

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

HOUTBOUW IN BRUSSEL

HERFST 2022

Bouwmaterialen en -systemen

Pierre GUSTIN

écoRce
LABORATOIRE CONSULTING





- ▶ Enkele argumenten voor houtbouw geven
- ▶ De meest courante houtbouwsystemen beschrijven
 - Principes
 - Sterke en/of zwakke punten
- ▶ Hun componenten (materialen) beschrijven)*:
 - Nuttige informatie
 - Toepassingsgebieden
 - Sterke en/of zwakke punten

* De beschreven componenten (de meest courante – niet-volledige lijst) zijn diegene die voor de (op)bouw van houten wanden worden gebruikt, binnen- en buitenafwerkingen uitgezonderd



INLEIDING

- ▶ **Waarom houtbouw**
- ▶ Aandachtspunten

BOUWSYSTEMEN

MATERIALEN

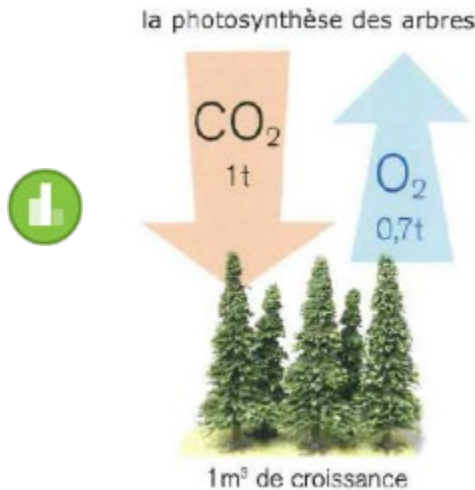


- ▶ Milieuprestaties van hout
 - hernieuwbare grondstof
 - koolstofput
 - recycleerbaar
 - geringe grijze energie > vereist weinig productie-energie



Hout, een koolstofput

- Water + kooldioxide → Hout + zuurstof



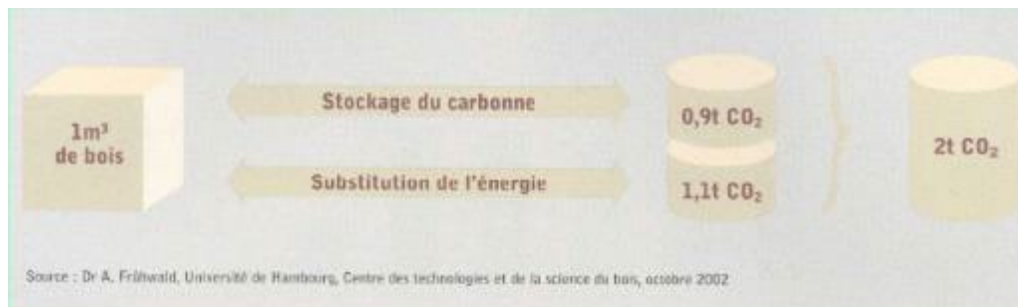
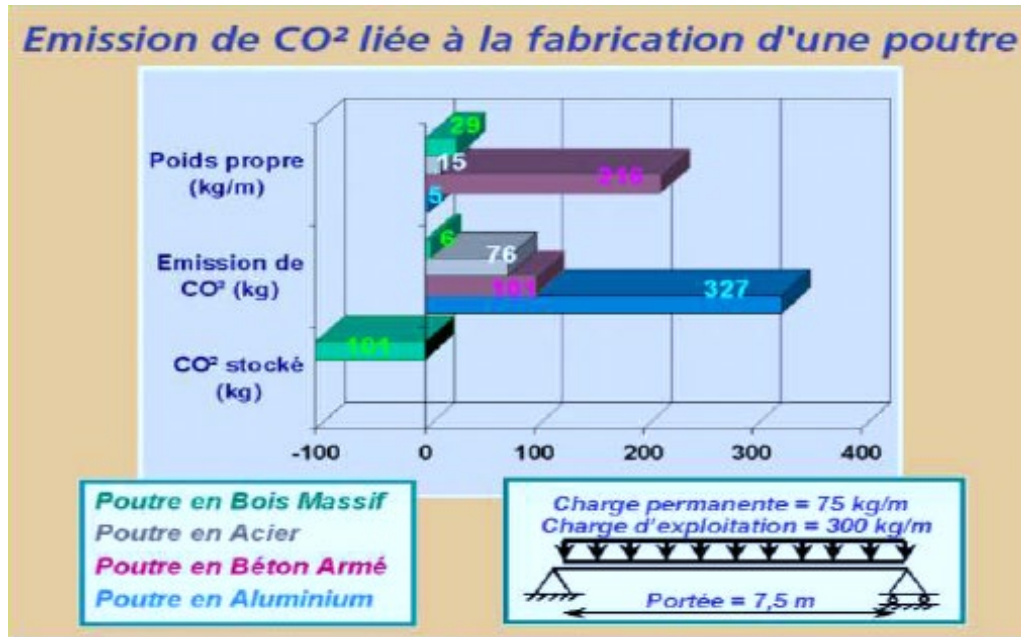
900 kg geneutraliseerd/m³ gedurende 75 jaar

	Koolstofgehalte
Huis	10 - 25 t C/huis
Houten venster	25 kg C/venster
Parket	5 kg C/m ²
Meubel	1 t C/geheel van het meubilair van een huis

➔ 12 à 30t C/huis



Hout, substitutie voor meer energieverblindende producten



Hout, substitutie voor meer energieverblindende producten

- Grijze energie [MJ/m³] ou [MJ/kg] : totale hoeveelheid energie vereist voor de productie, de fabricage, de verwerking, het transport, het gebruik, het onderhoud en de recyclage van een materiaal.

