

Cours de construction en bois

Bachelor

Le bois

EPFL – école polytechnique fédérale de Lausanne

Le bois

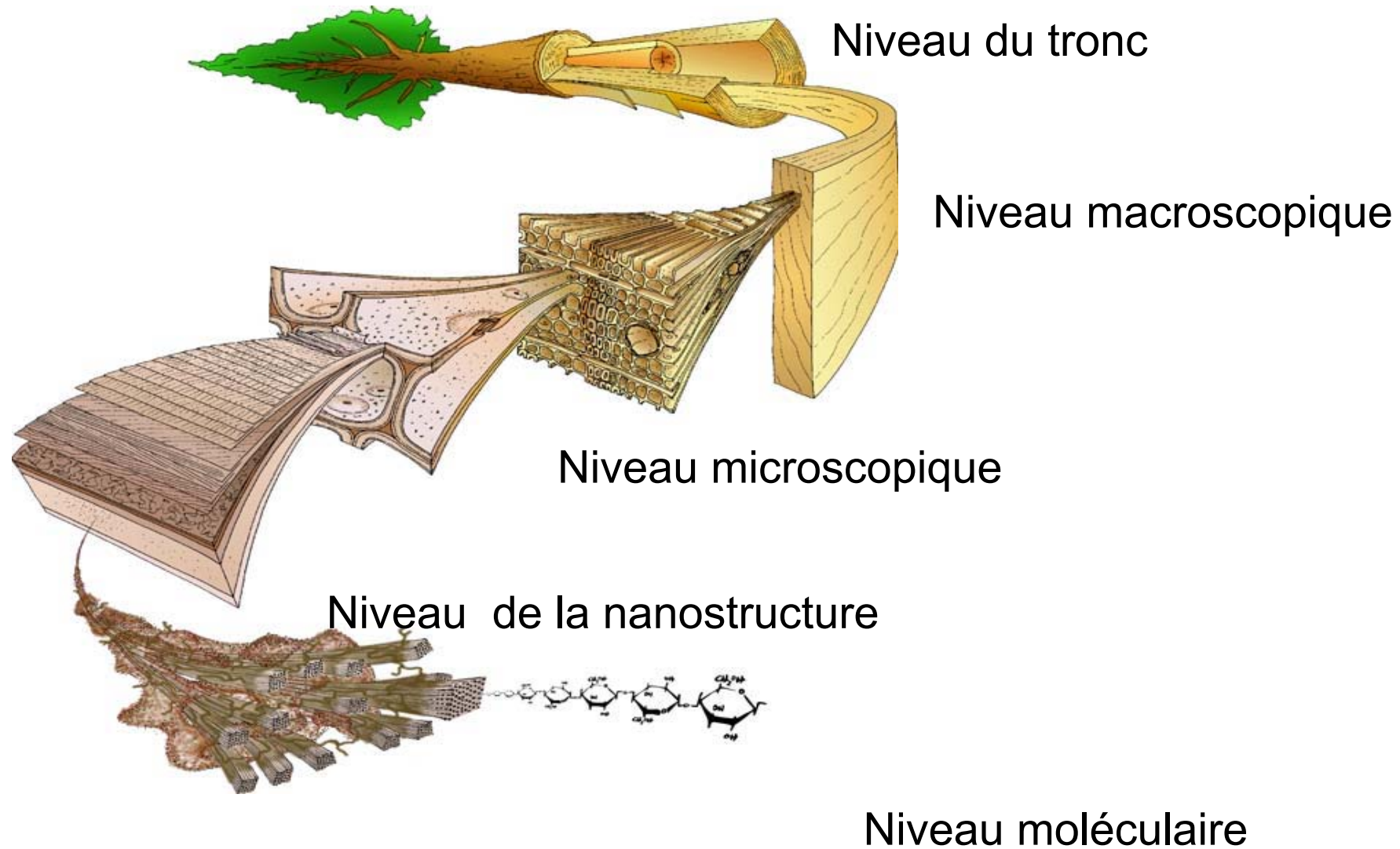
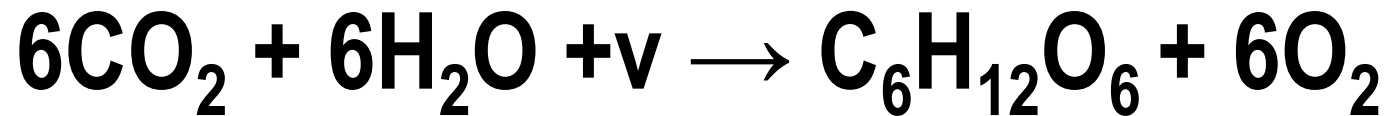


Fig. 3.1 Les niveaux structurels du bois (WIMMER 2002)

Le bois moléculaire

■ Photosynthèse

La photosynthèse:



- Dioxide de carbone CO_2
- Eau H_2O
- Énergie lumineuse ν

- Polysaccharides assimilables
(glucoses, carbone organique)
- Oxygène O_2

Le bois moléculaire

- Carbone 50%
- Oxygène 43%
- Hydrogène 6%
- Azote 1%
- Cendres < 1% (silice phosphate potassium calcium)

