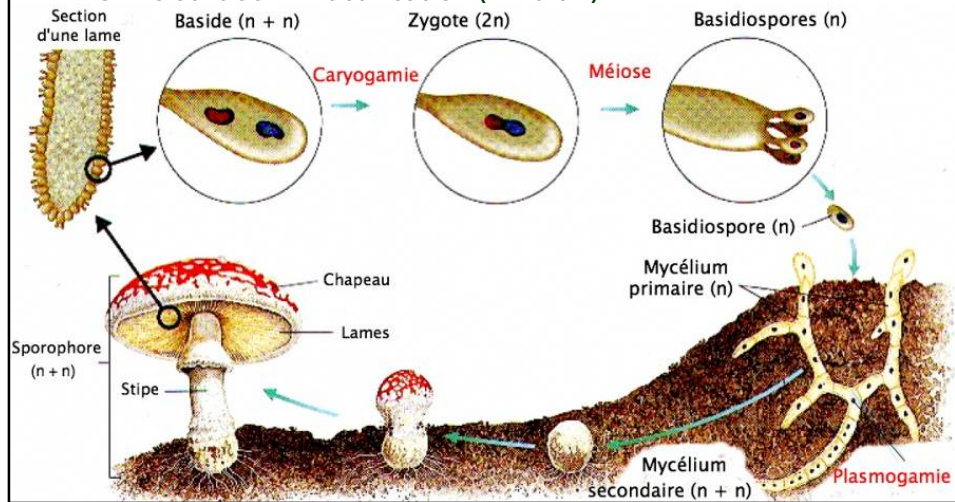
Carpophore = fructification
avec lumière + T° + eau



Attaques biologiques du bois

Les Champignons : vie et développement

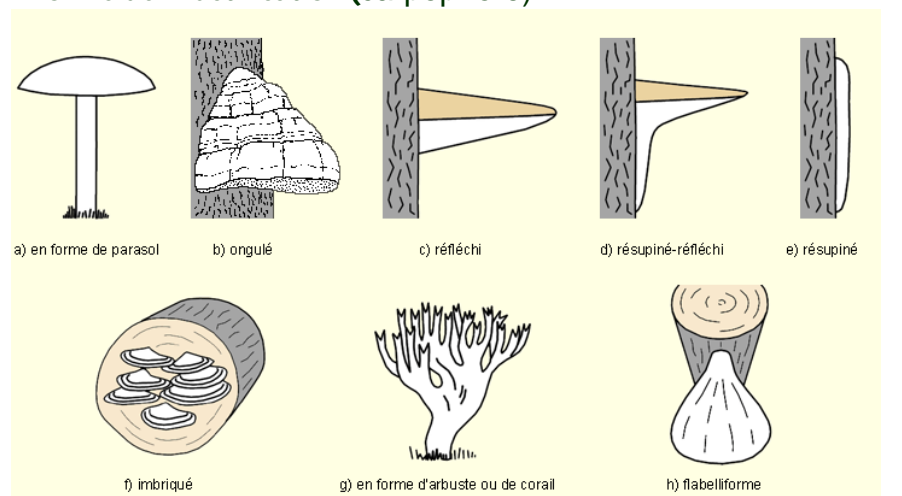
- **Forme sexuée** = fructification (« fruit »)



Attaques biologiques du bois

Les Champignons : vie et développement

- **Forme de fructification** (carpophore)



Attaques biologiques du bois

Les **Champignons** : vie et développement

- **Forme de fructification** (carpophore)

En console

l'Amadouvier possède une fructification en console



Résupiné (en croûte, à plat)

Fixé au substrat par le dessus du chapeau ou adhérent entièrement au support ; épouse la forme du support.

La Mérule se présente sous une forme fructifiée résupinée ET en console



Attaques biologiques du bois

Les **Champignons** : vie et développement

- **Forme de fructification** (carpophore)

Autres formes :

Clavé, massue, cupuliforme, coupe, rameaux, en rosace, pulviné, coussin, cérébriforme, etc.