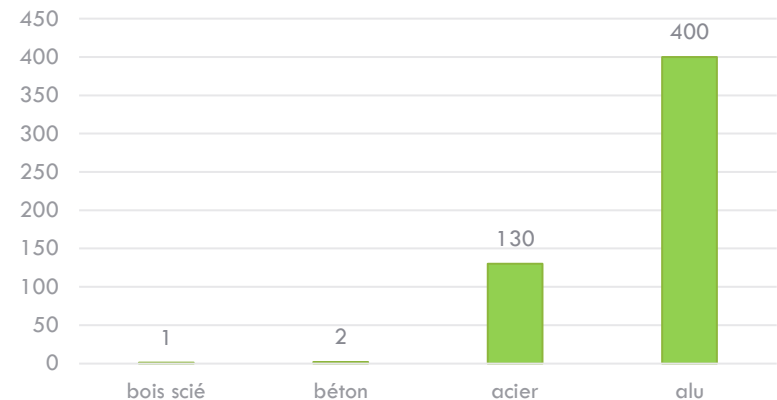
Le bois, un matériau léger **et** résistant. Une poutre de 4 m de portée supportant une charge de 250 kg/m uniformément répartie, exige le placement d'une 8 x 23 cm en bois résineux, soit 26,4 kg ; une IPE 120 en acier, soit 41,6 kg ; une poutre en béton armé de 10 cm de côté, soit 200 kg.

En termes d'**énergie grise**, cette poutre représente :

en résineux	66 MJ
en béton	260 MJ
en acier	1331,2 MJ

	Energie grise	
	MJ/m ³	MJ/kg
Bois résineux	1 380	3,73
Béton	3 180	1,38
Brique	5 170	2,50
Acier	25 200	31,92
Aluminium	517 700	227

grijze energie



WAAROM HOUTBOUW

- ▶ Flexibiliteit
- ▶ Technologische prestaties
 - innovatie
 - uitvoeringssnelheid
 - prefabricagemogelijkheden
- ▶ Droogbouw
- ▶ Structurele lichtheid

⇒ **Bij gelijke structuren is hout tot 7-maal lichter dan beton**

- makkelijk te hanteren elementen
- voordelig transport
- lichtere funderingen
- ▶ Goede thermische isolatie

	Conductivité thermique λ (en W.m .K)	Différence par rapport au bois résineux
Bois résineux	0,12	
Bois lourds (feuillus)	0,19	158%
Brique	1	833%
Béton	1,75	1.458%
Acier	52	43.333%
Aluminium	230	191.666%



INLEIDING

- ▶ Waarom houtbouw
- ▶ **Aandachtspunten**

BOUWSYSTEMEN

MATERIALEN



- ▶ Thermische prestaties
- ▶ Akoestische prestaties
- ▶ Luchtdichtheid
- ▶ Thermische inertie
- ▶ Mate van vakmanschap van de bedrijven



INLEIDING

BOUWSYSTEMEN

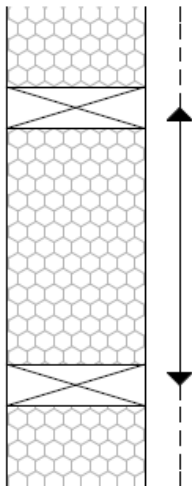
- ▶ **Houtskeletbouw**
- ▶ Palen-balkensysteem
- ▶ Systeem met massieve houtplaten
- ▶ Houtstapelbouw

MATERIALEN



Principes

- ▶ Draagstructuur bestaande uit verticale stijlen, die op regelmatige afstanden (om de 40 tot 60 cm) van elkaar worden geplaatst, en uit horizontale regels waarop windverbandpanelen worden bevestigd
- ▶ De thermische isolatie wordt in de ruimte tussen de panelen aangebracht



HOUTSKELETBOUW



Source/Bron: Hout Info Bois



Sterke punten

- ▶ Vanuit structureel oogpunt
 - Lichtheid
- ▶ Vanuit architecturaal oogpunt
 - Compatibel met alle parementtypes: bekleding, baksteen, natuursteen,...
 - Kan worden gecombineerd met elementen van het type 'palen-balken' (hout, beton of staal) of met gemetselde muren
 - Gebogen wanden zijn mogelijk
 - Soepelheid / evolutiviteit mogelijk
 - Beperkte plaatsruimte van het volledige complex (integratie van de isolatielaag in de structuur) > vloeroppervlaktewinst
- ▶ Vanuit milieuoogpunt
 - Kleine houtfractie > rationeel gebruik (grijze energie)



Sterke punten

- ▶ Vanuit ergonomisch oogpunt
 - Makkelijke hantering en soepele aanpassing op de bouwplaats
 - Zelfbouwmogelijkheid
 - Mogelijkheid tot montage op de bouwplaats (toegangsmoeilijkheden)
- ▶ Prefabricagemogelijkheden (gedeeltelijke of volledige prefabricage) > uitvoeringssnelheid
- ▶ Mogelijkheid alleen gangbare handelsmaten te gebruiken
- ▶ Beproefd systeem

Zwakke punten

- ▶ Beperkte grootte van de openingen
- ▶ Zeer kleine thermische inertie



INLEIDING

BOUWSYSTEMEN

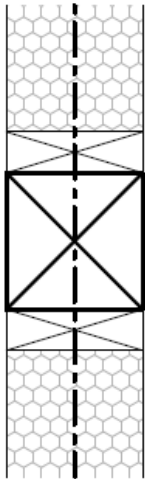
- ▶ Houtskeletbouw
- ▶ **Palen-balkensysteem**
- ▶ Systeem met massieve houtplaten
- ▶ Houtstapelbouw

MATERIALEN



Principes

- ▶ Structuur van verticale palen en horizontale balken die een groot en regelmatig raster (3 tot 6 m) vormt en door windverbandelementen wordt gestabiliseerd
- ▶ De binnen- en buitenmuren zijn niet-dragend en worden vrij geplaatst



PALEN_BALKENSYSTEEM



Source/bron: Hout Info Bois



Principes

- ▶ **Structuur:** gelijmd gelamelleerd hout en/of massieve of samengestelde balken uit naaldhout (vuren, douglas, grenen, lorken)
- ▶ **Windverbanden**
 - Elementen uit massief of gelijmd gelamelleerd hout
 - Metalen elementen (bandijzers, trekankers,...)
 - Opvulling van sommige wanden
- ▶ **Verbindingen:** De rol en de kwaliteit van de verbindingen zijn van doorslaggevend belang. Deze zijn in de meeste gevallen van metaal, maar soms ook van hout.