Le bois moléculaire

■ Soit

40% cellulose

20-40% hémicellulose

20-30% Lignine

Autre molécules organiques

notamment le tanin

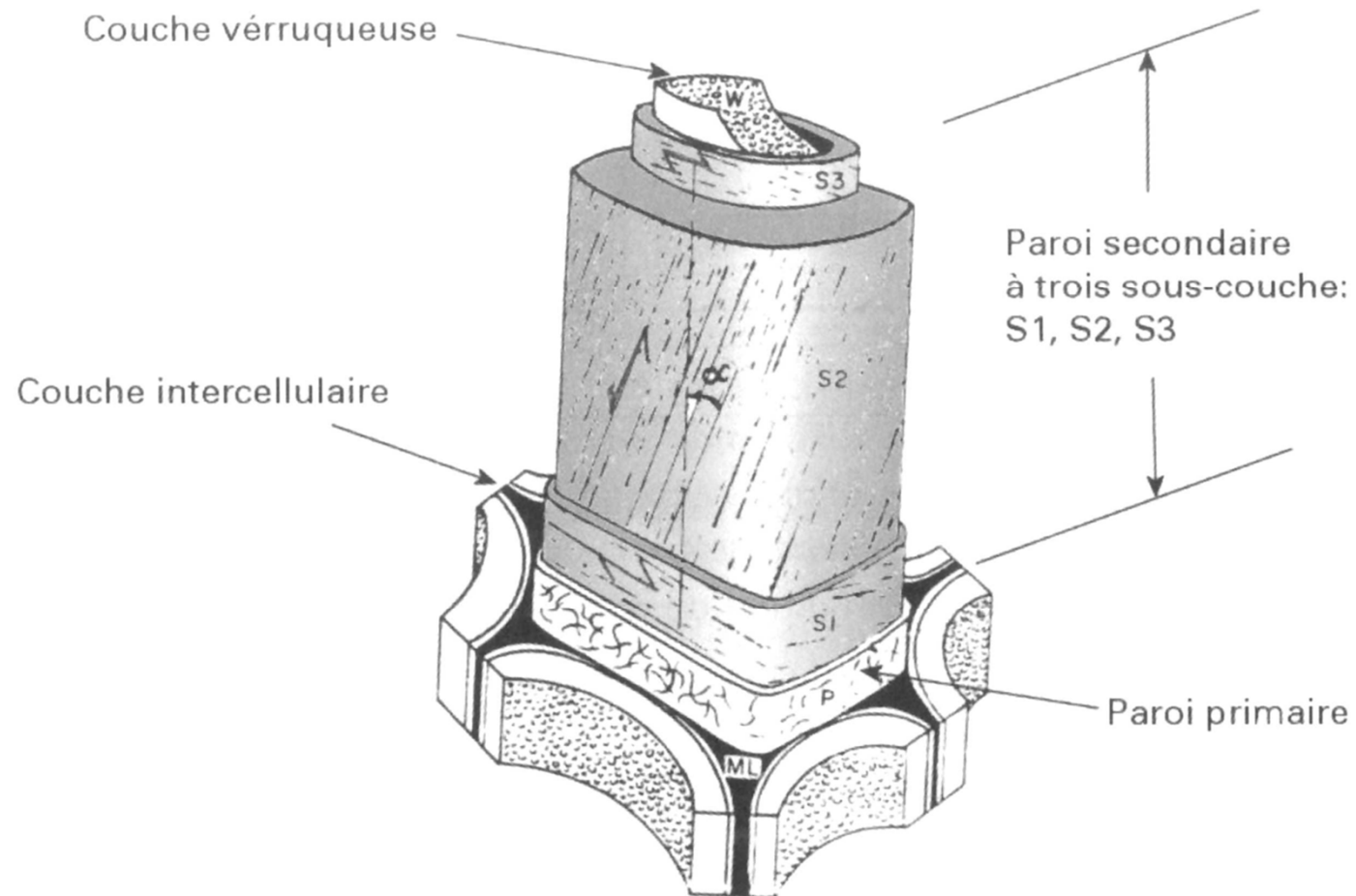


Fibre

Ciment

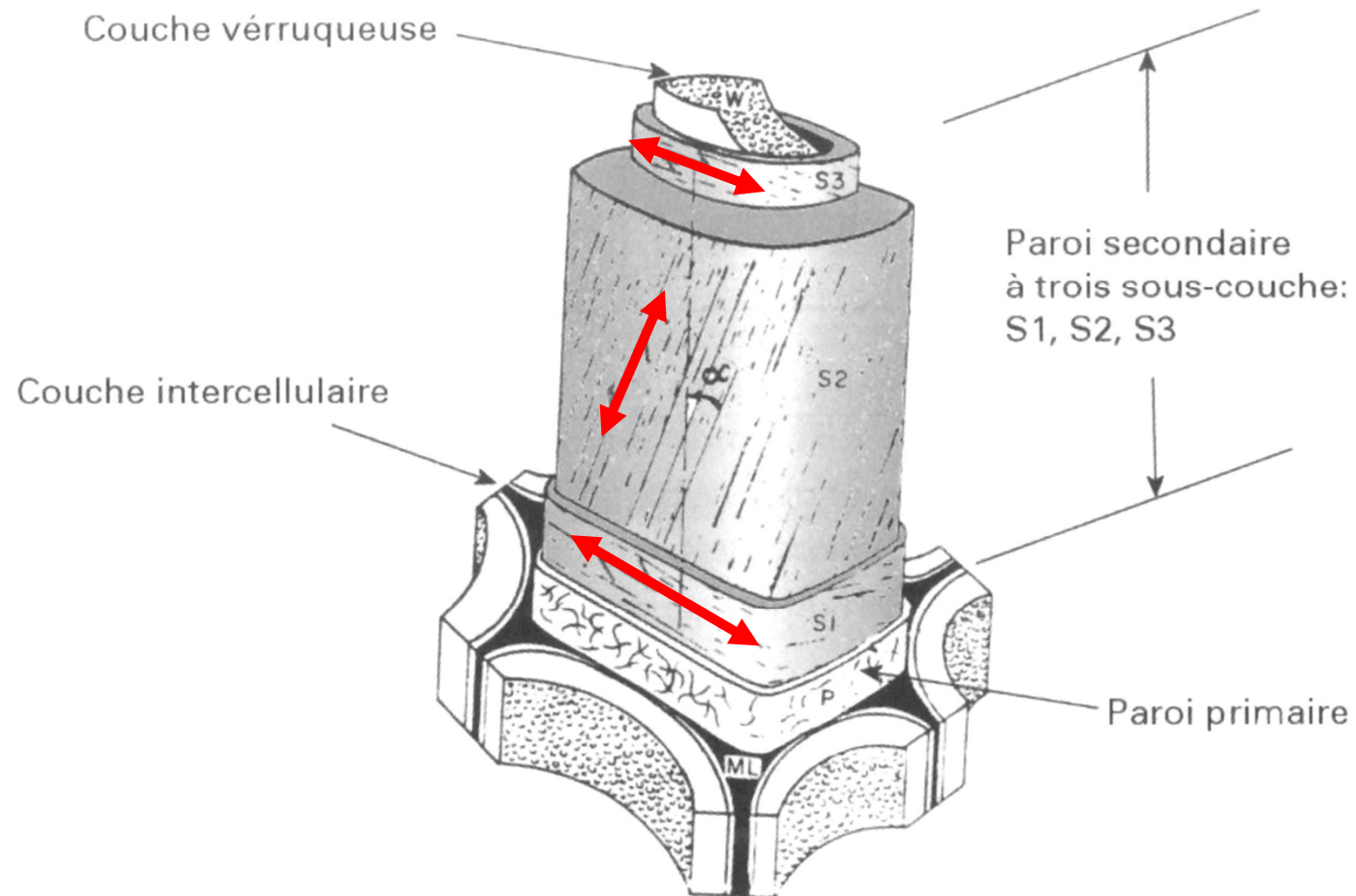
Le bois microscopique

■ Les cellules



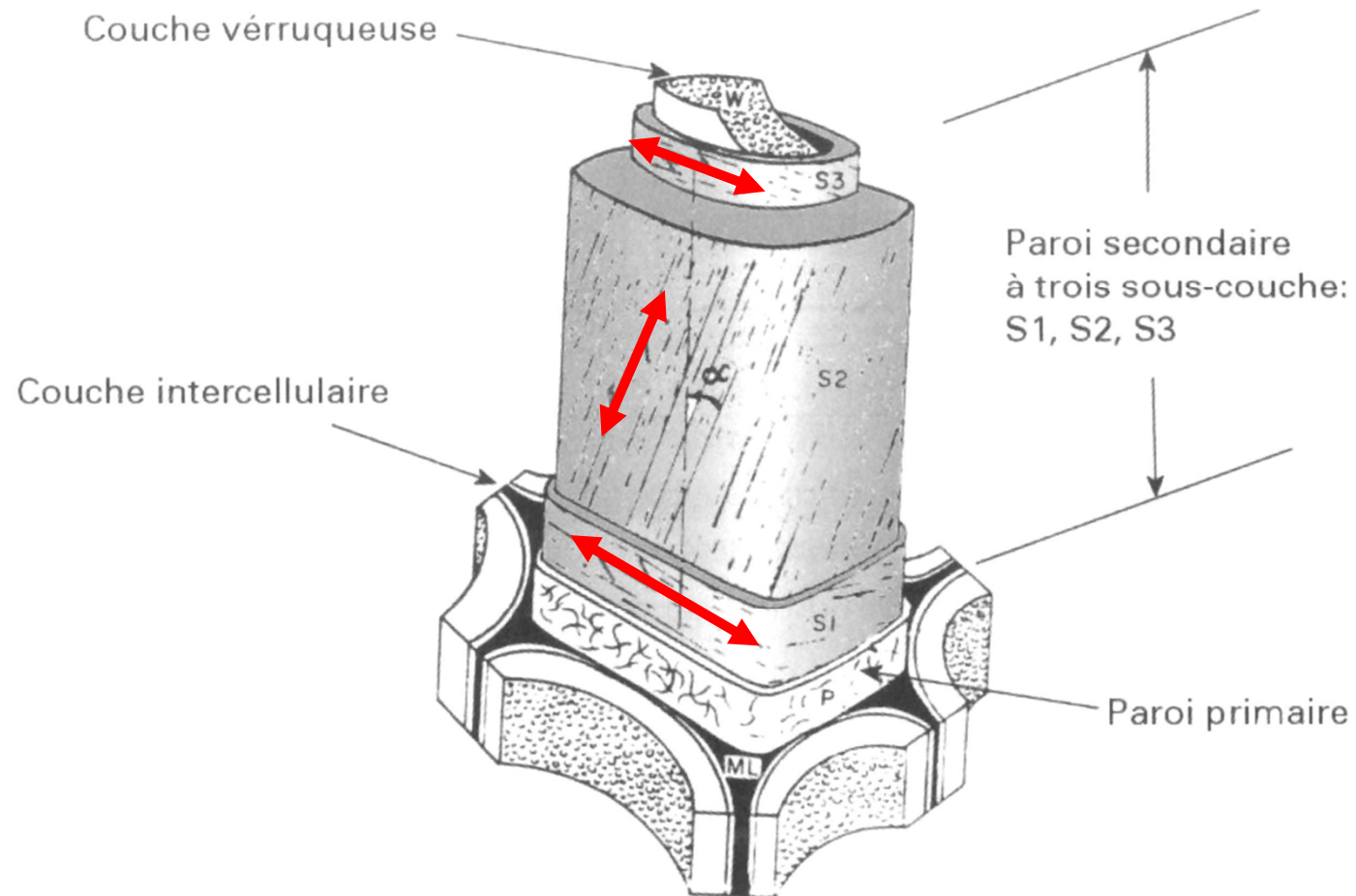
Le bois microscopique

■ Les cellules

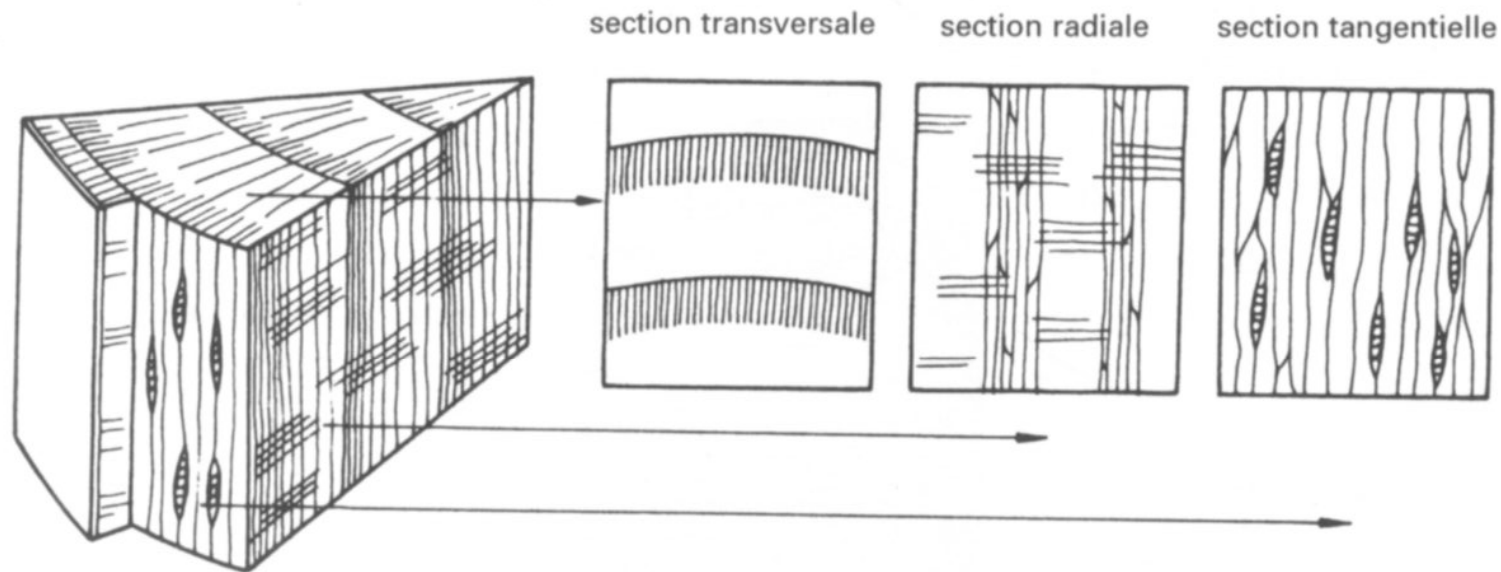


