



Protection du matériau Bois Etat de l'art, challenges et opportunités

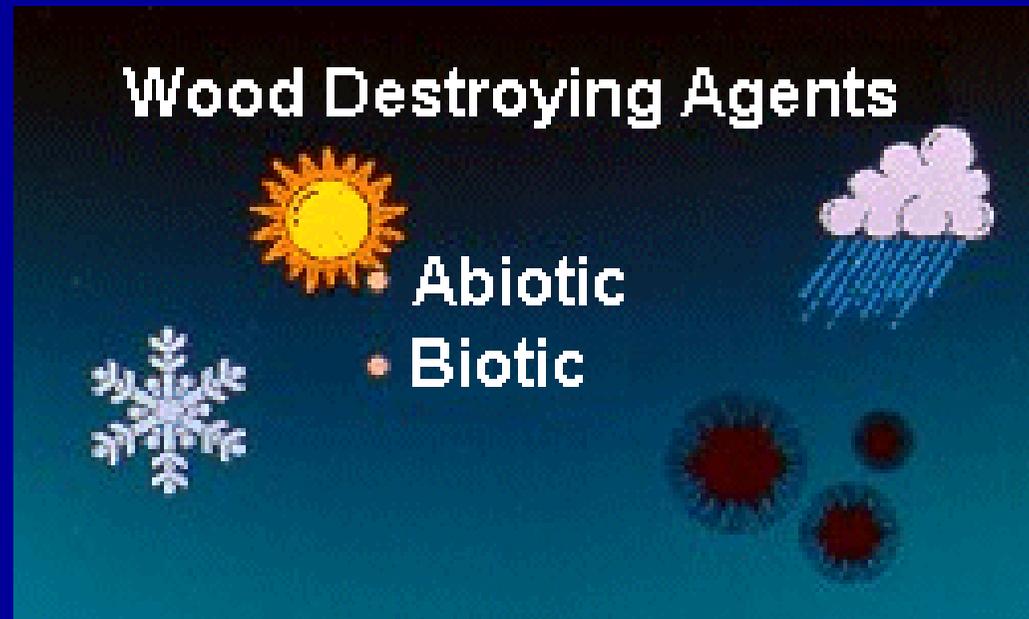
Philippe Gérardin
LERMaB

Agents de dégradation du bois

Durabilité naturelle variable, matériau biodégradable

Agents abiotiques

- humidité
- rayonnement UV
- température
- agents chimiques



Agents biologiques

- micro-organismes: bactéries & champignons
- insectes
- mollusques marins

Les Micro-organismes

Les bactéries

rôle peu important comparativement à celui des champignons
sauf en milieu anaérobie ou leur action devient
prépondérante

Les champignons

Champignons de pourriture

- pourritures brunes
- pourritures blanches
- pourritures molles

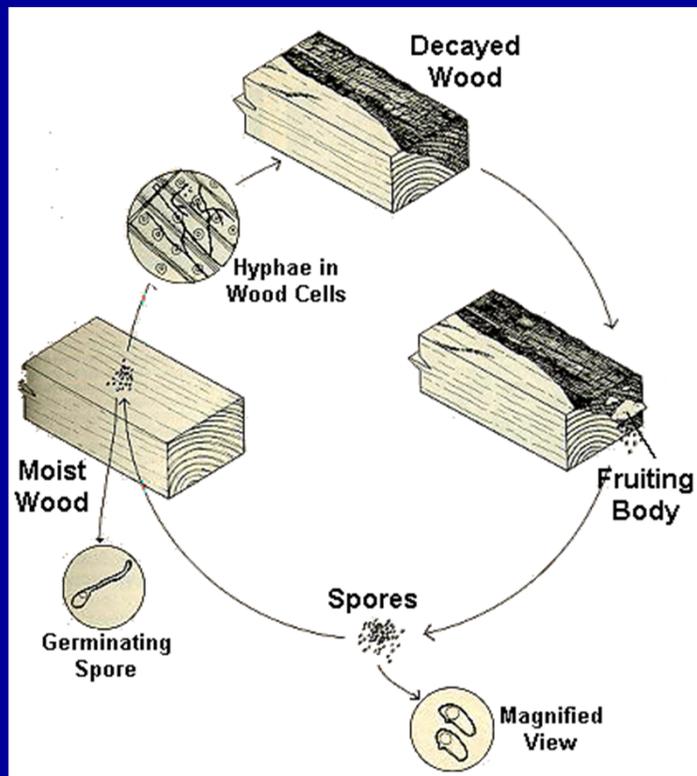
Champignons de coloration

- bleuissement
- moisissures



Conditions requises pour le développement des champignons

- Humidité minimum du bois d'au moins 22%
- Température comprise entre 20 et 30°C
- Présence d'oxygène



Difficulté de prévenir tout risque d'infestation

Dégradation des constituants du bois différente en fonction du type de champignon impliqué