Sterke punten

- ▶ Vanuit structureel oogpunt
 - Mogelijkheid gebouwen met verscheidene bouwlagen en grote afmetingen op te trekken
- ▶ Vanuit architecturaal oogpunt
 - Leesbaarheid van de structuur
 - Flexibele binneninrichting van de ruimten
 - Mogelijkheid met vrij open gevels te werken
- ▶ Mogelijke prefabricage van de verticale wanden, vloeren en dakelementen volgens een gekend raster
- ▶ Zelfbouwmogelijkheid m.b.t. het vullen van de buitengevels



INLEIDING

BOUWSYSTEMEN

- ▶ Houtskeletbouw
- ▶ Palen-balkensysteem
- ▶ **Systeem met massieve houtplaten**
- ▶ Houtstapelbouw

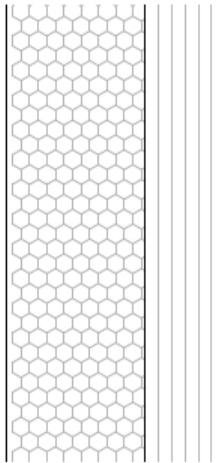
MATERIALEN



SYSTEEM MET MASSIEVE HOUTPLATEN

Principes

- ▶ Grote structurele houtplaten die de muren, vloeren en daken en dus de gebouwschil vormen.
- ▶ Industrieel vervaardigde houtplaten op basis van gekruiste lagen verlijmde massieve houtplanken die worden verlijmd, vernageld en/of vastgepend



SYSTEEM MET MASSIEVE HOUTPLATEN



Source/bron: GUIDEnR BOIS-ENERGIE



Sterke punten

- ▶ Vanuit architecturaal en -stabiliteitsoogpunt
 - Uitgebreide mogelijkheden, met name voor grote overspanningen of uitkragingen
 - Kunnen – vooral langs de buitenzijde - met alle in de handel verkrijgbare isolatie- en parementmaterialen worden gebruikt
 - Mogelijkheid met vrij open gevels te werken
- ▶ Prefabricagemogelijkheid > uitvoeringssnelheid

Zwakke punten

Aanzienlijk verbruik van de grondstof 'hout' (grijze energie)

- ▶ Beperkte vormen



INLEIDING

BOUWSYSTEMEN

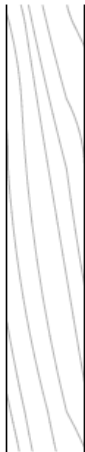
- ▶ Houtskeletbouw
- ▶ Palen-balkensysteem
- ▶ Systeem met massieve houtplaten
- ▶ **Houtstapelbouw**

MATERIALEN



Principes

- ▶ Geprofileerde balken of rondhout, ineengrijpend op elkaar geplaatst om de draagwanden te vormen



HOUTSTAPELBOUW



Source/bron: Stabilame



Sterke punten

- ▶ Vanuit structureel oogpunt
 - Draagwanden
- ▶ Assemblage op de bouwplaats met beperkte technische middelen

Zwakke punten

- ▶ Vanuit structureel oogpunt
 - Maximaal enkele bouwlagen
 - Maatvariatie (verticale zetting van 1 cm/ opgetrokken m en droging)
 - ⇒ **Balken uit kruislings gelijmde delen vermijden dit maar zijn duurder**
- ▶ Vanuit architecturaal oogpunt
 - Specifieke woordenschat
 - Latere wijzigingen beperkt tot de niet-dragende elementen
 - Beperkt tot niet-stedelijke omgevingen



INLEIDING

BOUWSYSTEMEN

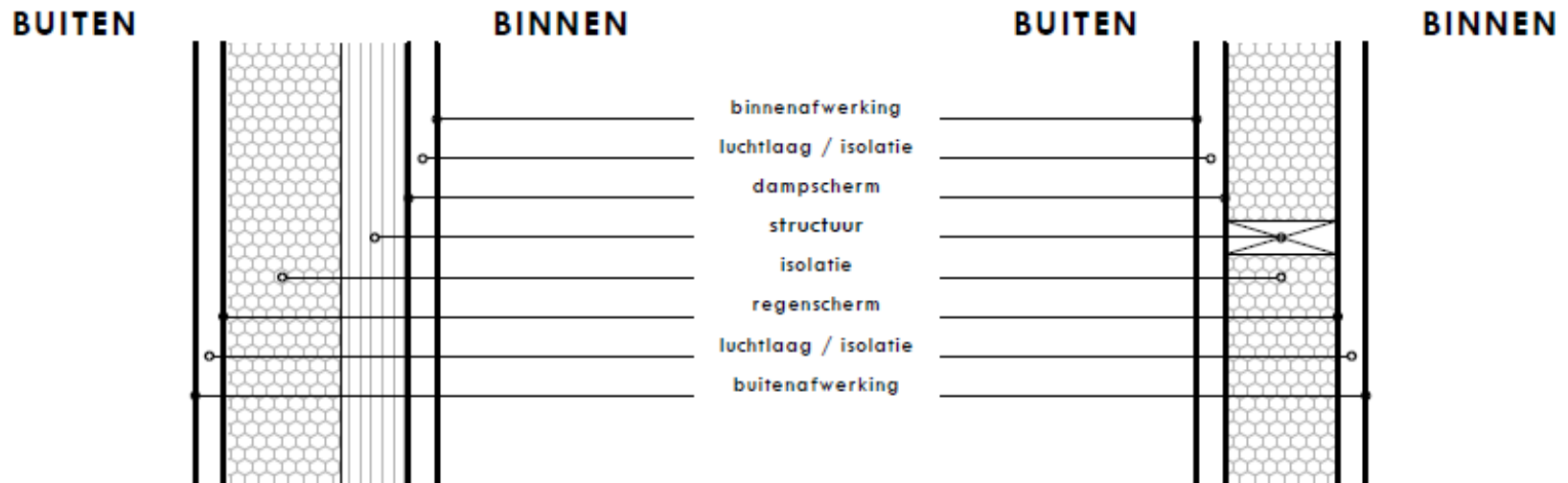
MATERIALEN

- ▶ **Functies / rollen**
- ▶ Producten op basis van hout
- ▶ Houtbehandelingen
- ▶ Andere producten



Welke functies / rollen vervullen de samenstellende delen van een buitenwand?

