

GUIDE PRATIQUE

INITIATION À LA CHARPENTE

JUSTIFICATION D'ÉLÉMENTS SIMPLES AUX EUROCODES



FINANCEMENT

CODIFAB

comité professionnel de développement
des industries françaises de l'ameublement et du bois

La réalisation de cette étude a été permise par le soutien financier du CODIFAB.

AUTEUR :



INSTITUT
TECHNOLOGIQUE

Julien BRASSY – FCBA
Mathieu LAMBERT – FCBA
Christophe MERZ – FCBA

ILLUSTRATIONS :

Muriel CAZEAUX – FCBA

CRÉATION GRAPHIQUE :

DESK

CRÉDIT PHOTOGRAPHIQUE :

Shutterstock

REMERCIEMENTS :

Nous remercions l'ensemble des membres du comité de pilotage qui, par son implication dans les réunions de suivi, par les relectures et par la formulation d'orientations éditoriales, a contribué à la finalisation de ce document :

Gilles MARMORET (CAPEB)
Rodolphe MAUFRONT (FFB-CMP)
Thomas FERET (FIBC)
Serge LE NEVE (FCBA)

© FCBA, 2013

Tous droits réservés

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage, sur quelque support que ce soit, sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie – 20, rue des Grands Augustins – 75006 Paris.

PRÉAMBULE

Afin de faciliter les échanges entre les différents pays européens et d'uniformiser les règles de calculs de structures à l'échelle européenne, la Commission des Communautés Européennes arrête dès 1975 un programme d'actions. Ainsi, un ensemble de règles techniques harmonisées pour le dimensionnement des ouvrages est établi. Le but est qu'elles se substituent aux règles nationales en vigueur dans les États membres. Outre l'aspect économique, le développement de ce nouveau code de calcul, par son approche différente que nous explicitons plus loin, permet une meilleure caractérisation des structures, notamment pour le bois.

Aujourd'hui les Eurocodes sont des normes d'application volontaire qui se substituent progressivement aux Règles CB71 utilisées jusqu'à présent en France. Dans ce contexte, une mise à jour du guide précédent s'imposait. Sa vocation est d'accompagner dans la compréhension, l'application concrète des principes de bases et règles de calcul d'éléments simples de charpente. Ainsi le présent ouvrage constitue une version « Eurocodifiée » du précédent guide. Il reste articulé de la même manière, avec quelques points de détails complémentaires. Les principes majeurs de la philosophie des Eurocodes ainsi que la terminologie associée sont introduits.



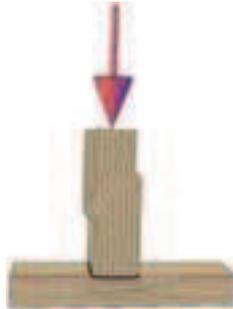
Sommaire

1. FONCTIONNEMENT D'ÉLÉMENTS SIMPLES DE CHARPENTE	5
1.1. Flexion	5
1.2. Flèche	7
1.3. Fluage	8
1.4. Compression	8
1.5. Critères de dimensionnement	10
1.6. Facteurs agissant sur la flèche et la résistance	15
2. CHARGES	20
2.1. Quelques définitions	20
2.2. Quelques valeurs de charges	22
2.3. Combinaisons d'actions	29
3. VÉRIFICATIONS PRATIQUES DE CAS COURANTS	31
3.1. Vérification d'un solivage	31
3.2. Vérification d'un chevêtre	33
3.3. Vérification d'une solive d'enchevêtrement	34
3.4. Vérification des porteuses	37
3.5. Vérification des pannes	38
3.6. Vérification des chevrons	41
3.7. Vérification d'un poteau	42
4. TABLEAUX DES JUSTIFICATIONS (C18)	44
4.1. Solives	44
4.2. Chevêtres	48
4.3. Poutres porteuses de solives	52
4.4. Pannes	54
4.5. Chevrons	106
4.6. Poteaux	114
5. TABLEAUX DES JUSTIFICATIONS (C24 ET D24)	116
5.1. Solives	116
5.2. Chevêtres	120
5.3. Poutres porteuses de solives	123
5.4. Pannes	127
5.5. Chevrons	175
5.6. Poteaux	182
6. ANNEXES	185
6.1. Classes de résistance mécanique	185
6.2. Exemple de calcul des charges de neige	185
6.3. Calcul des charges de vent	187
6.4. Les classes de service	187
7. BIBLIOGRAPHIE	188

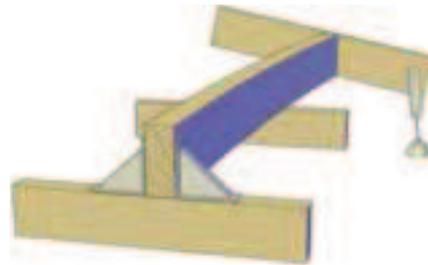


1. FONCTIONNEMENT D'ÉLÉMENTS SIMPLES DE CHARPENTE

Les éléments de charpente bois peuvent subir des sollicitations mécaniques de traction, de compression, de flexion, de cisaillement et de torsion, qui entraînent des comportements différents des pièces de bois, dont certains seront décrits ci-après.