Différents types de mécanismes enzymatiques ou non enzymatique

Systemes enzymatiques chez *Trametes versicolor*

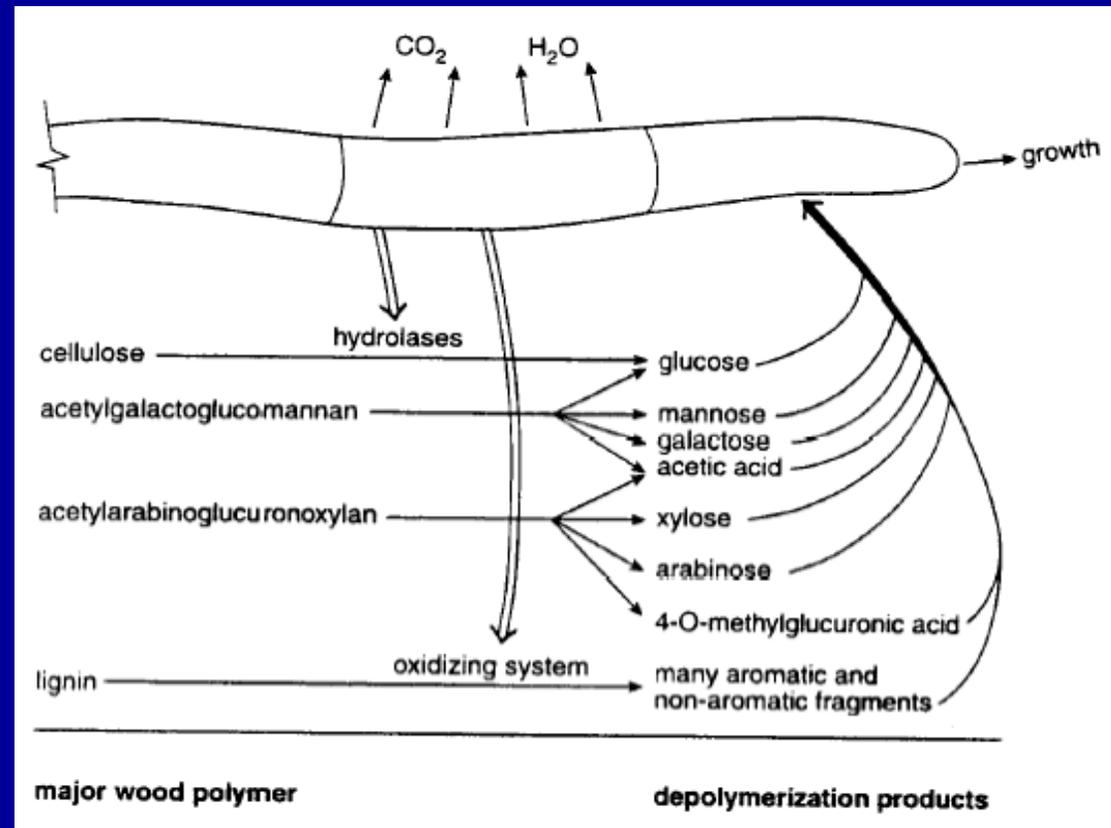
Systemes ligninolytiques

- ✓ Laccases
- ✓ Peroxydases (lignine et manganèse peroxydases)

Systemes hydrolytiques

- ✓ Cellobiohydrolases
- ✓ Endoglucanases
- ✓ β -Glucosidases

- ✓ Xylanases
- ✓ Xylosidases
- ✓ Glucuronidases
- ✓ Arabinosidases



Les insectes xylophages

Capricornes



Vrillettes



Lyctus



Termites

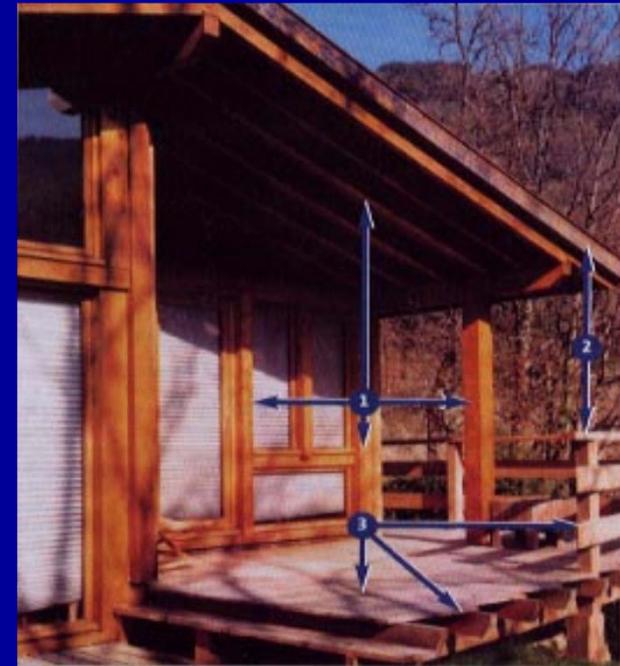


Selon les cas c'est l'insecte ou sa larve qui sont responsables des dégâts. Ils utilisent la cellulose comme source de carbone, qu'ils digèrent grâce à des cellulases ou à des symbioses avec des micro-organismes.