Le bois microscopique

■ Les cellules



Le bois microscopique



Représentation schématique des différents plans de coupe

Source: H.H. Bosshard

Fig. 2.2 Définition du plan ligneux.

Source H. H. Bosshard

Le bois microscopique

- Accroissement annuel au niveau des cellules

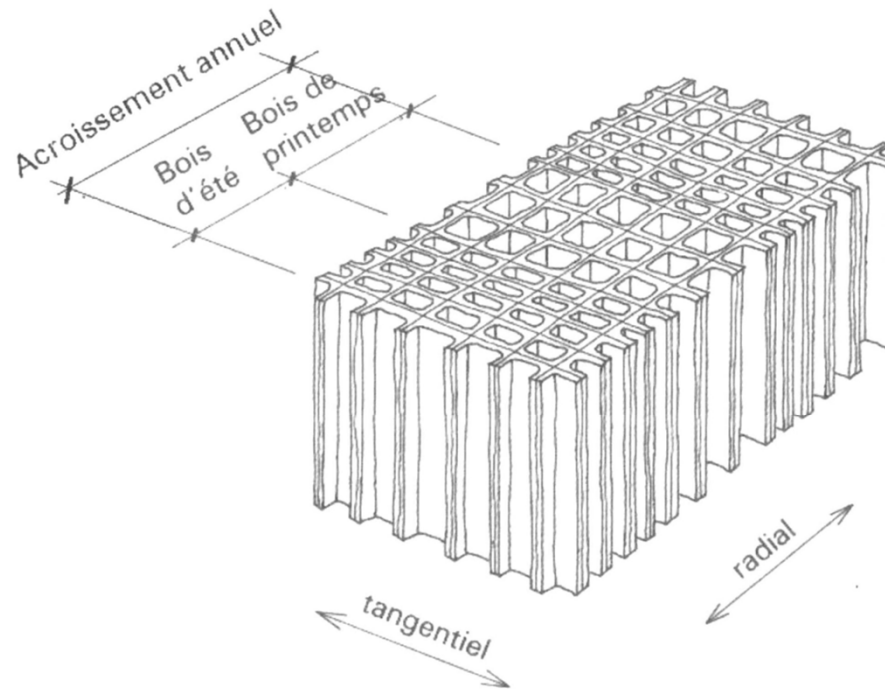


Fig. 2.3 Schéma d'accroissement annuel au niveau des cellules.

