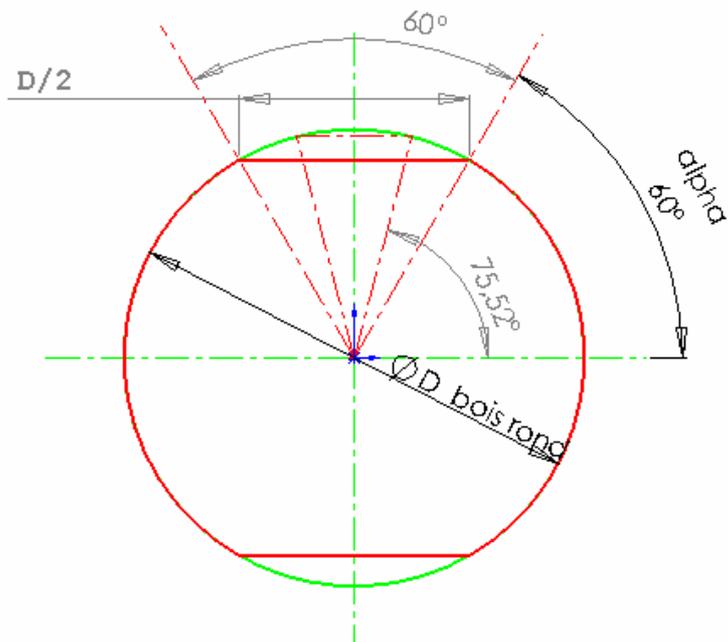


CALCUL des STRUCTURES en POUTRES A MEPLAT

EQUARRISSAGE à 2 Faces



Rappel de l'intérêt de tailler 2 faces sur un bois brut :
Cela permet de faciliter la mise en œuvre de la charpente et en particulier des assemblages, puisque cela procure des faces d'appui.

La largeur du méplat doit se situer entre le quart et la moitié du diamètre : Cela procure un minimum d'appui, mais pas trop, car une largeur réduite garantit un appui centré lorsqu'il y a des défauts de parallélisme au niveau du contact.

un méplat largeur $D/2$ occupe un secteur de 60° , la hauteur de la poutre est de $0,866 D$.

un méplat largeur $D/4$ occupe un secteur de 29° , la hauteur de la poutre est de $0,968 D$.

On tronque donc la poutre de 3 à 15% de son diamètre

L'objectif est de déterminer la perte de résistance due à la réalisation des 2 entailles donc de comparer ses caractéristiques par rapport à celle du bois rond.

Les valeurs d'inertie de la section (I pour la rigidité et I/v pour la résistance) se calculent à partir de

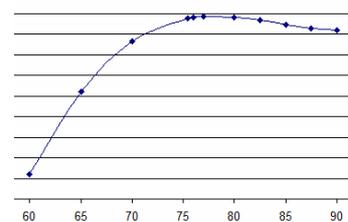
$$I_x = \iint_S y^2 ds$$

et $v = y_{\max}$

	I	I/v
	$\frac{\pi D^4}{64}$	$\frac{\pi D^3}{32}$
	$\frac{D^4}{32} \left(\alpha - \frac{\sin 4\alpha}{4} \right)$	$\frac{D^3}{16} \left[\frac{\alpha - \frac{\sin 4\alpha}{4}}{\sin \alpha} \right]$

Résultats numériques en fonction de l'importance du méplat

α	I	I/v	perte de rigidité	perte de résistance
$\alpha = 60$	$0,0394 D^4$	$0,0912 D^3$	20%	7%
$\alpha = 75,5$	$0,0478 D^4$	$0,0987 D^3$	2,7%	-0,6%
$\alpha = 77$	$0,0482 D^4$	$0,0988 D^3$	1,9%	-0,67%
$\alpha = 90$	$0,0491 D^4$	$0,0982 D^3$	0%	0%