Norme NF EN 335-2

Durabilité du Bois et des Matériaux dérivés du Bois Définition des classes d'emploi

- Déterminer la classe d'emploi de l'ouvrage en fonction des agents de dégradation auxquels il va être exposé
- Choisir l'essence et vérifier sa durabilité
- Définir le traitement de préservation



Norme NF EN 335-2

Classe d'emploi	Situation générale en service	Description de l'exposition à l'humidification en service	Agents biologiques	
1	À l'intérieur, sous abri	sec	Coléoptères foreurs du bois	En cas de présence possible de termites cette classe est désignée 1T
2	À l'intérieur ou sous abri	occasionnellement humide	Comme ci-dessus	En cas de présence possible de termites cette classe est désignée 2T
3	3.1 À l'extérieur, au dessus du sol, protégé	occasionnellement humide	+ Champignons de discoloration	En cas de présence possible de termites cette classe est désignée 3.1T ou 3.2T
	3.2 À l'extérieur, au dessus du sol, non protégé	fréquemment humide	+ Champignons de pourriture	
4	4.1 À l'extérieur, en contact avec le sol et/ou l'eau douce	à prédominance ou en permanence humide	Comme ci-dessus + Champignons de Pourriture molle	En cas de présence possible de termites cette classe est désignée 4.1T ou 4.2T
	4.2 À l'extérieur, en contact avec le sol (sévère) et/ou l'eau douce	humide en permanence		
5	Dans l'eau salée	humide en permanence	Champignons de pourriture Champignons de Pourriture molle Térébrants marins	A Térédinidés Limnoria
				B comme en A + Limnoria tolérant à la créosote
				C comme en B + Pholades

Méthodes de traitement du bois

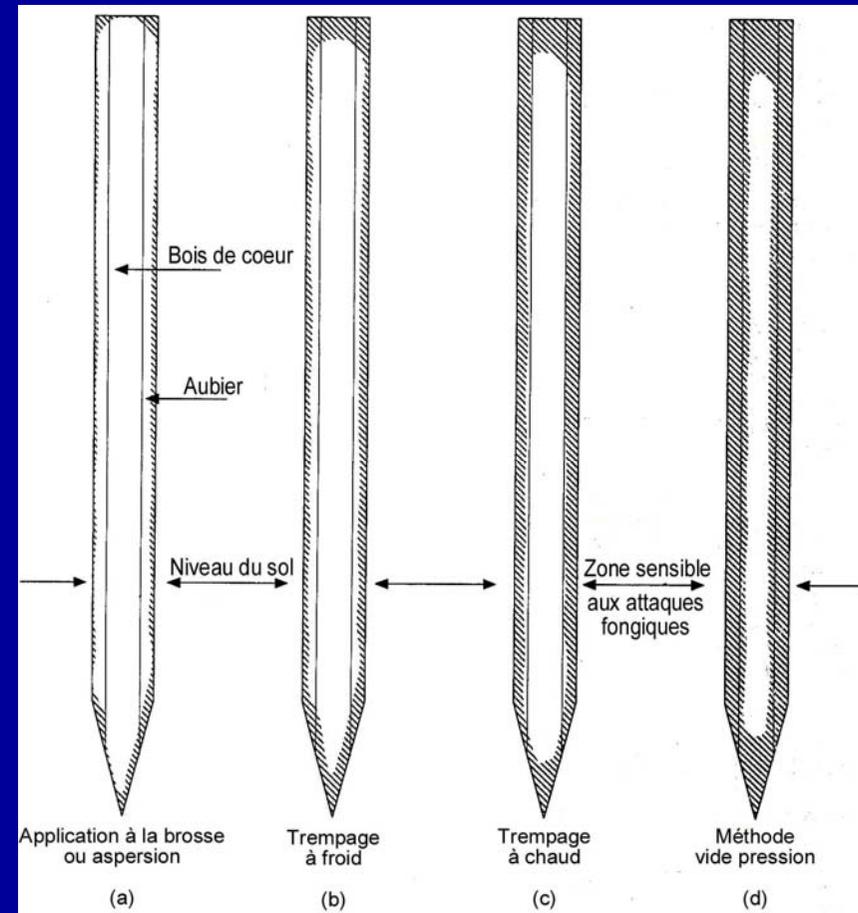
- badigeonnage
- aspersion
- déplacement de sève
- diffusion
- trempage
- méthodes vide / pression