- ▶ Beschermen tegen water
- ▶ Beschermen tegen koude (isolatie en luchtdichtheid)
- ▶ Mechanische weerstand verzekeren (lastoverdracht, windverband, horizontale buiging)



INLEIDING

BOUWSYSTEMEN

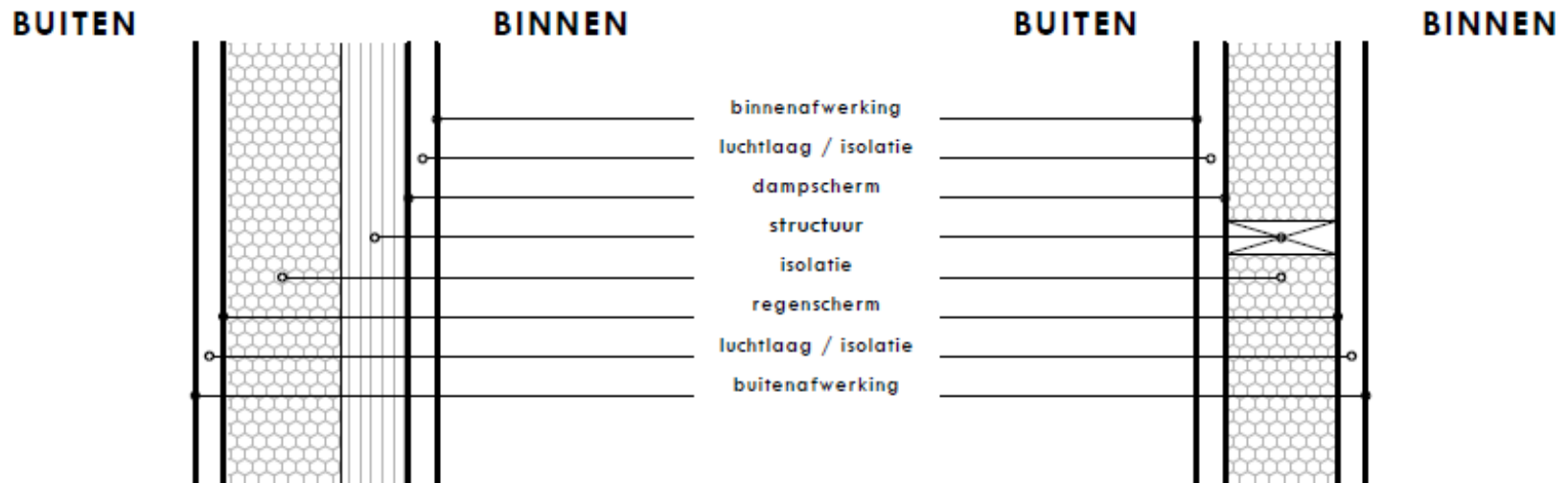
MATERIALEN

- ▶ Functies / rollen
- ▶ **Producten op basis van hout**
- ▶ Houtbehandelingen
- ▶ Andere producten



Welke materialen?

- ▶ Meest courante structuurelementen
 - massief hout
 - gelijmd gelaagd hout
 - samengestelde balken
 - CLT-platen
- ▶ Platen (binnen- en buitenplaten)
- ▶ Andere producten (membranen en isolatiematerialen)