Le bois macroscopique

■ Diagramme schématique d'un résineux

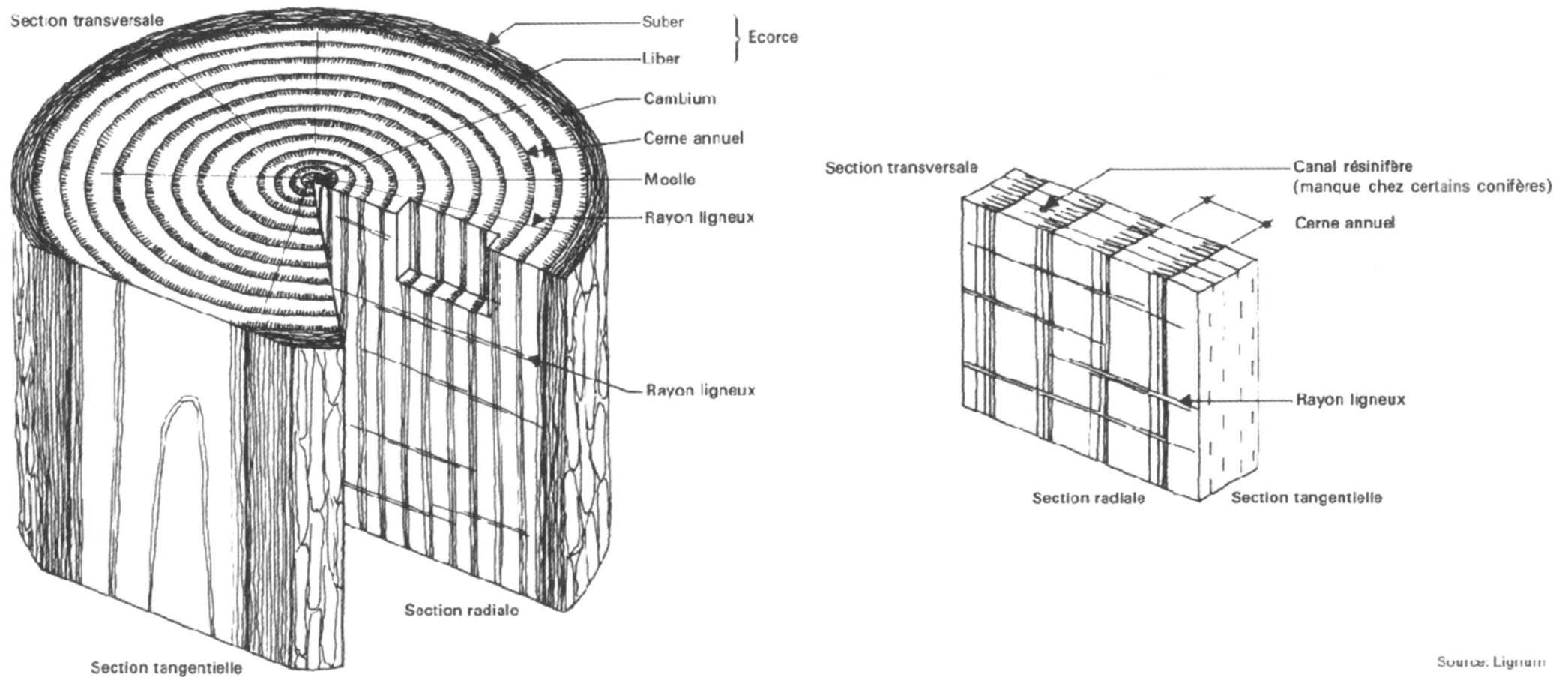


Fig. 2.4 Diagramme schématique d'un résineux.

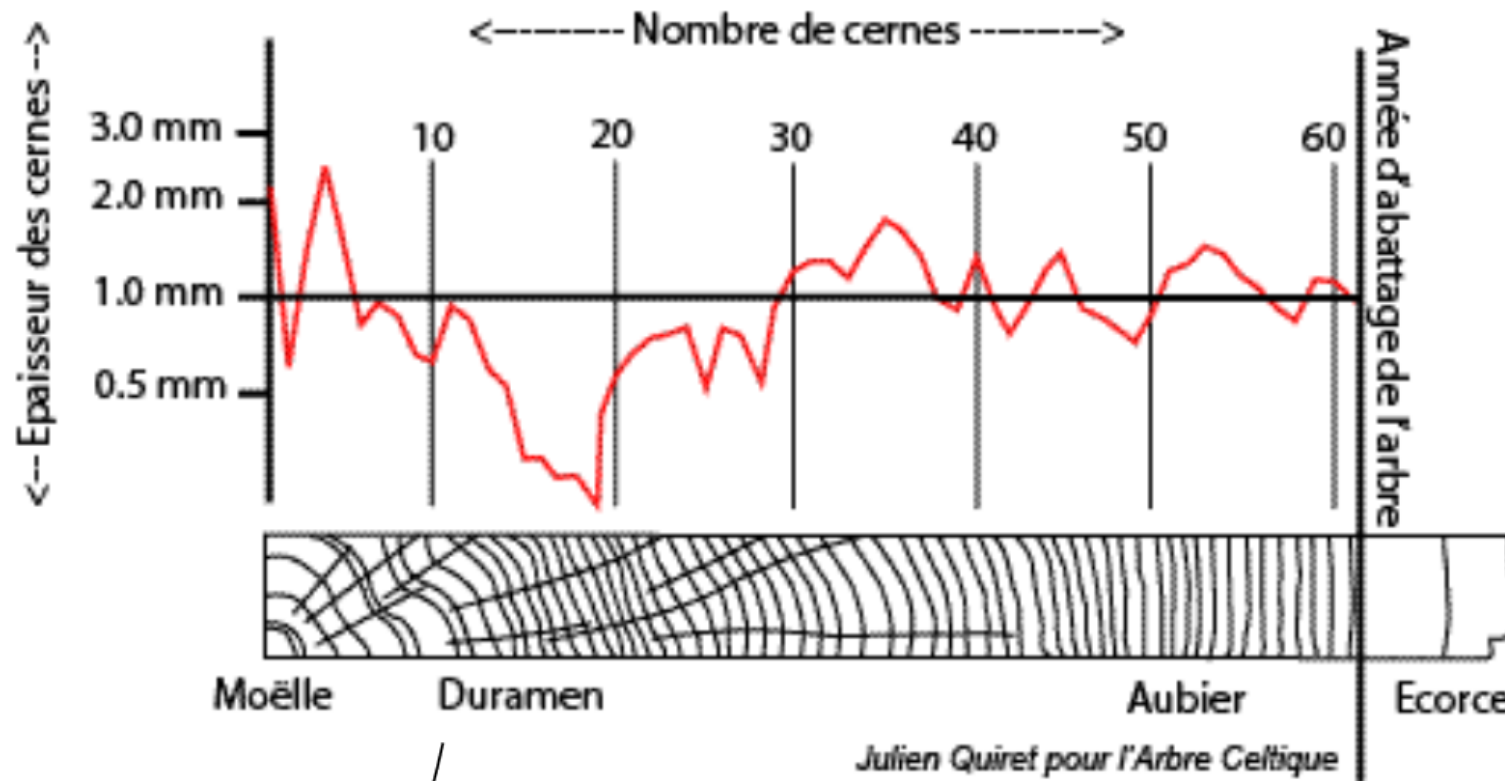


Coupe transversale d'un tronc



Coupe transversale d'un tronc de pin de 34 ans.