Imprégnation plus ou moins importante en fonction de la technique, de l'essence traitée et de son utilisation finale

Traitement réalisés au niveau industriel ou non

Efficacité différente
en fonction du mode
d'imprégnation



Les Produits de préservation

- propriétés multiples

fongicides, bactéricides, insecticides...

bonne pénétration et distribution dans le bois

bonne rétention dans le bois, efficacité à long terme

peu toxiques pour l'homme et l'environnement.

ne pas modifier l'aspect et les autres propriétés du bois

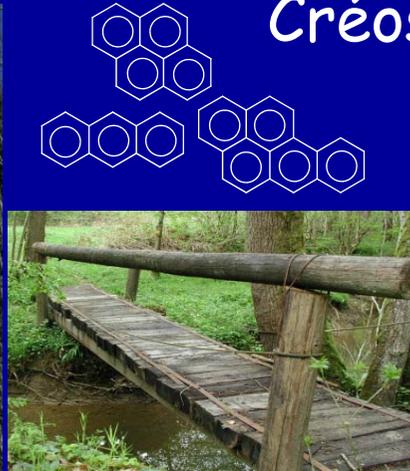
- Différentes catégories de produits dominées pendant longtemps par les produits huileux comme la créosote, les produits hydrosolubles comme les formulations multi-sels (CCA) et des produits organiques (PCP) en phase organique

- Directive Biocide (février 1998)

- Loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (décembre 1996)

- Changements profonds des pratiques utilisées jusqu'alors, abandon de différents produits, évolution vers des phases aqueuses, apparition de nouvelles alternatives...

- Abandon de différents produits historiquement très utilisés



	Type A	Type B	Type C
CrO ₃	65,5%	35,3%	47,5%
CuO	18,1%	19,6%	18,5%
As ₂ O ₅	16,4%	45,1%	34,0%

Pentachlorophénol



- Remplacement par des produits nouveaux ne présentant pas toujours des performances suffisantes en fonction des classes d'emploi envisagées

- Challenges important pour la classe 4

Classe 4

Ammoniacal Copper Zinc Arsenate (ACZA) et Ammoniacal Copper Arsenate (ACA) : $\text{CuO}/\text{ZnO} / \text{As}_2\text{O}_5$ dans l'ammoniaque

Cuivre /organique comme:

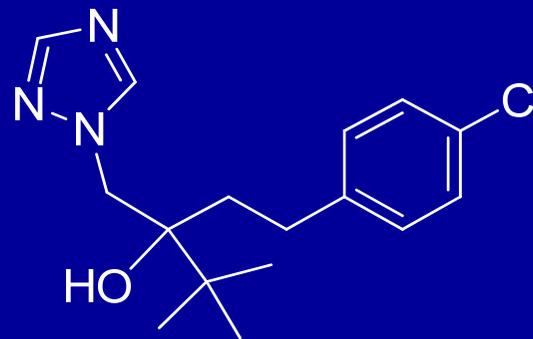
- Ammoniacal Copper Quat (ACQ): CuO/DDAC dans l'ammoniaque
- Cuivre Bore Azole (CBA): $\text{CuCO}_3/\text{tébuconazole}/\text{H}_3\text{BO}_3$ /éthanolamine
- Cuivre/HDO

Classes 1, 2 et 3

Produits organiques pour la plupart issus de l'agrochimie, utilisés en phase organique mais de plus en plus en phase aqueuse sous forme d'émulsions ou de micro-émulsions



Propiconazole

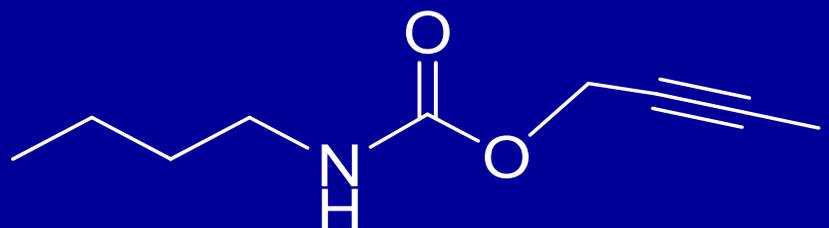


Tebuconazole

Triazoles

Classes 1, 2 et 3

Produits organiques pour la plupart issus de l'agrochimie, utilisés en phase organique mais de plus en phase aqueuse sous forme d'émulsions ou de micro-émulsions

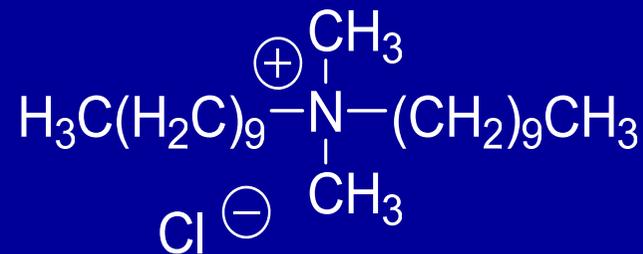


3-Iodo-2-propynyl butyl
carbamate (IPBC)