Evolution de la résistance en fonction de la réduction du méplat

Analyse des résultats : conclusions

- Avec un méplat faible (à $D/4$), la perte de rigidité de la poutre entaillée est minimale (2,7%); de plus elle est curieusement un tout petit peu plus résistante (0,6%) !
- Avec un méplat « standard » (à $D/2$), la perte en rigidité est conséquente (20%), la perte en résistance est moindre.
- La poutre à méplats est bien sur légèrement plus légère (5,8% méplat à $D/4$; 0,7% méplat à $D/2$)

C'est le paradoxe du méplat !: faire un petit méplat sur la poutre la rend plus résistante ! (que très légèrement certes)

Ce fait surprenant n'a en fait que peu d'impact dans le dimensionnement :

- Car le gain n'est que de 0,67% au maximum
- Le critère de résistance (ELU) n'est souvent pas déterminant ; c'est la rigidité (ELS) qui prévaut.
- Si l'on admet un phénomène de plastification de la matière, la section sans méplat pourra alors être aussi résistante.

Avantage d'une section « carrée »* par rapport à un section classique rectangulaire.

* inclut les sections de type poutres équarries.

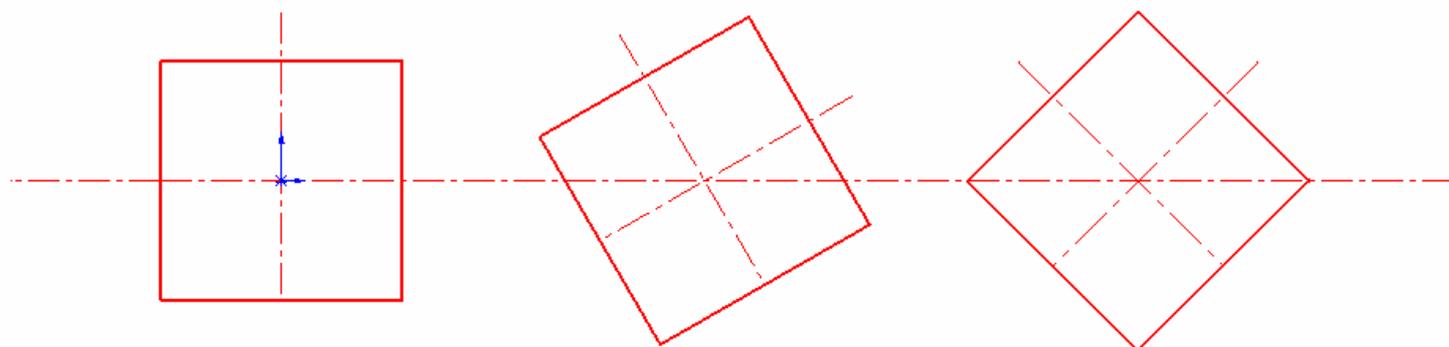
On utilise habituellement (lorsque les poutres sont issues de débits de sciage) des sections rectangulaires Car elles consomment moins de matière (donc moins onéreuses car prix du sciage au volume) et elles sont aussi plus légères (ce qui peut être que mieux pour la structure).

Lorsque l'on utilise un bois brut de section carré, le problème est différent car pas de coût de sciage, la structure est un peu plus lourde, mais le poids propre n'est souvent pas déterminant dans le calcul ; ce n'est donc pas un gros inconvénient

Et puis la section carrée présente un avantage :

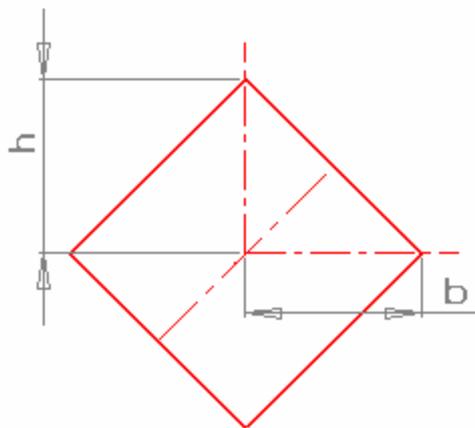
Propriété : une section carré (même moment d'inertie en flexion ($I_y=I_z$ pour une poutre d'axe x)) conserve cette valeur quelque que soit son orientation propre par rapport à un plan de charge vertical.