Dendochronologie



Propriétés physique du bois

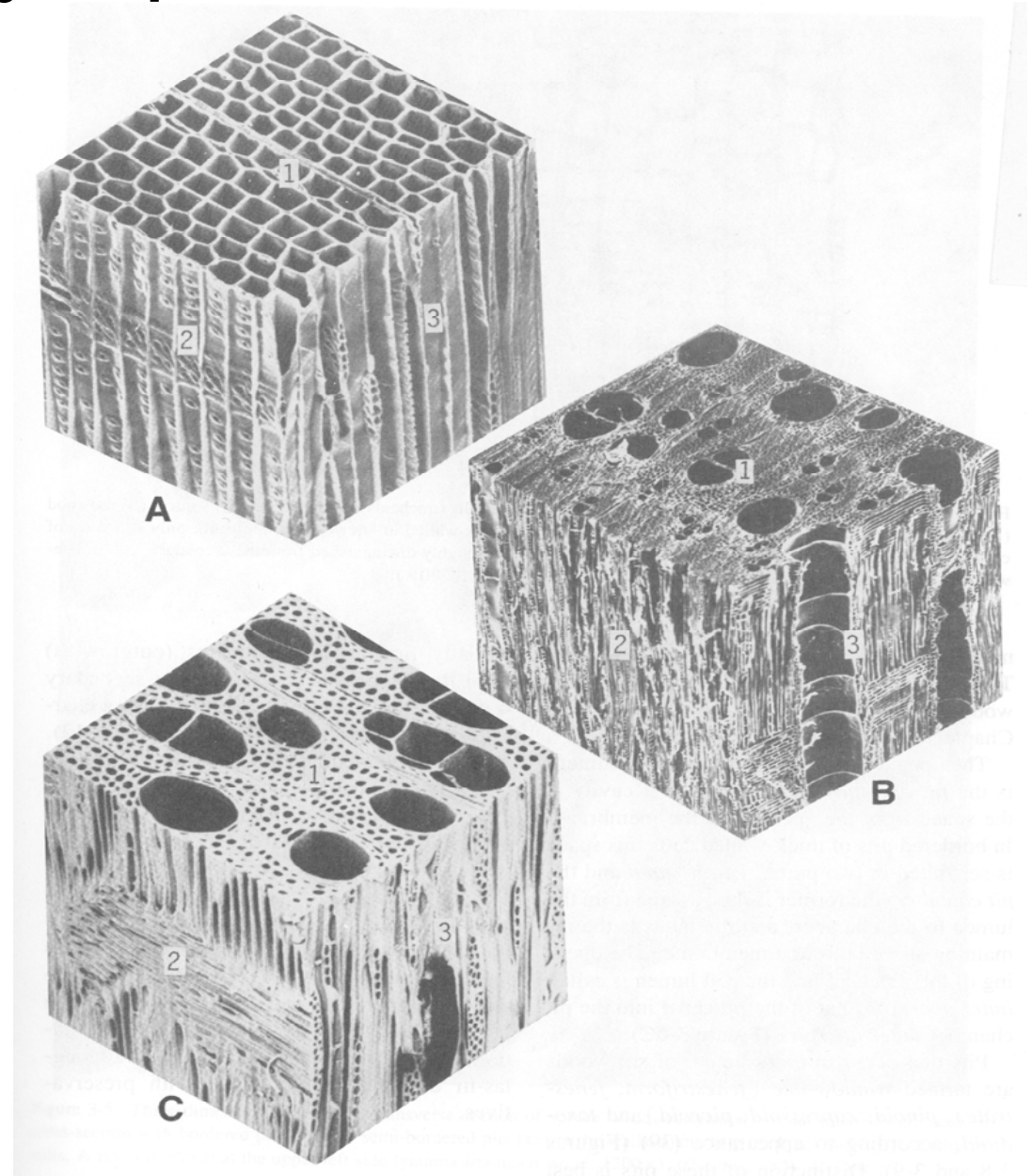
Humidité et sorption

■ Humidité

Le bois: un matériau poreux

- a) Pin
- b) Frêne
- c) Bouleau

(TSOUMIS 1991)



Propriétés physique du bois

- Masse volumique à sec

$$\rho_0 = \frac{m_0}{V_0}$$

avec

m_0 masse à l'état anhydre en kg
 V_0 volume à l'état anhydre en m³.

Propriétés physique du bois

- Masse volumique humide

$$\rho_w = \frac{m_w}{V_w}$$

avec

m_w masse à l'état humide en kg

V_w volume à l'état humide m³.

Masse volumique à sec

■ Balsa	$\rho_0 = 100 \text{ kg/m}^3$	$C = 93 \%$
■ Epicéa	$\rho_0 = 400 \text{ kg/m}^3$	$C = 73 \%$
■ Hêtre	$\rho_0 = 650 \text{ kg/m}^3$	$C = 57 \%$
■ Amourette	$\rho_0 = 1300 \text{ kg/m}^3$	$C = 13 \%$

Hygroscopie

- w : la teneur en eau en %

$$w = \frac{m_w - m_0}{m_0} \cdot 100$$

avec

m_w

masse à l'état humide en kg

m_0

masse à l'état anhydre ($w = 0\%$) en kg

$m_w - m_0$

masse d'eau en kg.

Hygroscopie

- Variation dimensionnel en fonction de l'humidité

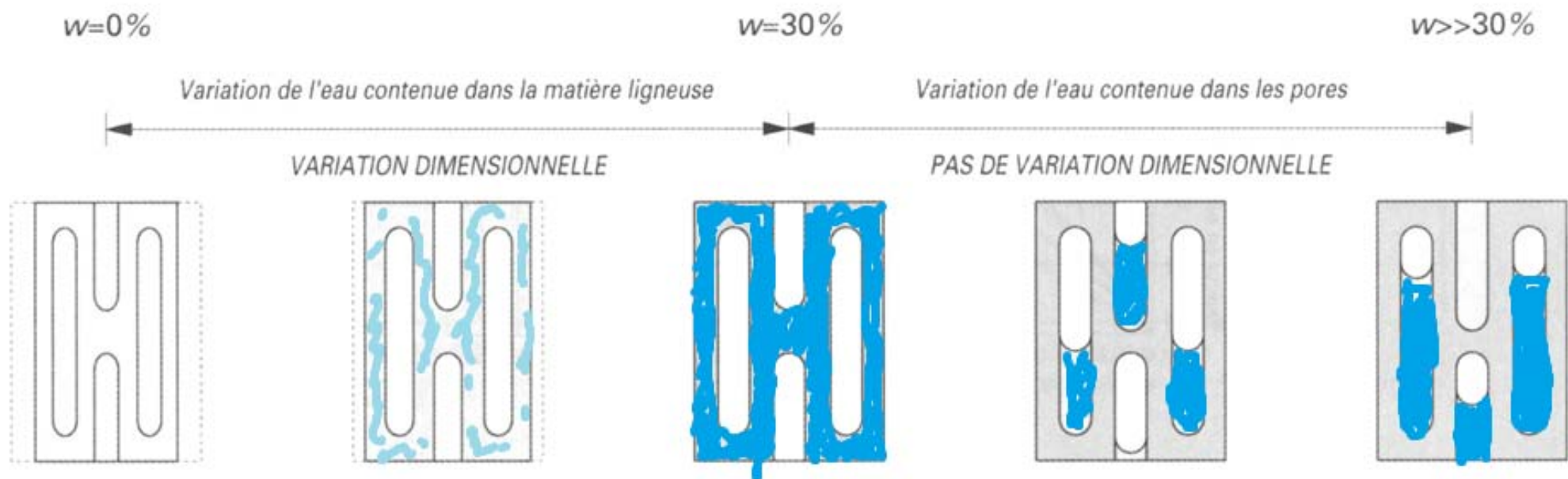


Fig. 2.6 Situation de l'eau dans le bois en fonction du taux d'humidité.

Hygroscopie du bois

■ Variation dimensionnelle

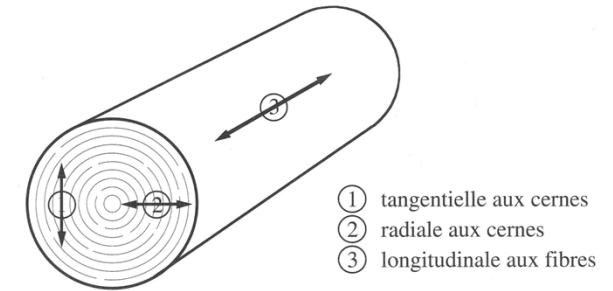


Fig. 2.3 Représentation schématique des trois directions de croissance naturelle.