Autant de termes techniques définissant une forme permettant l'identification d'un champignon

- **Forme mycélienne**

Rhizomorphe (# forme végétative)
hors lumière mais peut provoquer
la pourriture finale



Attaques biologiques du bois

Les **Champignons** : la ou le mэрule

- **Forme fructifiée**

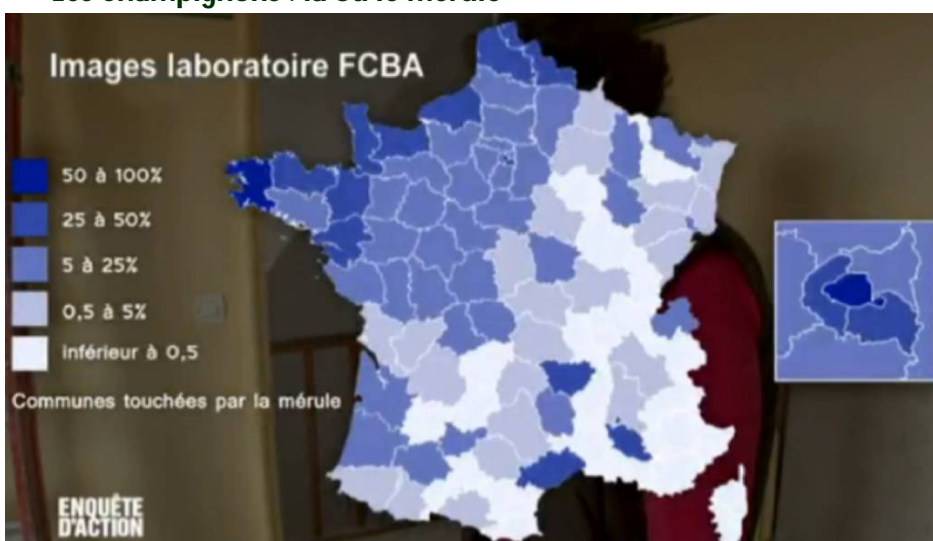
Spécificité : sporée orange



Attaques biologiques du bois

Les **Champignons** : la ou le mэрule

Images laboratoire FCBA



Attaques biologiques du bois

Les Champignons : la ou le mэрule

<http://www.le-merule.fr/champignons-lignivores.html>

Les différentes espèces de champignons lignivores les plus courantes				Humidité du bois
Genre/espèce	Nom "commun"	Type de pourriture	Commentaires et extension	
<i>Segeta leucophaea</i> (Puffin - Fries) Scheuber	Le mэрule du mэрule pэneur	Cubique brune	Tэs adif	Mín: 22% Optimum: 33% Ces champignons sont dэveloppэment avancé de 45-65%
<i>Segeta himantoides</i> (Fries - Fries) Karsten	Le mэрule mince	Cubique brune	Optimum de température et teneur en eau du substrat plus élevée que le mэрule pэneur	
<i>Leucoglyphium mallosa</i> (Fries) Pezom	Le mэрule mou	Cubique brune	Surtout Nord de l'Europe	
<i>Leucoglyphium polycoccum</i> (Fries) Gess	Le petit mэрule	Cubique brune	Également présent sur bois de mines et sur bois de pin	
<i>Leucoglyphium piceae</i> (Fries) Gess & Wernsd	Le mэрule épineux	Cubique brune	Présence de soléites furiformes	
<i>Cleophora pinastri</i> (Schweibler - Fries) Klein	Conspore des épicéas	Cubique brune		Mín: 45% Optimum: 50 à 55%
<i>Cleophora marmorata</i> Desmazieres		Cubique brune		
<i>Arctia variabilis</i> (Fries) Pezom		Cubique brune	Évoque en eau	
<i>Arctia sinuata</i> (Fries) Karsten		Cubique brune	Partis sur bois brûlé	
<i>Gliophyllum subtile</i> (Persoon - Fries) Murril	Larvite des pэunets	Cubique brune	Odour alliacée	
<i>Gliophyllum asperum</i> (Murril - Fries) Karsten	Larvite des épicéas	Cubique brune pélagique	Résistant à des températures élevées: 50 °C et des humidités basses (jus à 8%)	
<i>Gliophyllum abietinum</i> (Bulliard - Fries) Karsten	Larvite du sapin	Cubique brune		
<i>Trachypora boreaux</i> (Persoon - Fries) Libert		Fibreux peu profonde	Développement surtout en surface	
<i>Adiantum subresucum</i> Bresadola		Fibreux profonde	Conséquences: Incidateur d'humidité importante	