Ainsi par rapport à un chargement vertical on a une rigidité identique pour ces 3 sections (même I) par contre la première sera plus résistante que les autres.(v différent donc I/v différent)

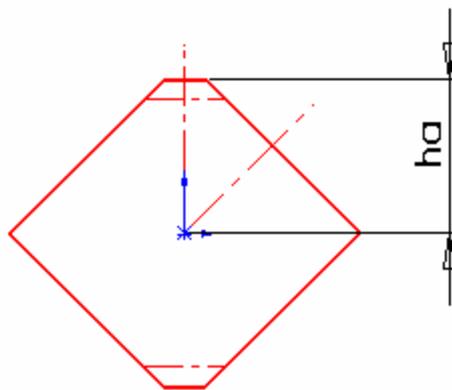


Sur un toit, en cas de descente de charges (composante rampants) directement sur la sablière ; si l'on utilise des sections carrées ou rondes (bois bruts) ou poutres équarries, alors, il est inutile de caler les pannes d'aplomb car cela n'apporte pas plus de sécurité au ELS ; par contre on est plus sûr au niveau ELU, mais souvent ce n'est pas ce critère qui est déterminant. Les pannes seront donc orientées dans le rampant, c'est plus simple

Cas de figure où le critère de résistance serait prédominant par rapport à la rigidité et où l'on se trouve en situation de panne pour un toit à 45°: le paradoxe du méplat va être là le plus spectaculaire



Profil initial



Profil tronqué

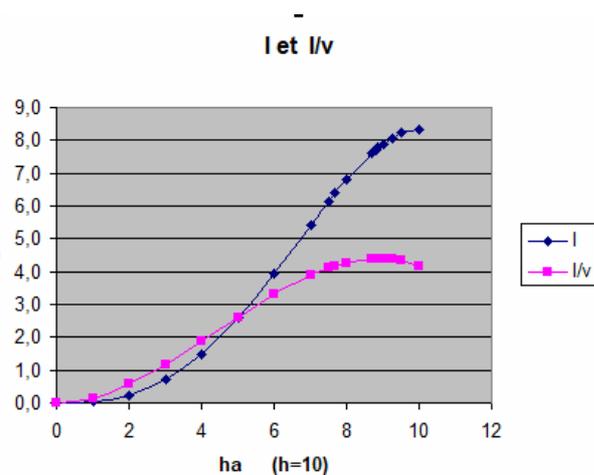
La poutre tronquée de 23,3 % (profil en pointillé) de sa hauteur est aussi résistante que la poutre initiale,. Elle est certes bien plus souple : perte de 23% de rigidité.

Lorsque l'on tronque la poutre de 11,5% de la hauteur (profil à la cote ha), on gagne 5,3% de résistance. On a certes une perte de rigidité de 6,7%.