Carbamates

Classes 1, 2 et 3

Produits organiques pour la plupart issus de l'agrochimie, utilisés en phase organique mais de plus en phase aqueuse sous forme d'émulsions ou de micro-émulsions

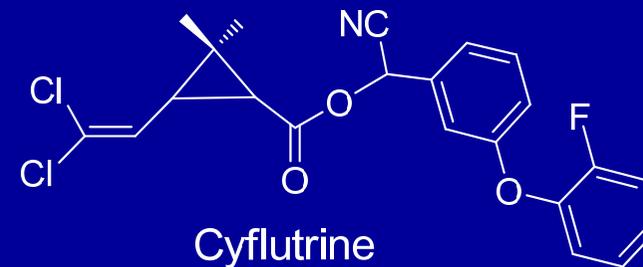
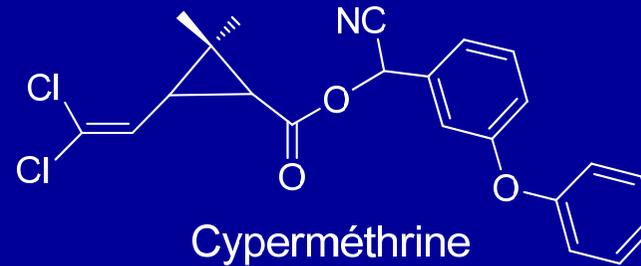


Chlorure de
didecyldiméthylammonium
(DDAC)

Sels d'ammonium quaternaire

Classes 1, 2 et 3

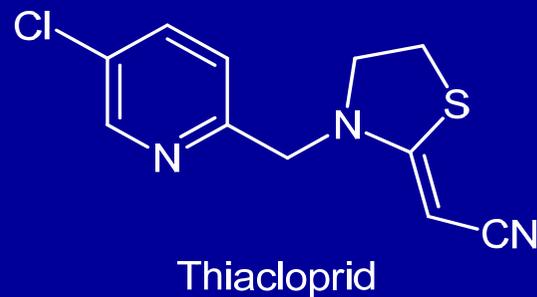
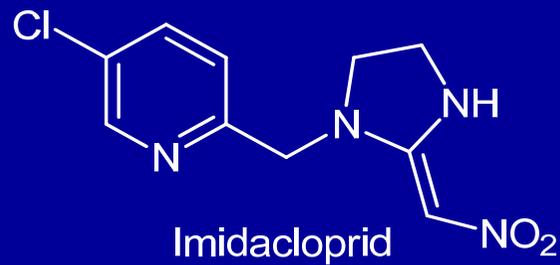
Produits organiques pour la plupart issus de l'agrochimie, utilisés en phase organique mais de plus en plus en phase aqueuse sous forme d'émulsions ou de micro-émulsions



Pyréthroïdes

Classes 1, 2 et 3

Produits organiques pour la plupart issus de l'agrochimie, utilisés en phase organique mais de plus en plus en phase aqueuse sous forme d'émulsions ou de micro-émulsions



Neonicotinoides

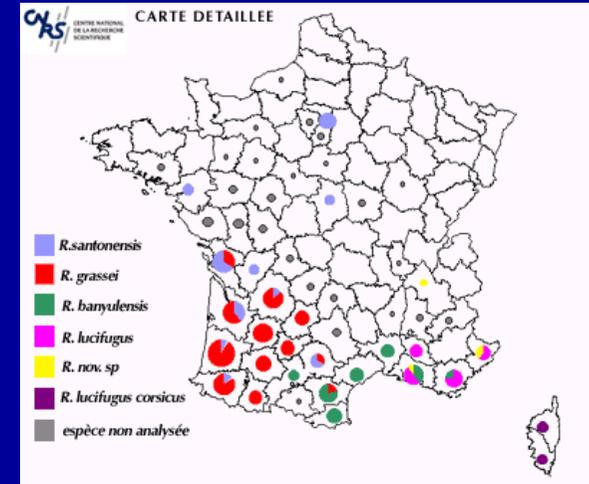
Classes 1, 2 et 3

Sels de bore, seuls ou en association avec des additifs destinés à limiter leur lessivage

- Acide borique (H_3BO_3),
- Borax ou sodium tetraborate décahydrate ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$),
- Timbor ou disodium octaborate tétrahydrate ($\text{Na}_2\text{B}_8\text{O}_{13} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)