<i>Dactylospora asperna</i> Desmazieres	Polypore des épicéas	Fibreux blanche	Attaque des pэunets de ombre du pэunets de épicéas en 1922 Sa fréquence augmente depuis 1950	38 à 55%
<i>Phellinus codicatus</i> (Persoon - Fries) Pezom	Phellin	Fibreux blanche	Surtout sur épicéas, en milieu chaud et humide	
<i>Trametes versicolor</i> (Lével - Fries) Pezom	Tramète versicolore	Fibreux blanche	Attaque assez profonde	
<i>Coprinus domesticus</i> (Bulliard - Fries) SF Gray	Coprin domestique	Fibreux brun clair	Indicateur d'humidité sur plafonnage	
<i>Coprinus radicans</i> Desmazieres	Coprin printanier	Fibreux brun clair	Indicateur d'humidité sur plafonnage: apparaît souvent sur bois carboné et humide	
<i>Strombosia doleromontii</i> (Bresadola) Eriksson		Fibreux	Sur bois très humide	
<i>Chaetium globosum</i> Kuntze - Fries	Moite		Nécessite des conditions hygrothermiques élevées	> 55%
<i>Exidia peltita</i> Abelard et Schwendler - Fries		Cubique brune & noire	Développement surtout en surface, peu évoque en eau	Début son développement à 55% sous hygrométrie ambiante de 65% minimum

Attaques biologiques du bois

Les Champignons : conditions de développement / bois

- **HR du bois** > 18 à 20% (idéal entre 25 et 50 %)
- **Température** idéale entre 25 et 30°C (et < 56°C – comme pour les insectes)
- **Lumière**
- **pH plutôt acide** (éviter l'eau de Javel)
- **Oxygène**
- **Nutriments** (cellulose => pourriture cubique ; lignine)

Le matériau bois et les risques biologiques

Environnement => emploi (classe)

- HR% de l'air ambiant
- + Relation avec l'eau sous forme liquide ou gazeuse (vapeur)
- + Température de l'air ambiant
- = équilibre hygroscopique
- = classes d'emploi (anciennement « classe de risque »)
- = classes de service (cf. eurocode 5 : calculs des structures bois)
- => garantie de durabilité (pérennité) des ouvrages

5 classes d'emploi :

Le matériau bois et les risques biologiques

Environnement => emploi (classe)

Rappel des classes de service (cf. eurocode 5 : calculs des structures bois)

3 classes de service

2.5 Classes de service

2.5.1 Définition des classes

Classe de service 1 : classe de service caractérisée par une teneur en humidité dans les matériaux qui correspond à une température de 20 °C et une humidité relative ambiante ne dépassant 65 % que pendant quelques semaines au cours de l'année (pour la plupart des bois résineux, la classe de service 1 correspond à une humidité moyenne d'équilibre inférieure ou égale à 12 %).