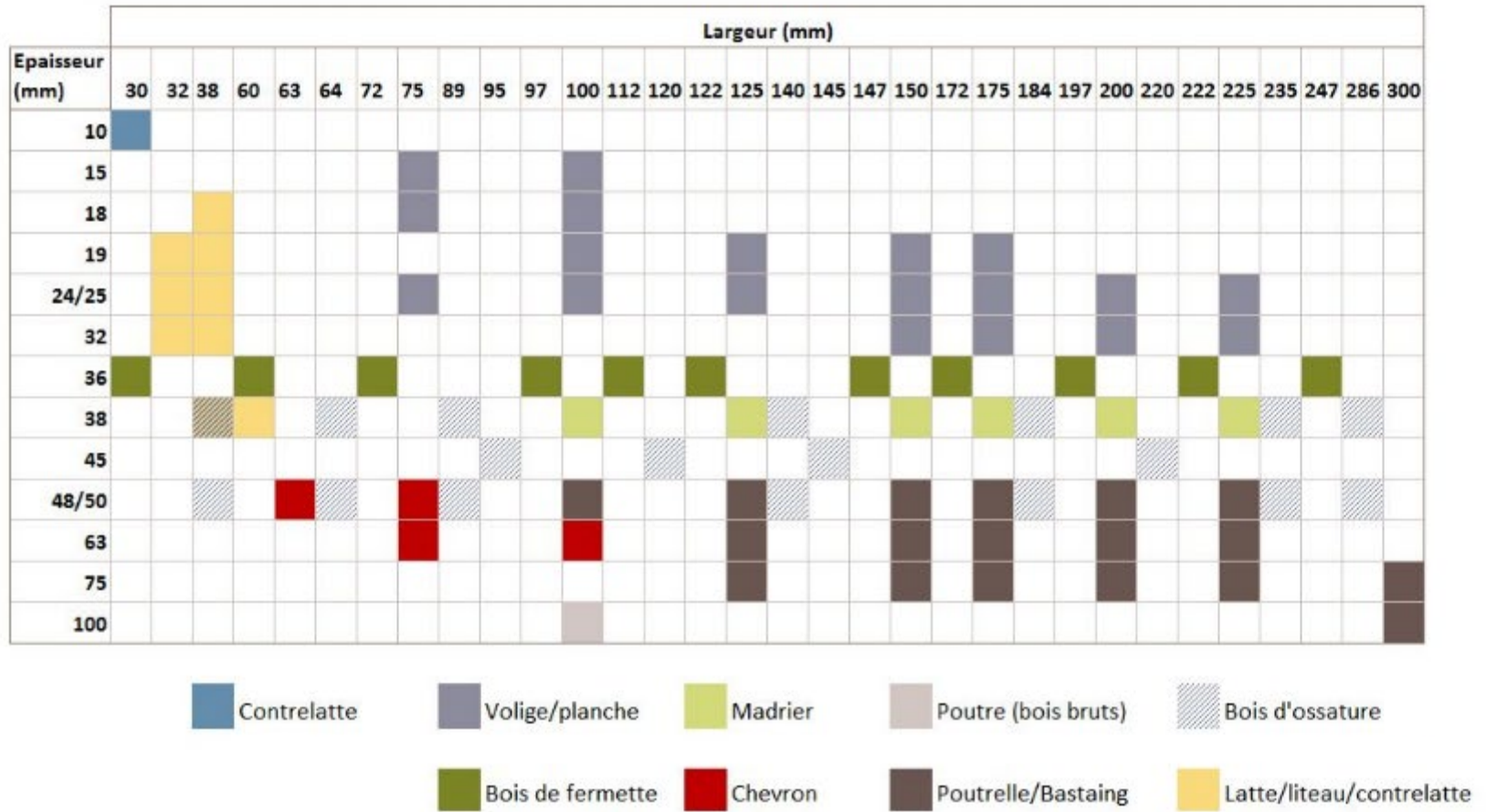
Beschrijving

- ▶ Hout uit boomstam gezaagd



Beschrijving

► Afmetingen



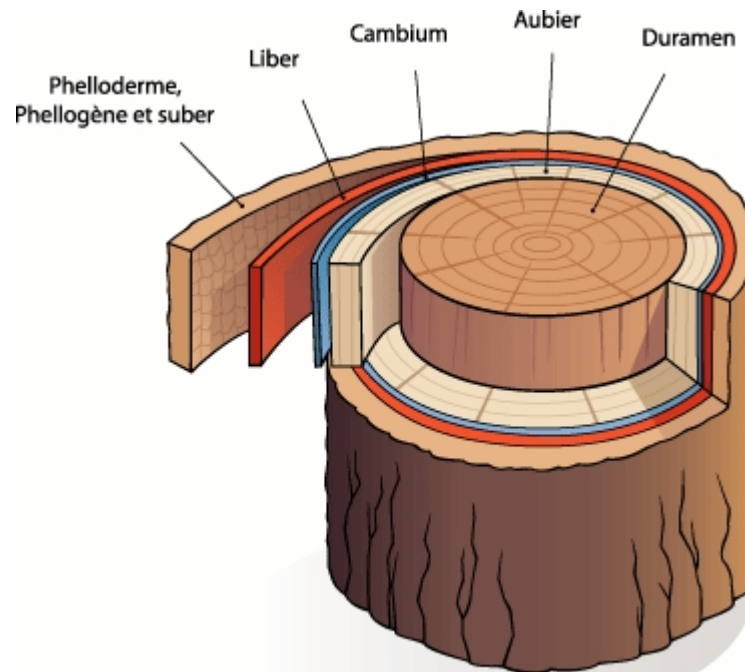
Nota bene : les dimensions ci-dessus concernent des bois bruts (sauf dans le cas des bois d'ossature)

Source/bron: Hout Info Bois



Beschrijving

- ▶ Doorsnede van een stam
 - Spinhout: laatste jaarringen van de boom
 - Kernhout: het oudste deel van een boomstam, volledig verhout



Source/Bron : <https://elaguyane.org/category/taille-et-soin-des-arbres/page/2/>



Beschrijving

► Soorten

- In de bouw gebruikte houtsoorten (structuurelementen) > voornamelijk naaldhout:
 - vuren
 - grenen
 - lorken of douglas (in mindere mate)
- Waarom?
 - goede prijs-kwaliteitverhouding
 - licht t.o.v. de mechanische weerstand
 - overvloedig aanwezig in onze bossen en meer algemeen in Europa
 - bosexploitatie houdt weinig gevaar in wat de duurzaamheid betreft (overexploitatie bestaat) en heeft een beperkte impact op de ecosystemen
- Eigenschappen

⇒ <http://www.houtinfobois.be/wp-content/uploads/2015/01/tableau-resineux1.pdf>



Beschrijving

► Soorten

- Gebruik van edelere soorten (eik, kastanje,...) is mogelijk maar is slechts zinvol voor zichtbare elementen (palen, balken,...)



► Benamingen

- Om elke verwarring te vermijden dient de NBN 199, "Hout – Namenlijst der voornaamste in België gebruikte houtsoorten", geraadpleegd en de Latijnse naam van de houtsoort gebruikt te worden
 - vuren > *Picea abies* (code 104)
 - grenen > *Pinus sylvestris* (code 107)
 - lorken > *Larix* spp (code 102 voor *Larix decidua* en 103 voor *Larix kaempferi*)
 - douglas > *Pseudotsuga menziesii* (code 108)



- ### ► Gemiddeld vochtgehalte van structuurhout ≤ 20 %



Toepassingsgebieden

- ▶ Strukturelementen
 - Stijlen, regels en dwarsstukken
 - Roosteringen
 - Balken
 - Palen en balken



Sterke punten

- ▶ Lage kosten
- ▶ Vanuit milieuoogpunt
 - Ruw materiaal
 - Makkelijker te hergebruiken/recycleren bij demontage
 - Geringe grijze energie
 - Lijmvrij



Beschrijving

- ▶ Vlakke verlijming - en met evenwijdige vezels - van verscheidene lamellen massief hout (3,5 - 4,5 cm dik)
- ▶ Courante maten (rechte balk)
 - Breedte: 60 tot 240 mm
 - Hoogte: 100 tot 600 mm
 - Lengte: tot 40 m
- ▶ Soorten: talloze mogelijkheden



Toepassingsgebieden

- ▶ Strukturelementen die een grote weerstand moeten bieden
 - Mechanische weerstand (buiging, druk, torsie)
 - Brandweerstand en hittevastheid (gering warmtegeleidend vermogen en behoud van de eigenschappen tot 100 °C met aangepaste lijm)
 - Weerstand tegen agressieve omgevingsvoorwaarden, met name tegen opgeslagen chemische producten (kaliumcarbonaat, zwavel, natriumchloride, zwavelzuur,...)