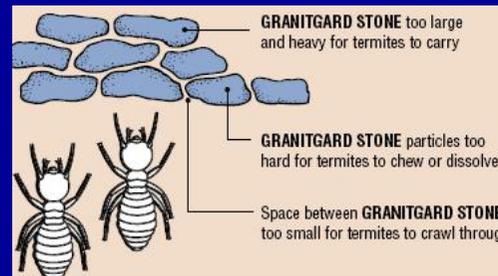
Solutions constructives

Cas des zones infestées par les termites



barrière physique

Destinées à empêcher la pénétration des termites



barrière physico-chimique

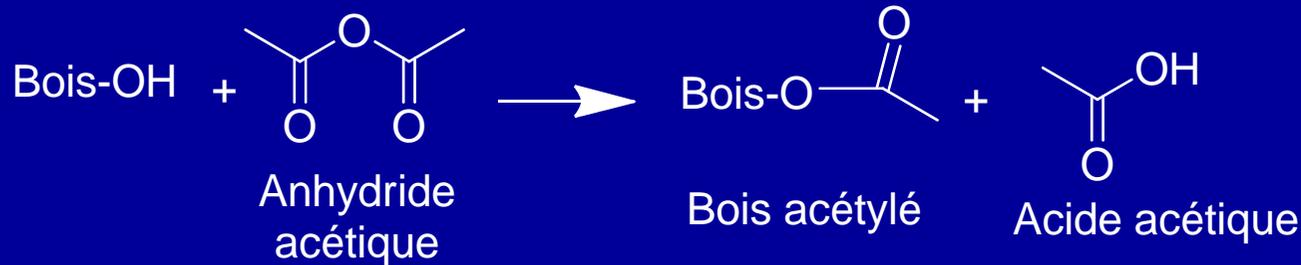
l'insecticide contenu dans le support empêche la pénétration des termites



Alternatives aux techniques de préservation classique

- ✓ Utilisation d'essences naturellement durables
- ✓ Modification chimique
- ✓ Modification thermique
- ✓ Nouveaux matériaux à base de bois

Acétylation du bois



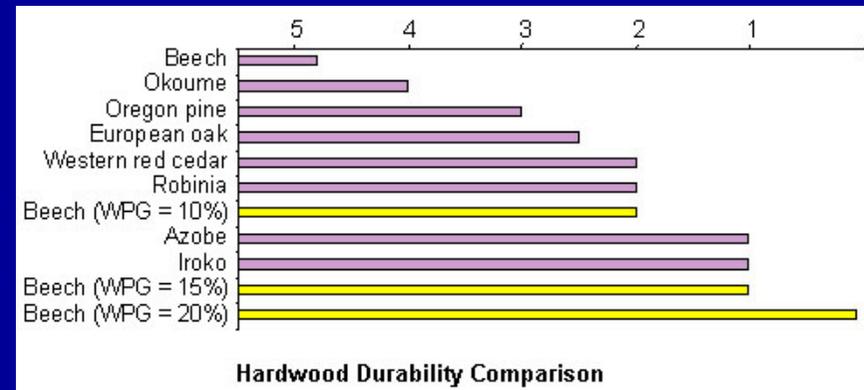
Propriétés

- Gain de masse = 17% résiste aux champignons
- Gain de masse de 20 à 25%, ASE = 70%
- Densité augmente et la perméabilité diminue
- Propriétés mécaniques inchangées
- Finition, adhésion correctes



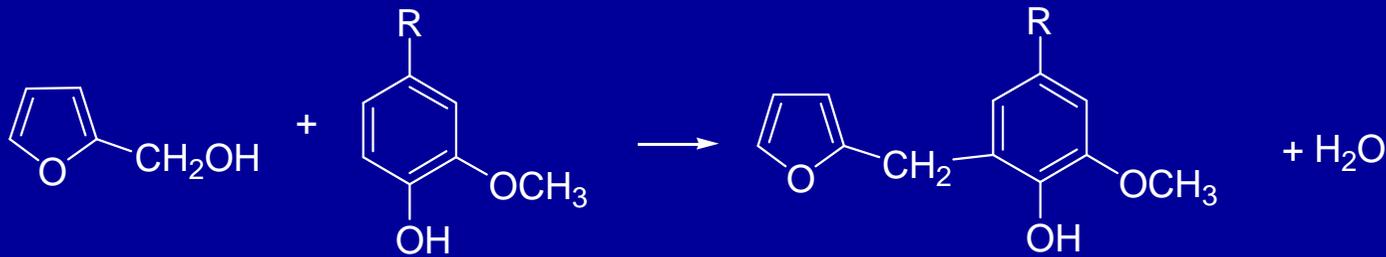
Développement industriel

Titan Wood au Pays bas depuis 2003



Furfurylation

Imprégnation d'alcool furfurylique suivi d'une polymérisation à chaud conduisant à un composite bois/polymère



Développement industriel en Norvège



- Augmentation de la stabilité dimensionnelle
- Augmentation de la dureté
- Augmentation de la durabilité, performance similaires aux CCA
- Peu toxique pour l'environnement
- Esthétique : apparence similaire à celle des bois tropicaux

Composites bois plastiques

Combinaisons de poudres de bois et de thermoplastiques (HDPE, PP, PVC...) en présence de différents additifs (stabilisateurs UV, agents de couplage, lubrifiants, fongicides...)