NF EN 1995
2.3.1.3

Le matériau bois et les risques biologiques

Environnement => emploi (classe)

classes de service (cf. eurocode 5 : calculs des structures bois)

3 classes de service

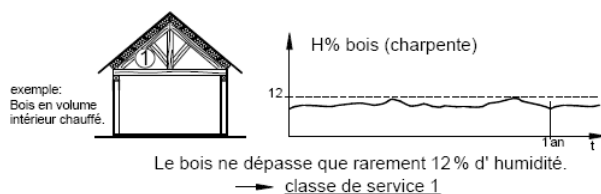


Figure 2-3 : Exemple de classe de service 1

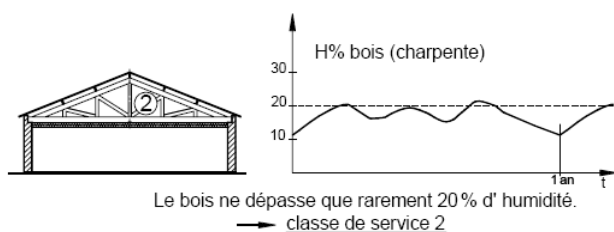
Classe de service 2 : classe de service caractérisée par une teneur en humidité dans les matériaux qui correspond à une température de 20 °C et une humidité relative ambiante ne dépassant 85 % que pendant quelques semaines au cours de l'année (pour la plupart des bois résineux, la classe de service 2 correspond à une humidité moyenne d'équilibre inférieure ou égale à 20 %).

Le matériau bois et les risques biologiques

Environnement => emploi (classe)

classes de service (cf. eurocode 5 : calculs des structures bois)

3 classes de service



NF EN 1995
2.3.1.3

Figure 2-4 : Exemple de classe de service 2

Remarque :

En fonction des régions, la classe de service pour une même structure peut être différente. Par exemple, les combles perdus de la **Figure 2-4** seront en classe de service 2 dans le nord de la France mais en classe de service 1 dans le sud-est.

Le matériau bois et les risques biologiques

Environnement => emploi (classe)

classes de service (cf. eurocode 5 : calculs des structures bois)

3 classes de service

Classe de service 3 : classe de service caractérisée par des conditions climatiques conduisant à des humidités plus élevées (les structures abritées ne pourraient être considérées en classe 3 que dans des cas exceptionnels).

NF EN 1995
2.3.1.3

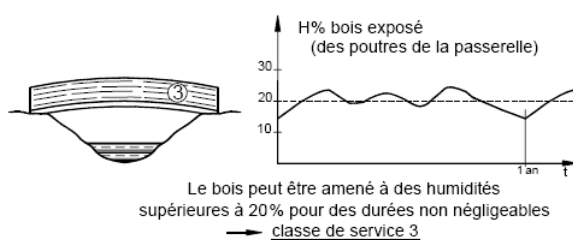


Figure 2-5 : Exemple de classe de service 3

Le matériau bois et les risques biologiques

Environnement => emploi (classe)

classes de service (cf. eurocode 5 : calculs des structures bois)

3 classes de service

En tenant compte des conditions climatiques et en référence aux clauses 2.3.1.3 (2) ; (3) et (4) de l'EN 1995-1-1, on pourra affecter les structures aux classes de services conformément aux recommandations suivantes :

- **Classe de service 1** : Structure intérieure en milieu sec : l'humidité moyenne est stabilisée de 7 à 13 % d'humidité
- **Classe de service 2** : Charpente abritée soumise à variations hygrométriques, murs à ossature bois... : l'humidité moyenne est stabilisée de 13 à 20 % d'humidité
- **Classe de service 3** : Au-delà.

NF EN
1995/NA

Note :

Pour les bâtiments dont l'humidité moyenne stabilisée est inférieure à 7 % il conviendra de mener une étude particulière.

Le matériau bois et les risques biologiques

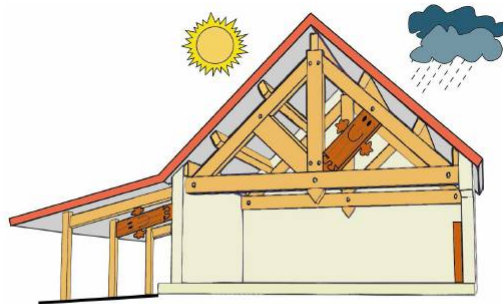
Environnement => emploi (classe)

5 classes d'emploi (anciennement « classe de risque »)



Classe d'emploi 1

Bois toujours en intérieur sec
(Lambris, porte intérieure, parquet...)