Sterke punten

- ▶ Vanuit structureel oogpunt
 - Constante en gegarandeerde eigenschappen
 - Maakt uitzonderlijke overspanningen mogelijk
 - Goede verhouding tussen mechanische eigenschappen / volumieke massa
- ▶ Vanuit architecturaal oogpunt
 - Grote vrijheid qua secties (ronde palen, gebogen geraamten,...)
 - Geschikt voor complexe architecturale vormen (bogen, portaalconstructies,...)
- ▶ Vanuit milieuoogpunt
 - Geoptimaliseerde natuurlijke hulpbron: de fabricage genereert een uiterst beperkt volume afval/resten en laat de valorisatie van hout van gecultiveerde bossen toe (90 % van het gebruikte naaldhout)

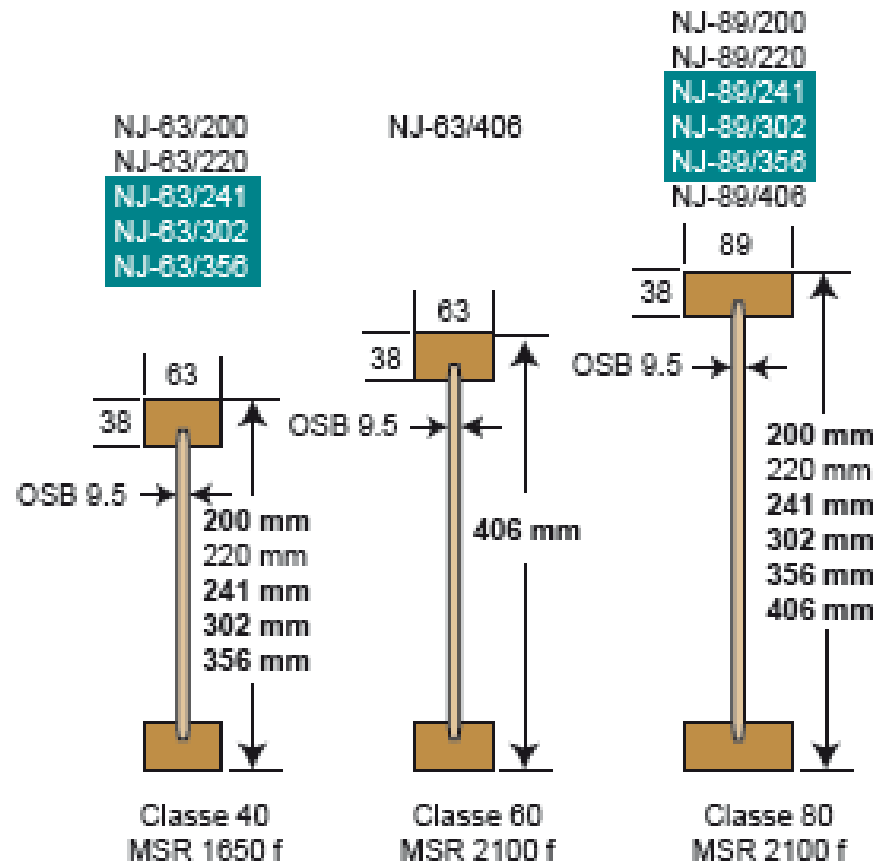
Zwak punt

- ▶ Aanwezigheid van lijm, al is dit in geringe mate (ongeveer 2,7 % van het volume per m³), en uitstoot van formaldehyde, ook al is dit miniem (bijna zoals massief hout, dat er van nature bevat)



Beschrijving

- I-ligger
- Gemengde balken uit hout en staal



Poutres en stock



Beschrijving

- ▶ Courante maten
 - Kern: 45 > 90 mm
 - Hoogte: 200 > 400 mm
 - Industriële lengte: 13 m

Toepassingsgebieden

- ▶ Strukturelementen
 - Grote overspanningen
 - Moeilijk toegankelijke bouwplaatsen waarvoor materialen met de hand moeten worden versjouwd
 - Energetisch performante projecten (zie sterke punten) – anders gebruikt dan voor oorspronkelijk doeleinde



Sterke punten

- ▶ Vanuit milieuoogpunt
 - Grondstofbesparing
- ▶ Vanuit structureel oogpunt
 - Grotere overspanningen
- ▶ Vanuit energieoogpunt
 - Kleinere thermische impact in de wand (beperking van koudebrug van hout)
 - Bestaat in voorgeïsoleerde uitvoering (tijdwinst)
- ▶ Maakt makkelijkere doorvoering van de technieken mogelijk
- ▶ Lichtheid



Beschrijving

- ▶ CLT = cross-laminated timber
- ▶ Gelijmde massief houten platen
- ▶ 3 tot 9 lagen kruislings gelijmde lamellen met symmetrische assemblage. De lamellen worden kunstmatig gedroogd tot het vochtgehalte 12 % +/- 3 % bedraagt, waarna ze geschaafd en gedeeltelijk samengevoegd worden
- ▶ Grote elementen

Afmetingen

- ▶ Dikten: van 63 tot 292 mm



Source/bron: Hout Info Bois



Toepassingsgebieden

- ▶ Muren, vloeren en dakelementen – al of niet dragend
- ▶ Verstijving van gebouwen



Sterke punten

- ▶ Kunnen zichtbaar blijven > besparing op binnenaafwerking
- ▶ Oppervlakteluchtdichtheid



Beschrijving

- ▶ OSB = Oriented Strand Board
- ▶ Plaat vervaardigd uit gerichte houtschilfers
- ▶ dunne (0,3 tot 0,5 mm dik), lange (tot 8 cm), gerichte naaldhoutschilfers afkomstig van dunningshout of rondhout. De schilfers worden verlijmd en vormen een plaat bestaande uit drie gekruiste lagen.

Afmetingen

- ▶ Dikten: 6, 8, 10, 12, 15, 18 en 22 mm
- ▶ Formaten
 - 1,25 x 2,50 m
 - 1,25 x 5,00 m
 - 2,50 x 5,00 m



Toepassingsgebieden

- ▶ Windverbanden (muren houtskeletten of roosteringen)
- ▶ Vloeren
- ▶ Schotwerk



⇒ **Minder vochtbestendig dan traditioneel schotwerk uit massief hout (type lorken)**

- ▶ Dampscherm
- ▶ (Kernen van de I-liggers)



Sterke punten

- ▶ Vanuit structureel oogpunt
 - Goede mechanische weerstand
- ▶ Economisch
- ▶ Vlak en met constante kwaliteit
- ▶ Vanuit milieuoogpunt
 - Laat de valorisatie van dunningshout toe (afkomstig van bomen die geveld zijn zodat hun burens zich beter kunnen ontwikkelen)
- ▶ Vanuit ergonomisch oogpunt
 - makkelijk hanteerbaar en licht; kunnen probleemloos worden gezaagd, doorboord en samengevoegd (randen kunnen recht of van messing en groef voorzien zijn)



Zwakke punten

- ▶ Bepaalde platen bevatten lijm, dus VOS (waaronder formaldehyde)
- ▶ Vochtgevoelig