$$I = b h_a^3 \left[\frac{1}{3} - \frac{1}{4} \frac{h_a}{h} \right]$$

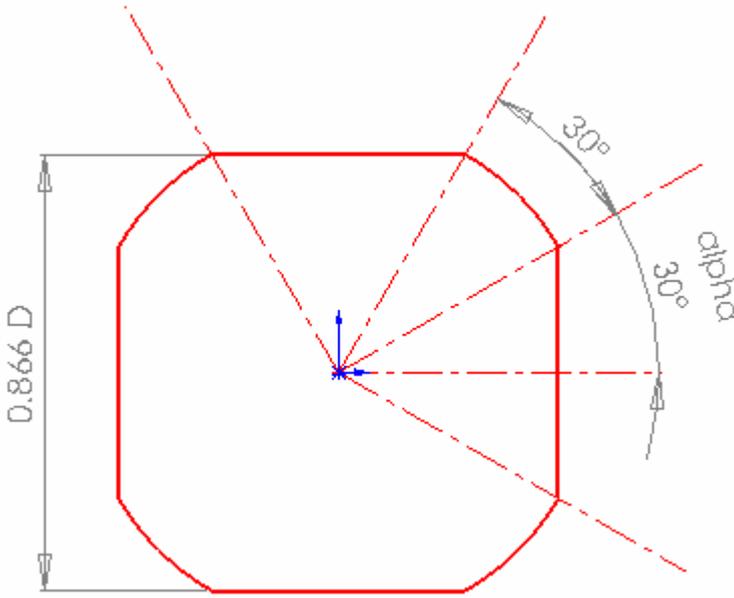
Et $I/v = I/ha$



CALCUL des STRUCTURES en POUTRES EQUARRIES

EQUARRISSAGE à 4 Faces

Rappel de l'intérêt de tailler 4 faces sur un bois brut :



Cela permet de faciliter la mise en œuvre de la charpente et en particulier des assemblages, puisque cela procure des faces d'appui. La largeur du méplat doit se situer entre le quart et la moitié du diamètre : Cela procure un minimum d'appui, mais pas trop, car une largeur réduite garantit un appui centré lorsqu'il y a des défauts de parallélisme au niveau du contact.

un méplat largeur $D/2$ tel que ci contre occupe un secteur de 60° , la hauteur de la poutre est de $0,866 D$; et la zone de flèche est de 30° .

un méplat largeur $D/4$ occupe un secteur de 29° , la hauteur de la poutre est de $0.968 D$; et la zone de flèche est de 61°

On tronque donc la poutre de 3 à 15% de son diamètre

L'inertie d'une telle section est

pour une section au méplat classique ($\alpha=30^\circ$)

$$I = \frac{D^4}{4} \left[\frac{\sin 2\alpha (2 + \cos 2\alpha)}{24} + \frac{1}{8} \left(\frac{\pi}{2} - 2\alpha \right) \right]$$

$$v = \frac{D}{2} \sin \alpha$$

$$I = \frac{5\sqrt{3} + \pi}{192} D^4$$

$$v = \frac{\sqrt{3}}{4} D$$

Comparaisons par rapport à la section brute et à la section sortie de scierie

Section de départ	Section équarrie grand méplat	petit méplat
 $I = \frac{\pi D^4}{64} = 0,049 D^4$ $I_{/b} = \frac{\pi D^3}{32} = 0,098 D^4$	 $I = 0,0389 D^4$ 29,7% $I_{/b} = 0,0098 D^4$ 8,4%	 $I = 0,00471 D^4$ 2,6% $I_{/b} = 0,00027 D^4$ 0,5%
Section carrée pleine	Section équarrie grand méplat	petit méplat
 $I = \frac{a^4}{12} = 0,083 a^4$ $I_{/b} = \frac{a^3}{6} = 0,166 a^3$	 $a = 0,866 D$ $I = 0,069 a^4$ 17% $I_{/b} = 0,16 a^3$ 4%	 $I = 0,054 a^4$ $I = 0,112 a^4$ 32%

Conclusions

Par rapport au bois rond brut, Equarrir une poutre la rend plus légère (enlèvement de matière de 11,6%) cela lui fait perdre 20% de rigidité, mais on ne lui fait perdre que 8% en résistance.

Si l'on compare la poutre équarrie avec une poutre carrée de mêmes dimensions, (sans les chanfreins naturels), la poutre équarrie est 17% moins rigide et seulement 4% moins résistante. Mais en tenant compte du fait que moins de fibres sont tranchées, la poutre équarrie est certainement tout aussi rigide et résistante.