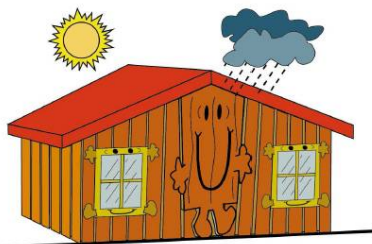
Classe d'emploi 2

Bois en intérieur ou sous abri avec humidification très ponctuelle
(Charpente, ossature, bardage ou menuiserie abrités sous auvent...)

Le matériau bois et les risques biologiques

Environnement => emploi (classe)

5 classes d'emploi (anciennement « classe de risque »)



Classe d'emploi 3a / 3.1

Bois extérieur hors sol, humidification fréquente sur des périodes courtes (quelques jours), séchage complet et rapide avant réhumidification

(Cas des bardages s'ils sont en climat modéré * et en conditions peu exposées et relativement drainantes*, Cas des fenêtres et portes extérieures si elles sont en climat sec ou modéré *)



Classe d'emploi 3b / 3.2

Bois extérieur hors sol, humidification très fréquente sur des périodes significatives (quelques semaines), séchage complet mais lent avant réhumidification

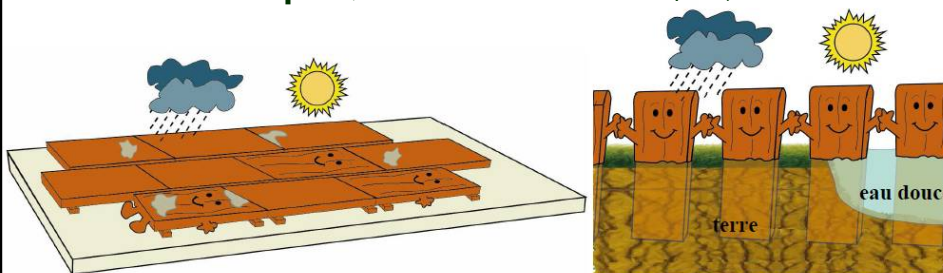
(Cas des bardages, menuiseries extérieures, éléments structurels... en conditions relativement exposées et moyennement drainantes*, Cas des fenêtres et portes extérieures si elles sont en climat humide *)

Les classes 3a et 3b sont en cours de remplacement par les classes 3.1 et 3.2 (révision norme EN 335).

Le matériau bois et les risques biologiques

Environnement => emploi (classe)

5 classes d'emploi (anciennement « classe de risque »)



Classe d'emploi 4

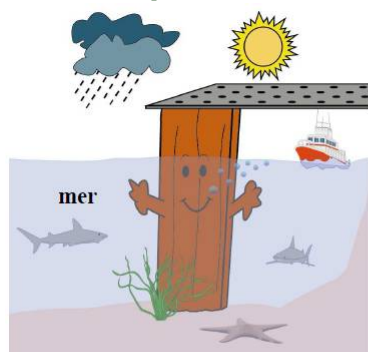
Hors sol ou en contact direct avec l'eau ou le sol

Bois en extérieur en contact récurrent avec le sol et/ou l'eau, voire immergé en eau douce
(Piquets ou poteaux plantés en terre, solivage de terrasse, revêtements de berges...)

Le matériau bois et les risques biologiques

Environnement => emploi (classe)

5 classes d'emploi (anciennement « classe de risque »)



Un bois immergé en **eau douce**, totalement ou partiellement, est en classe d'emploi 4.

La classe d'emploi 5 est réservée aux bois immergés en **eau de mer** (présence de mollusques : les térébrants marins).