Technologies issues de la plasturgie (thermoformage, extrusion, injection...)

Résistant à l'humidité, stable dimensionnellement, entretien facile...



Problèmes de d'interface et de compatibilité

Produits utilisables dans les conditions de classe 4 pouvant servir de produits de substitution aux bois traités par des solutions multi-sels



Bois traités thermiquement

PRINCIPE

Modification de la structure chimique du matériau par traitement thermique pour des températures comprises entre 180 et 230°C lui conférant des propriétés nouvelles



EXISTANCE DE DIFFERENTS PROCÉDES

Procédé développé aux Etats-Unis dès les années 50 consistant à traiter le bois à des températures de 150 à 300°C n'ayant pas donné lieu à l'époque à d'applications commerciales (Staybwood)

Regain d'intérêt vers la fin des années 90 avec l'émergence de différents procédés différant les uns des autres par la nature des conditions utilisées

Procédé PLATO® au Pays-Bas, Procédé NOW® (New Option Wood) en France, Procédé VTT : Thermowood® en Finlande, procédés à l'huile (OHT en Allemagne et Oléobois en France)

A photograph of a wooden deck and staircase in a wooded area. The deck is made of light-colored wooden planks and is surrounded by trees and greenery. The staircase is also made of wood and leads up a slight incline. The text is overlaid on the left side of the image.