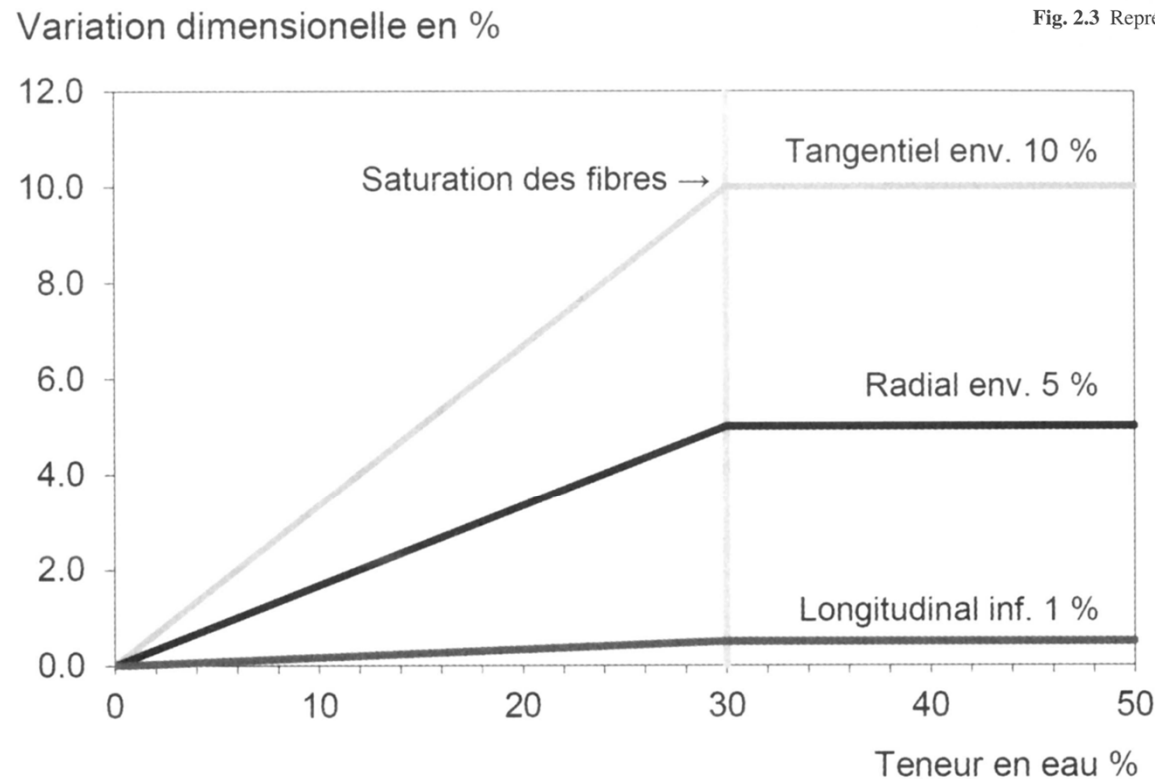


Fig. 2.8 Variation dimensionnelle en fonction du taux d'humidité.

Fissuration du bois



Hygroscopie

- Teneur en eau du bois en fonction de l'hygroscopie de l'air

Isothermes hygroscopiques pour l'épicéa
(d'après Loughborough)

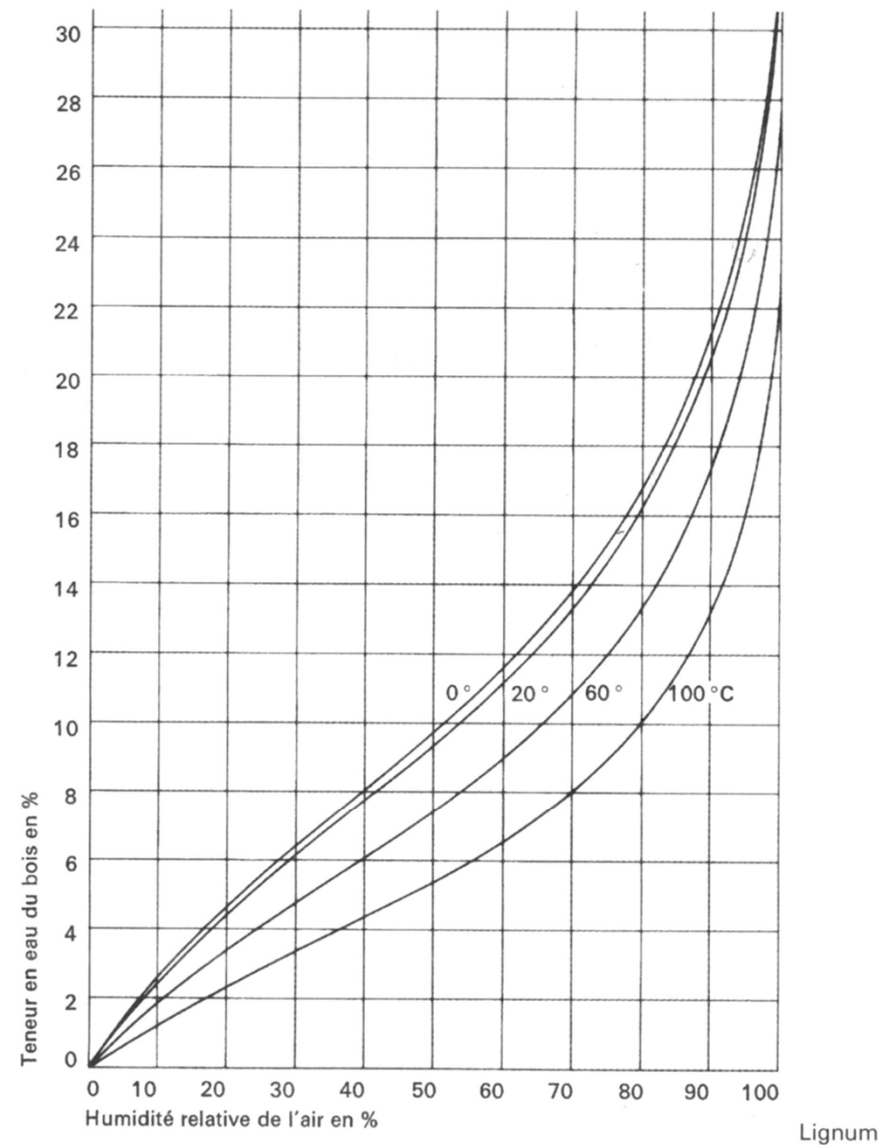


Fig. 2.7 Teneur en eau du bois en fonction de l'hygroscopie de l'air.

Climat

- Villa en bois massif
env. 80m³ de bois



Hygroscopie

- Eté l'humidité de l'aire 75%
- Hiver l'humidité de l'aire 40%

Isothermes hygroscopiques pour l'épicéa
(d'après Loughborough)

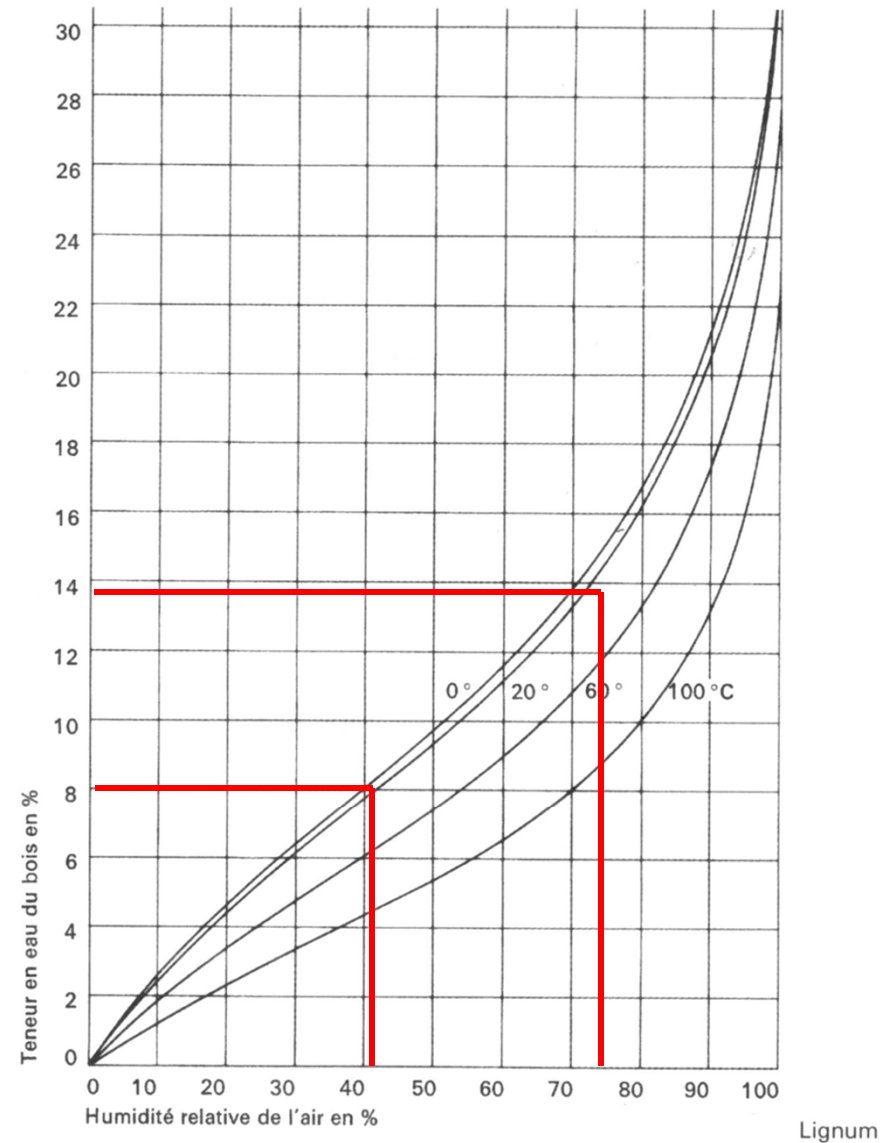


Fig. 2.7 Teneur en eau du bois en fonction de l'hygroscopie de l'air.