Beschrijving

- ▶ Plaatmateriaal dat onder hoge temperatuur en/of druk uit lignocellulosehoudende vezels wordt vervaardigd
- ▶ Verkregen door
 - een droog procedé, met toevoeging van bindmiddel (mogelijke aanwezigheid van formaldehyde)
 - een nat procedé (natuurlijke bindingen van het waterstofbrugtype)
- ▶ De platen worden ingedeeld volgens hun densiteit
 - Des te hoger de densiteit > des te beter de mechanische weerstand
 - Des te lager de densiteit > des te beter het isolatievermogen
- ▶ Zeer grote productverscheidenheid > kiezen volgens behoefte (**technische fiches aandachtig lezen!**)



Toepassingsgebieden

- ▶ Windverbanden

⇒ **Deze functie wordt niet door alle types platen verzekerd > technische fiche raadplegen**



- ▶ Regenwerende inrichtingen (onderdak)
- ▶ Isolatieaanvulling (maakt de onderbreking van de koudebrug van het hout mogelijk)



Sterke punten

- ▶ Geschikt voor wanden met ingeblazen isolatie > beter bestand tegen vervorming dan membraan > beperkt risico van contact met bekleding
- ▶ Isolatievermogen (onderbreking van koudebrug van hout)
- ▶ (Zeer) open voor waterdampdiffusie
- ▶ Vaak producten ontwikkeld door bedrijven die producten met geringe milieu-impact aanbieden



INLEIDING

BOUWSYSTEMEN

MATERIALEN

- ▶ Functies / rollen
- ▶ Producten op basis van hout
- ▶ **Houtbehandelingen**
- ▶ Andere producten



Houtverduurzaming

► Duurzaamheidsklassen

- Duurzaamheid = natuurlijke weerstand tegen aantasting door **schimmels** en **insecten**
- Hout is niet duurzaam van nature
- Bij gebruik in vochtige omgevingen of in rechtstreeks contact met de grond of met water

⇒ is een voorafgaande kunstmatige verduurzamingsbehandeling - meestal op basis van chemische producten - vereist

⇒ de EN 350-2 preciseert de indeling in duurzaamheidsklassen en de weerstand tegen insecten van de meeste in Europa gebruikte houtsoorten



Houtverduurzaming

- ▶ Duurzaamheidsklassen > natuurlijke weerstand tegen **schimmels**
 - Test
 - ⇒ **Een paaltje van 50 x 50 mm wordt gedeeltelijk in de grond ingegraven. Hoe langer de levensduur van het kernhout in deze agressieve omgeving, hoe duurzamer het hout**
- 5 duurzaamheidsklassen in België
 - klasse I: zeer duurzaam (meer dan 25 jaar)
 - klasse II: duurzaam (15 tot 25 jaar)
 - klasse III: matig duurzaam (10 tot 15 jaar)
 - klasse IV: weinig duurzaam (5 tot 10 jaar)
 - klasse V: niet duurzaam (minder dan 5 jaar)
- Spinhout is nooit duurzaam > duurzaamheidsklasse V



Houtverduurzaming

- ▶ Duurzaamheidsklassen > natuurlijke weerstand tegen **insecten**

⇒ **Niet geklasseerd > AON-systeem: ofwel is het hout vatbaar voor aantasting, ofwel is het dat niet**

- Belangrijkste insecten die het hout in gebouwen aantasten
 - huisboktor (alleen naaldhout)
 - klopkever of anobium, ook bekend als ‘memel’
 - lyctus (alleen loofhout)
- Door een verduurzamingsbehandeling kan aantasting worden voorkomen
 - procedé A2.1 > naaldhout van dakgebinten
 - procedé A1 > aantasting door lyctus
- Legenda
 - S = spinhout gevoelig voor aantasting
 - SH = kernhout gevoelig voor aantasting
 - (SH) = kernhout soms gevoelig voor aantasting
 - D = duurzaam



Houtverduurzaming

► Duurzaamheidsklassen



	Durabilité naturelle des essences ligneuse, selon la norme EN350-2, 1994			
	Champignons	Capricorne	Vrillettes	Lyctus
<u>Résineux</u>				
Douglas	3	S	S	-
Epicéa	4	SH	SH	-
Mélèze	3	S	S	-
Pin	3-4	S	S	-
Sapin	4	SH	SH	-
<u>Feuillus</u>				
Aune	5	-	S	D
Bouleau	5	-	S	D
Charme	5	-	S	D
Châtaignier	2	-	S	D
Chêne	2	-	S	S
Erable	5	-	S	(SH)
Frêne	5	-	S	D
Hêtre	5	-	S	D
Merisier	5	-	S	(SH)
Noyer	3	-	Ss	(SH)
Orme	4	-	S	(SH)
Peuplier	5	-	S	D
Robinier	1	-	S	D

Source : centre de recherches de la nature, des forêts et du bois, Gembloux



Houtverduurzaming

► Risicoklassen

- Het verduurzamingsprocedé is afhankelijk van de risicoklasse > van 1 (minst blootgesteld) tot 5 (zee)



Classe de risque (EN 335)	Classe de durabilité vis-à-vis des champignons lignivore (EN 350- 2)				
	1	2	3	4	5
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	(0)	(0)
3	0	0	(0)	(0) – (X)	(0) – (X)
4	0	(0)	(X)	X	X
5	0	(X)	(X)	X	X

0 : Durabilité naturelle suffisante

(0) : Durabilité naturelle normalement suffisante, mais pour certains emplois un traitement de conservation peut être recommandé

(0) – (X) : La durabilité naturelle peut être suffisante, mais en fonction de l'essence de bois, de sa perméabilité et de son emploi final, un traitement de conservation peut s'avérer nécessaire

(X) : Le traitement de préservation est normalement recommandé, mais pour certains emplois la durabilité naturelle peut être suffisante