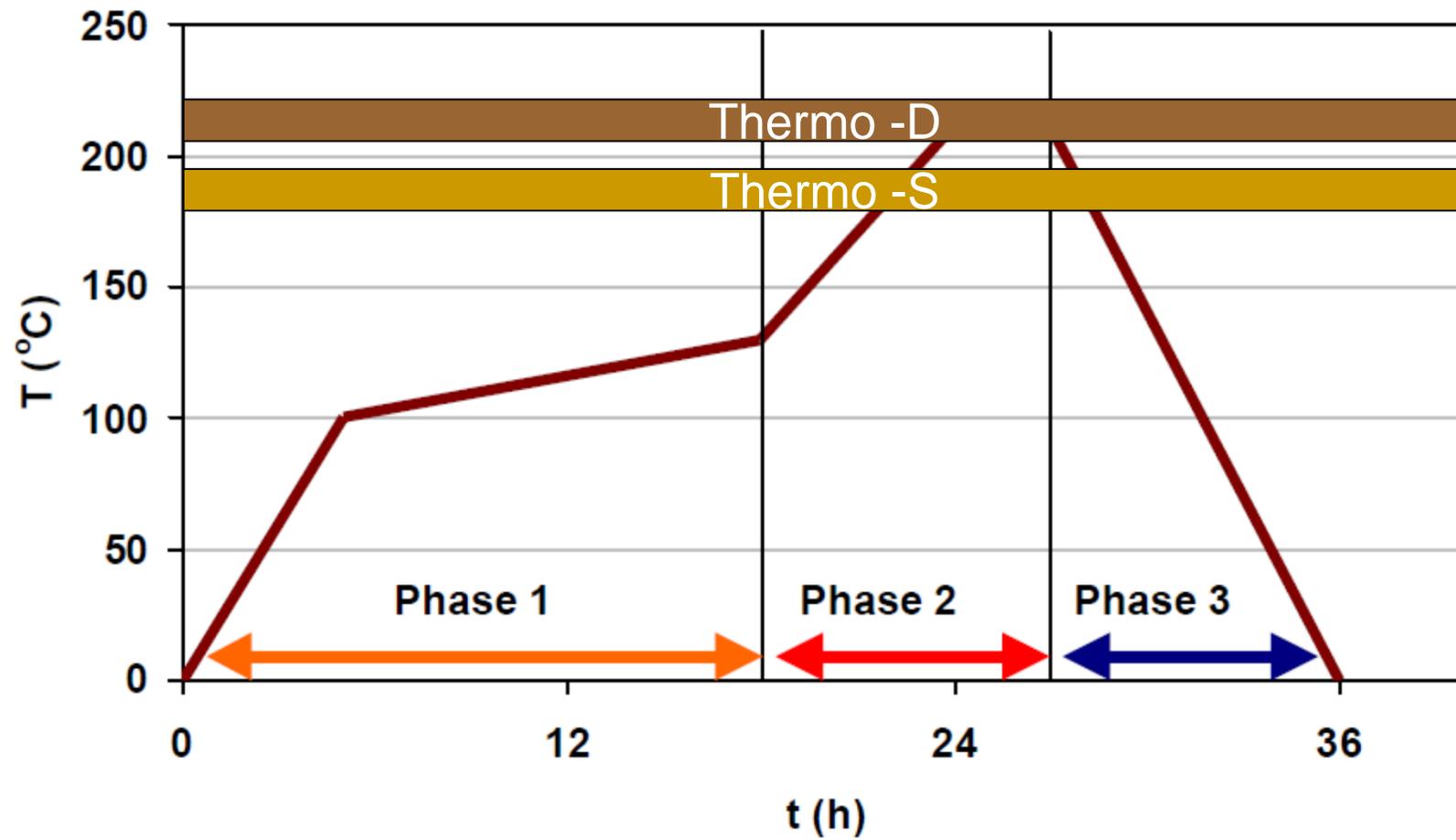
✓ Avantages

- résistances aux attaques fongiques
- stabilité dimensionnelle
- traitement non polluant
- couleur

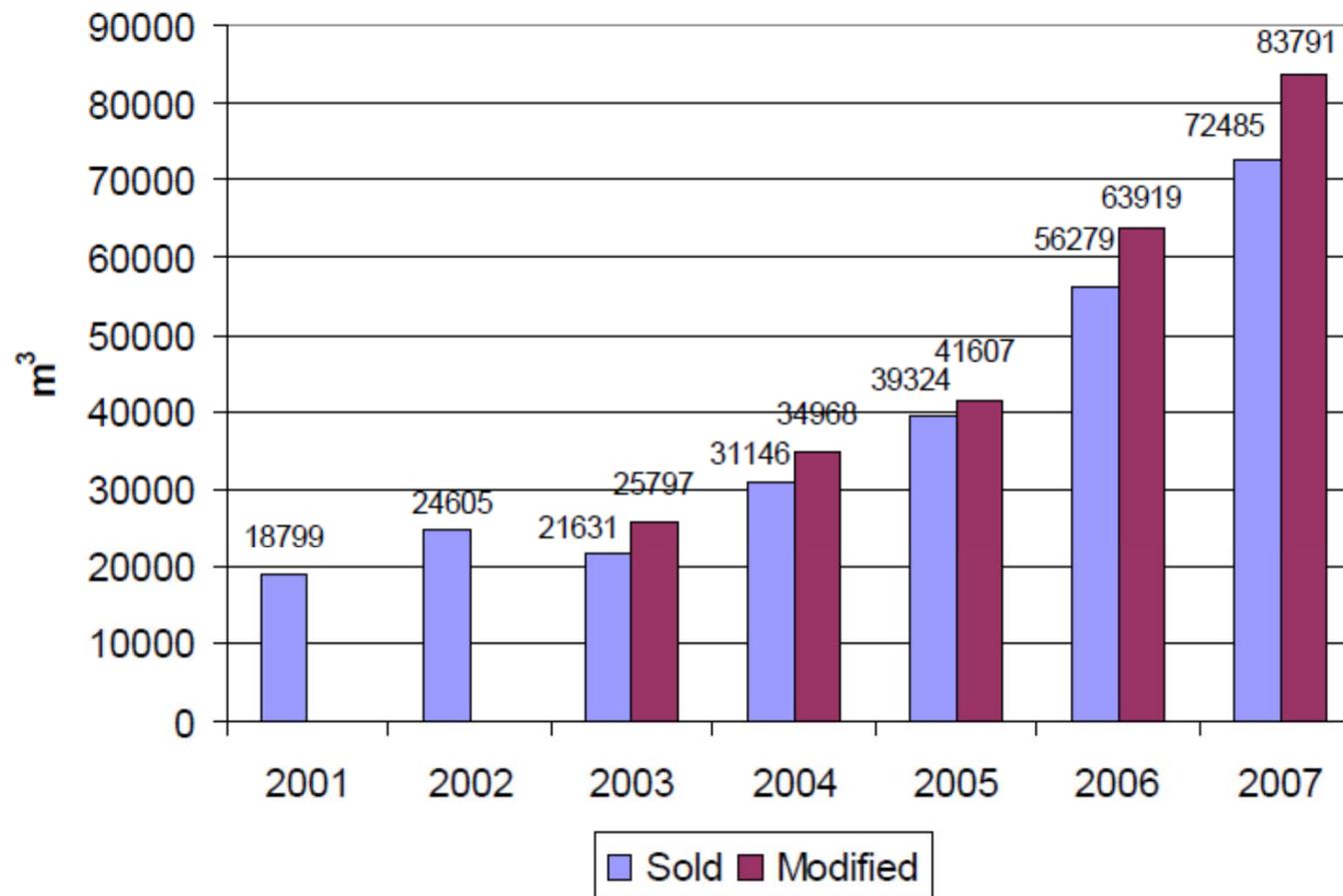
✓ Inconvénients

- affaiblissement mécanique
- maîtrise du procédés

ThermoWood[®] process



THERMOWOOD PRODUCTION





Exemples d'utilisation
de bois traités
thermiquement

Merci de votre attention