- Humidificateur de l'aire



Hygroscopie du bois

■ Variation dimensionnelle

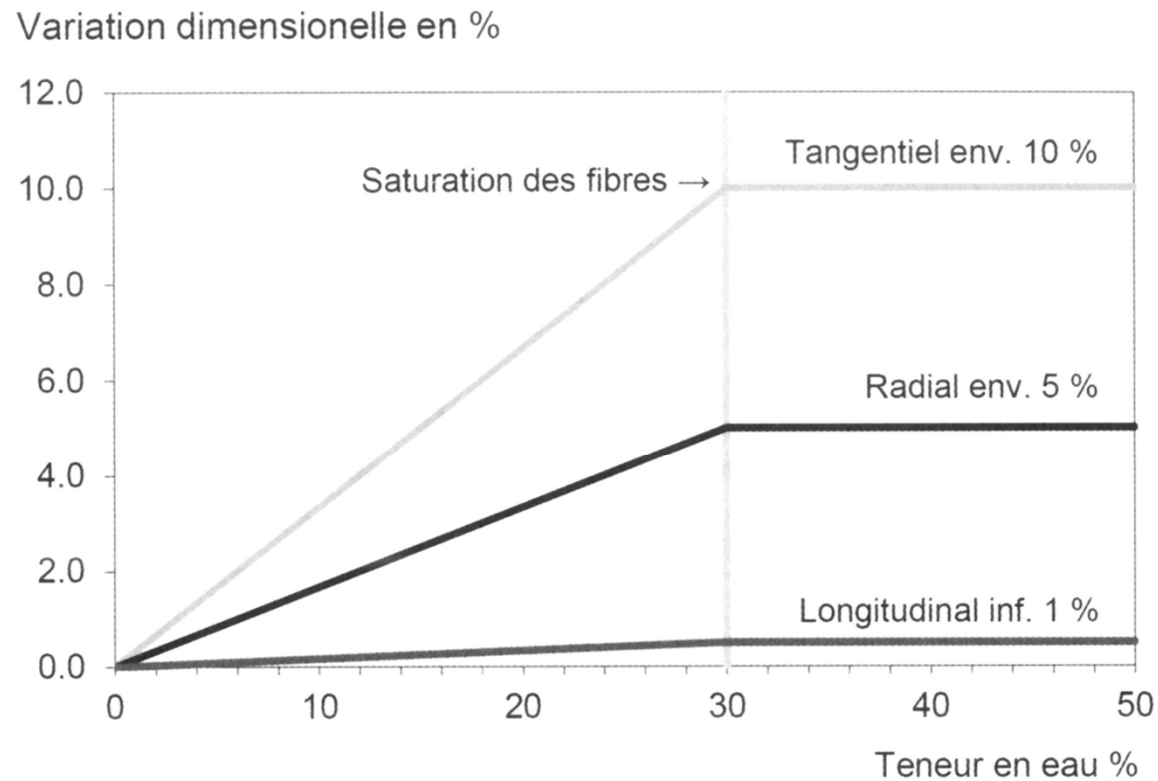


Fig. 2.8 Variation dimensionnelle en fonction du taux d'humidité.

Hygroscopie du bois

- Variation dimensionnelle

Tableau 2.9 Coefficient de retrait et gonflement des principales essences indigènes.

Essence	α_t %/%	α_r %/%	α_ℓ %/%
Résineux	0,33	0,16	0,01
Chêne	0,31	0,19	0,01
Hêtre	0,41	0,21	0,01
Des variations de 10 à 20% sont courantes pour toutes ces valeurs			

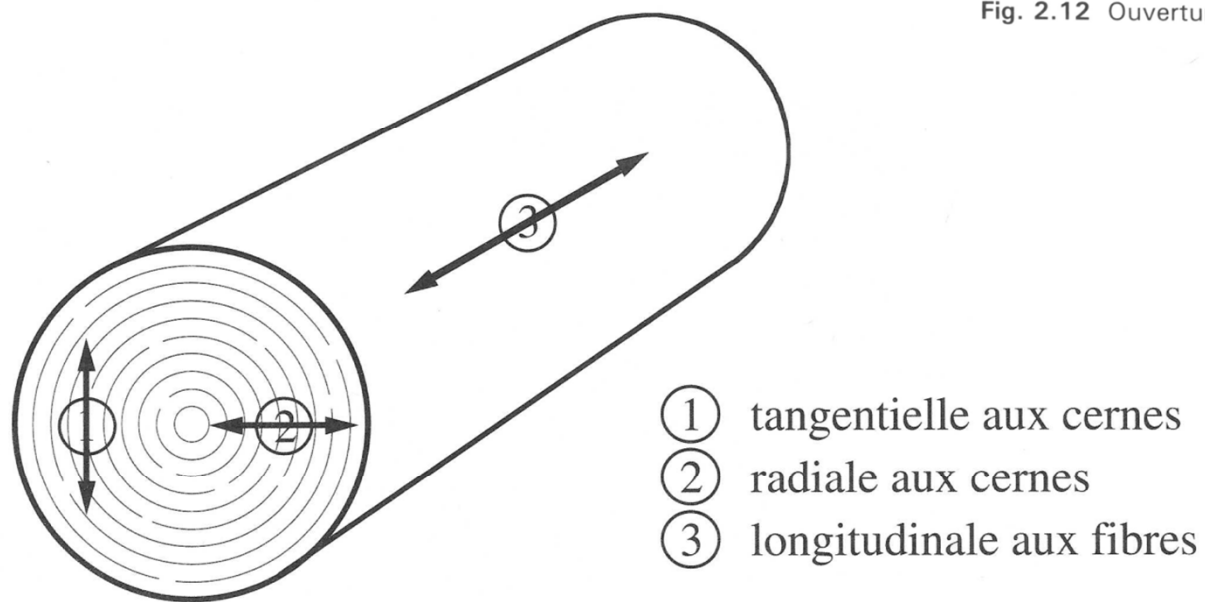


Fig. 2.3 Représentation schématique des trois directions de croissance naturelle.

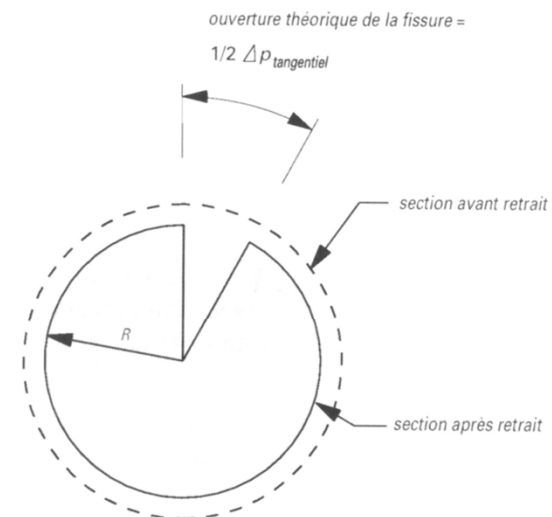


Fig. 2.12 Ouverture des fissures lors du séchage d'une section de bois rond.