X : Traitement de préservation nécessaire



Houtverduurzaming

- Risicoklassen
 - de EN 335 definieert vijf risicoklassen

Classe de risque	Conditions ambiantes	Risques biologiques	Exemples
Classe 1	Bois placé en intérieur, toujours à l'abri des intempéries(parquets, meubles)	Insectes à larves xylophages	Aménagements intérieurs, meubles, lambris, parquets, menuiseries intérieures
Classe 2	Bois placé en intérieur ou en extérieur sous abri, mais ayant pu être exposé temporairement aux intempéries, notamment durant le chantier(charpentes, éléments de toiture)	Insectes à larves xylophages, champignons : moisissures, discolorations et plus rarement champignons lignivores	Bois de charpente, ossatures, planchers
Classe 3	Bois placé en extérieur, soumis à des alternances rapides d'humidification et de séchage (menuiseries, revêtements extérieurs)	Insectes à larves xylophages, champignons de discoloration mais aussi lignivores, pourriture cubique et fibreuse	Menuiseries extérieures, charpentes en lamellé-collé soumises aux intempéries, bois sous vapeur constante
Classe 4	Bois placé en extérieur et soumis à des humidifications fréquentes ou permanentes, contact avec le sol, bois immergés dans l'eau douce (clôtures, poteaux)	Tous ceux de la classe 3 et en plus les champignons de pourriture molle	Tout bois en contact avec le sol, poteaux, pieux, et assemblages faisant des pièges à eau
Classe 5	Bois en contact avec l'eau de mer (jetées, pontons)	Tous ceux de la classe 4 mais en plus et surtout les ténébrants Marins	Tout bois mis en œuvre dans l'eau salée



Houtverduurzaming

► Risicoklassen



Espèce ligneuse	Classe de risque (EN 335)			
	1 Durée illimitée	2 Durée illimitée	3 Durée > 20 ans	5 Durée > 10 ans
<u>Résineux</u>				
Douglas	Oui	Oui	Oui	Non
Epicéa	Non	Non	Non	Non
Mélèze	Oui	Oui	Oui	Non
Pin	Oui	Oui	Oui	Non
Sapin	Non	Non	Non	Non
<u>Feuillus</u>				
Aune	Non	Non	Non	Non
Bouleau	Non	Non	Non	Non
Charme	Non	Non	Non	Non
Châtaignier	Oui	Oui	Oui	(Oui)
Chêne	Oui	Oui	Oui	(Oui)
Erable	Non	Non	Non	Non
Frêne	Non	Non	Non	Non
Hêtre	Non	Non	Non	Non
Merisier	Non	Non	Non	Non
Noyer	Oui	Non	Non	Non
Orme	Oui	Oui	Non	Non
Peuplier	Non	Non	Non	Non
Robinier	Oui	Oui	Oui	Oui
Légende	Oui : l'espèce, purgée de son aubier, est utilisable sans traitement de préservation Non : l'espèce, même purgée de son aubier, n'est pas utilisable sans traitement de préservation (Oui) : variable selon les provenances			

Bron: centre de recherches de la nature, des forêts et du bois, Gembloux



Houtverduurzaming en milieu

- ▶ Evolutie naar watergedragen verduurzaming
- ▶ Samenstelling en gebruik strikt gereguleerd door richtlijnen en tests van de **FOD Volksgezondheid en Leefmilieu**



Houtverduurzaming

- ▶ Thermische behandeling
 - Gecontroleerde pyrolyse: het hout wordt verhit ($> 180\text{ }^{\circ}\text{C}$) in afwezigheid van zuurstof (O_2) > chemische wijzigingen
 - Alternatief voor chemische behandeling
 - ⇒ **Grotere biologische duurzaamheid > natuurlijk bestand tegen insecten, schimmels**
 - ⇒ **Betere reactie op vocht (zwellen en krimpen)**
 - Alle mogelijke houtsoorten
 - Vermindering van de mechanische weerstand
 - ⇒ **Hun gebruik vereist dus speciale voorzorgen**
- Toepassingsgebied: vooral bedekkingsmaterialen



INLEIDING

BOUWSYSTEMEN

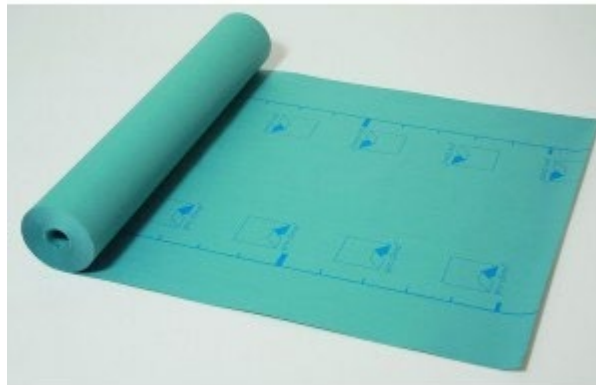
MATERIALEN

- ▶ Functies / rollen
- ▶ Producten op basis van hout
- ▶ Houtbehandelingen
- ▶ **Andere producten**



Beschrijving

- ▶ De **waterdampdiffusieweerstand**, de **lucht-** en **waterdichtheid** kunnen eveneens door membranen worden verzekerd
- ▶ Zeer grote productverscheidenheid > kiezen volgens behoefte (**technische fiches aandachtig lezen!**)



Beschrijving

- ▶ Volgens de behoeften en de gekozen structurele systemen wordt een onderscheid gemaakt tussen
 - **soepele** en **stijve** isolatie
 - isolatie in de vorm van **platen** en **losse** isolatie
 - **natuurlijke** en **synthetische** isolatie
- ▶ Zeer grote productverscheidenheid > kiezen volgens behoefte (**technische fiches aandachtig lezen!**)





- ▶ Men moet het systeem kiezen dat het beste op de situatie is afgestemd om:
 - de kleinste milieu-impact te verzekeren
 - een goede prijs-kwaliteitverhouding te verzekeren
- ▶ Er is een grote verscheidenheid aan producten om aan de essentiële functies te voldoen





Websites

- ▶ HOUT INFO BOIS
www.houtinfobois.be
- ▶ WOODFORUM
www.woodforum.be
- ▶ BOIS.COM
www.bois.com





Artikels

- ▶ Construire en bois
Presses polytechniques et universitaires romandes
- ▶ Construction de maisons à ossature bois
Editions Eyrolles
- ▶ Hout 6.2 - Houtskeletbouw
Fonds voor de vakopleiding in de bouwnijverheid
in samenwerking met OpleidingsCentrum Hout
- ▶ Fascicule 2 –Systèmes constructifs
Compétences Bois
- ▶ Contact 2013/1 – speciale uitgave: houtbouw
WTCB



Pierre GUSTIN

Projectingenieur

écorce sa

 + 32 4 226 91 60 info@ecorce.be

BEDANKT VOOR UW AANDACHT