Classe d'emploi 5

Bois en immersion dans l'**eau de mer**
(Pieds de ponton ou de jetée en milieu marin)

Le matériau bois et les risques biologiques

Environnement => emploi et choix des bois

Tableaux de synthèse

Situation en service	Agent d'altération		Zone vulnérable (sauf si durabilité naturelle suffisante)	Classe d'emploi
	Insectes	Champignons		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Toujours à l'abri des intempéries ■ H_{bois} < 18 % 	Insectes à larves termites	Aucun	0 à 3 mm	1
<ul style="list-style-type: none"> ■ Toujours à l'abri des intempéries ■ H_{bois} < 18 % ■ Humidification possible par condensation 	Insectes à larves termites	Pourriture superficielle et occasionnellement à virulence faible	0 à 3 mm	2
<ul style="list-style-type: none"> ■ Bois soumis à des alternances rapide d'humidification et de séchage ■ Pas de stagnation d'eau ■ Pas d'humidification significative en bois de bout et aux assemblages 	Insectes à larves termites	Pourriture superficielle faiblement active	0 à 3 mm	3 Faible exposition
<ul style="list-style-type: none"> ■ Bois soumis à des alternances rapides d'humidification et de séchage ■ Stagnation d'eau ■ Pénétration d'eau modérée en bois de bout et aux assemblages 	Insectes à larves termites	Pourritures plus profondes et plus actives	6 mm et plus Jusqu'à 50 à 60 mm en bois de bout	3 Forte exposition

Le matériau bois et les risques biologiques

Environnement => emploi et choix des bois

Tableaux de synthèse

Situation en service	Agent d'altération		Zone vulnérable (sauf si durabilité naturelle suffisante)	Classe d'emploi
	Insectes	Champignons		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Bois soumis à des humidifications fréquentes et permanentes, contact avec le sol, bois immergé ■ Rétention et stagnation d'eau H > 20 % pendant de longues périodes ■ Risques d'attaques de termites importants 	Insectes à larves termites	Pourritures profondes à forte virulence y compris pourriture molle	Tout le volume du bois (au minimum sur une partie des pièces)	4
<ul style="list-style-type: none"> ■ Bois en contact avec l'eau de mer ■ Collet et partie aérienne en situations sévère 	Térébrants marins dans les zones immergées	Pourritures profondes à forte virulence y compris pourriture molle dans les parties aériennes	Tout le volume du bois	5

Tableau 1. Prise en compte des risques et des classes d'emploi.

Le matériau bois et les risques biologiques

Environnement => emploi et choix des bois

Tableaux de synthèse : essences / emploi

Essences (purgées d'aubier)		Classe 1 <i>Sans limite de durée</i>	Classe 2 <i>Sans limite de durée</i>	Classe 3 <i>25 ans ou plus</i>	Classe 4 <i>10 ans ou plus</i>
Feuillus tempérés	Châtaigner	oui	oui	oui	oui
	Chêne	oui	oui	oui	oui
	Peuplier	non	non	non	non
	Robinier	oui	oui	oui	oui
Résineux tempérés	Douglas	oui	oui	oui	non
	Epicéa	non	non	non	non
	Mélèze	oui	oui	oui	non
	Pin maritime	oui	oui	oui	non
	Pin sylvestre	oui	oui	oui	non
	Sapin	non	non	non	non
	Western Red Cedar	oui	oui	oui	non

Le matériau bois et les risques biologiques

Environnement => emploi et choix des bois

Tableaux de synthèse : essences / emploi

Essences (purgées d'aubier)		Classe 1 <i>Sans limite de durée</i>	Classe 2 <i>Sans limite de durée</i>	Classe 3 <i>25 ans ou plus</i>	Classe 4 <i>10 ans ou plus</i>
Bois tropicaux	Angélique	oui	oui	oui	*
	Azobé	oui	oui	oui	*
	Doussié	oui	oui	oui	oui
	Ipé	oui	oui	oui	oui
	Iroko	oui	oui	oui	oui
	Niangon	oui	oui	oui	non
	Sipo	oui	oui	oui	non
	Teck	oui	oui	oui	oui

* selon provenance

Tableau 2. Classes d'emploi. Aptitude à l'emploi sans traitement de quelques essences purgées d'aubier utilisable en charpente. (source NF EN 350 et NF EN 460)