Hygroscopie du bois

■ Variation dimensionnelle

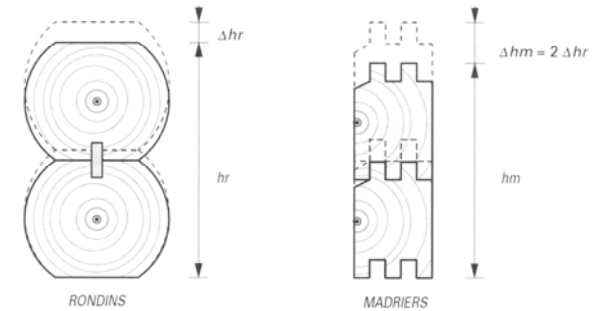


Fig. 2.10 Comparaison des variations dimensionnelles pour des éléments de rondins et de madriers.

$$\Delta \ell = \frac{\alpha}{100} \cdot \Delta w \cdot \ell$$

avec

- ℓ longueur de la pièce en mm
- α coefficient de gonflement/de retrait en %/%
- Δw variation de la teneur en eau (part comprise entre 0 et 30%) en %.

Fissure dans le bois massif

- Entaille de retrait

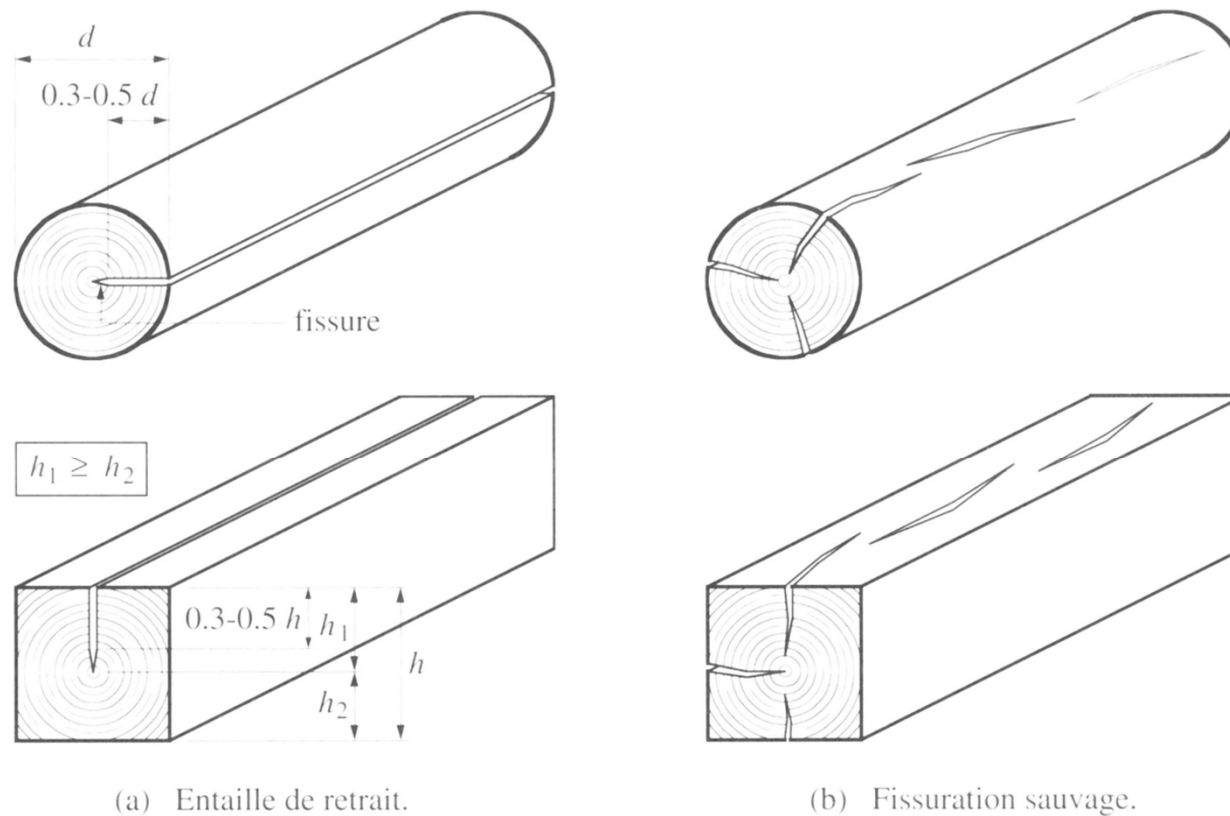


Fig. 2.25 Principe de l'entaille de retrait appliqué au bois rond et au bois équarri avec cœur.

■ SIA 265
Tab 2

Situation des éléments	Teneur en eau moyenne de la section	
	Valeur moyenne	Variations
Éléments protégés contre les intempéries – dans des locaux bien aérés, chauffés en hiver – dans des locaux bien aérés, peu chauffés en hiver – dans des locaux bien aérés, non chauffés	9% 12% 15%	± 3% ± 3% ± 3%
Éléments partiellement protégés contre les intempéries – sous des abris, à l'air libre – petites sections (par ex. des revêtements de façade avec ou sans traitement de surface) – absorbant fortement le rayonnement – absorbant faiblement le rayonnement – sections moyennes (par ex. des éléments de balcon sous toit) – absorbant fortement le rayonnement – absorbant faiblement le rayonnement	17% 15% 17% 13% 16%	± 5% ± 5% ± 4% ± 4% ± 4%
Éléments directement exposés aux intempéries – fortes sections (par ex. du bois de charpente sans traitement superficiel étanche) – en moyenne – en surface	18% 20%	± 6% ± 8%
Éléments humides – dans des locaux humides mal ventilés	24% jusqu'à saturation	
Éléments immergés (eau douce)	au-delà de la saturation des fibres	

■ SIA 265
Tab 2

Situation des éléments	Teneur en eau moyenne de la section	
	Valeur moyenne	Variations
Éléments protégés contre les intempéries – dans des locaux bien aérés, non chauffés	10%	± 3%
Éléments partiellement protégés contre les intempéries – absorbant faiblement le rayonnement	16%	± 4%
Éléments directement exposés aux intempéries		
Éléments immergés (eau douce)	au-delà de la saturation des fibres	

Classe d'humidité 1

Classe d'humidité 2

Classe d'humidité 3

Facteur de réduction η_w

- L'influence sur la résistance

Tableau 3.7 Facteur de réduction η_w pour humidité du bois ; résistance.

Situation des éléments	Classe d'humidité	Réduction de la résistance
Protégés des intempéries	1	1
Partiellement protégés des intempéries, directement exposés aux intempéries	2	0,8
Humides ou immergés	3	0,6

Facteur de réduction η_w

- L'influence sur la rigidité

Tableau 3.8 Facteur de réduction η_w pour humidité du bois ; rigidité.

Situation des éléments	Classe d'humidité	Réduction de la rigidité
Protégés des intempéries	1	1
Partiellement protégés des intempéries, directement exposés aux intempéries	2	0,9
Humides ou immergés	3	0,75

Déformation

- Sur le fluage

$$W_{\infty} = W_{el} \cdot (1 + \varphi)$$

avec

W_{∞}	déformation à long terme au temps $t = \infty$
W_{el}	déformation élastique au temps $t = 0$
φ	coefficient de fluage.

Déformation

■ Sur le fluage

Situation des éléments de construction	Teneur en eau moyenne 1)	Classe d'humidité	Coefficient de réduction de la rigidité η_w 2)	Valeurs indicatives du coefficient de fluage φ	
				Bois conditionné 2)	Bois ressuyé ou humide lors de la mise en œuvre 2)
protégé des intempéries	$\leq 12\%$	1	1,0	0,6	1 ³⁾
partiellement protégé ou directement exposé aux intempéries	12 à 20%	2	0,9	0,8	2
humide ou immergé	$> 20\%$	3	0,75	2	2

1) Ces valeurs peuvent être dépassées pendant quelques semaines par an.

2) Pour le bois massif et le bois lamellé-collé sollicités en flexion, en traction ou en compression parallèle au fil.
En cas de compression transversale, d'effort tranchant ou de torsion, il faut compter avec des déformations de fluage plus élevées.

3) Pour du bois massif ressuyé ou humide lors de la mise en œuvre, soumis à des sollicitations durant le séchage, il faut compter avec des déformations de fluage plus élevées.

SIA 265 tableau 3.9

Exercice 1

- Villa en bois massif



Exercice 2