Le matériau bois et les risques biologiques

Environnement => emploi et choix des bois

Tableaux de synthèse : essences / durabilité

Nom commun	Masse volumique H=12% [kg/m ³]	Durabilité naturelle				Imprégnabilité	
		Champignons	Capricornes	Vrillettes	Termites	Bois Parfait	Aubier
Douglas	530	3	S	S	S	4	3
Epicéa	460	4	D	D	S	3-4	3
Pin maritime	540	3-4	S	S	S	4	1
Pin sylvestre	520	3-4	S	S	S	3-4	1
Sapin	460	4	D	D	S	2-3	2

Le matériau bois et les risques biologiques

Environnement => emploi et choix des bois

Tableaux de synthèse : essences / durabilité

Nom commun	Masse volumique H=12% [kg/m ³]	Durabilité naturelle				Imprégnabilité	
		Champignons	Capricornes	Vrillettes	Termites	Bois Parfait	Aubier
Châtaignier	590	2		S	M	4	2
Chêne	710	2		S	M	4	1
Hêtre	710	5		S	S	1	1
Peuplier	440	5		S	S	3v	1v

Le matériau bois et les risques biologiques

Environnement => emploi et choix des bois

Tableaux de synthèse : essences / durabilité

Essence de bois	Avec traitement	Sans traitement*	Résistance aux termites
Châtaignier	---	3	moyenne
Chêne	3	3	non
Douglas	3	3	non
Epicéa	3	---	non
Mélèze	3	3	non
Pin sylvestre	5	3	non
Pin maritime	5	3	non

Le matériau bois et les risques biologiques

Environnement => emploi et choix des bois

Tableaux de synthèse : essences / durabilité

Essence de bois	Avec traitement	Sans traitement*	Résistance aux termites
Robinier	---	4	bonne
Sapin	3	---	non
Western Red Cedar	3	3	non
Ipé, Doussié, Merbau, Moabi, Padouk	---	4	bonne
Azobé, Iroko	---	3	bonne

Tableau 6. classe d'emploi des différentes essences (*bois purgé d'aubier)

Le matériau bois et les risques biologiques

Environnement => emploi et choix des bois

Tableaux de synthèse : essences / durabilité

Champignons

1 = très durable, 2 = durable, 3 = moyennement durable, 4 = faiblement durable, 5 = non-durable

Capricornes et vrillettes

S = aubier sensible, D = duramen sensible

Termites

D = durable, M = moyennement durable, S = sensible

Imprégnabilité

1 = imprégnable, 2 = moyennement imprégnable, 3 = peu imprégnable,

4 = non imprégnable

Le matériau bois et les risques biologiques

Environnement => emploi (classe)

les traitements des bois (avant mise en œuvre)

normalisés ou la certification

Milieu humide CTB H (PP) CTB RH (panneaux MDF-HLS)

Milieu extérieur CTB X (CP)

Coffrage CTB C (CP)

Attaques biologiques CTB B+ et CTB P+ (marques)

<http://www.ctbaplus.fr/>



Le matériau bois et les risques biologiques

Environnement => emploi (classe)

les traitements non normalisés ou non certifiés :

Cas par cas ; produit sous « label » (ex : « SOCOTEC »)

Guide de préservation des bois (CTBA)

« Entretien écologique du bois » (La Plage éditeur)

Fabricants : à identifier (ex : <http://www.sarpap-cecil.com/> et d'autres)

Le matériau bois et les risques biologiques

Environnement : termites

=> prévention / curation

Prévention :

Barrière physico-chimique

Pièges-appâts anti-termites

Curation conventionnelle :

bûchage – pulvérisation – injection

fumigation (gaz mortels = bâchage, confinement etc.)

Curation non chimique : anoxie ; chaleur (> 56°C à cœur pendant 30 min. => 100°C) ; cryogénie : - 20°C pendant 24 H

Cf. « Memento technique termites 2014 » (CTBA)

Et « Guide termites_septembre 2010 » (FCBA)

Merci de votre
Attention