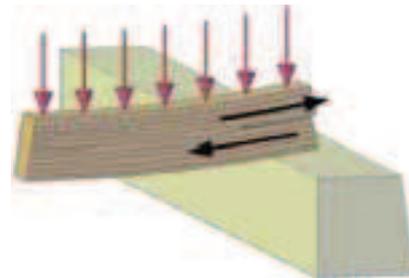
La Compression



La Torsion



La Flexion



Le Cisaillement (lié à la flexion)

Cet ouvrage aborde les sollicitations couramment rencontrées dans le cas d'éléments simples de charpente que sont la flexion (accompagnée de cisaillement) et la compression. Traction et torsion ne sont pas traitées dans le présent ouvrage.

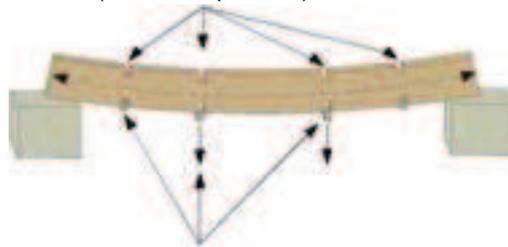
1.1. Flexion

C'est la sollicitation principale rencontrée dans le cas d'une **solive**, d'une **panne**, d'un **chevron** (par exemple). Elle tend à courber la pièce dans le même sens que les charges appliquées.

En conséquence la partie concave comprimée (supérieure dans ce cas de figure) tend à se raccourcir (ou se resserrer) et la partie convexe tendue (inférieure dans ce cas de figure) à s'allonger (libérant ainsi les coins). La fibre médiane (représentée en pointillés) n'est ni comprimée, ni tendue, c'est ce qu'on appelle la fibre neutre.



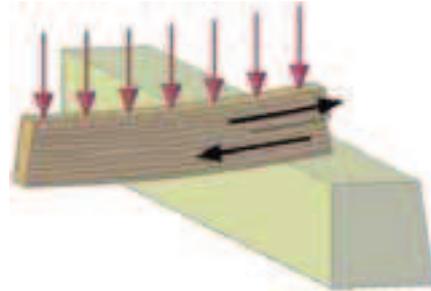
Fermeture des traits de scie (fibres comprimées)



Ouverture des traits de scie (fibres tendues)



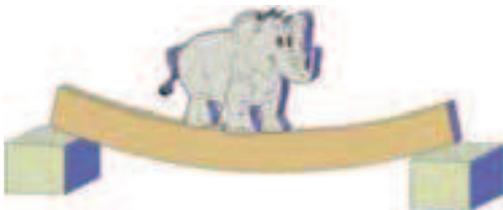
Cette différence de déformation des fibres sur la hauteur provoque un cisaillement entre elles (on parle de cisaillement longitudinal induit par la flexion). La contrainte de cisaillement est maximale au niveau de la fibre neutre.



Le cisaillement longitudinal

Notes :

- Il faut noter à ce niveau qu'il est toujours préférable de solliciter une pièce en flexion dans le sens de sa « grande inertie ». L'inertie est liée à la section transversale de l'élément fléchi, et les deux schémas suivants illustrent cette notion de sollicitation à privilégier pour obtenir le meilleur comportement en flexion,

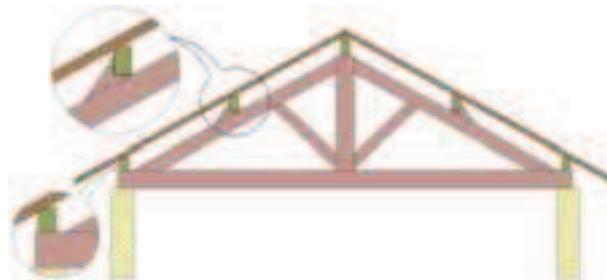


Sollicitation selon la grande inertie
Bien

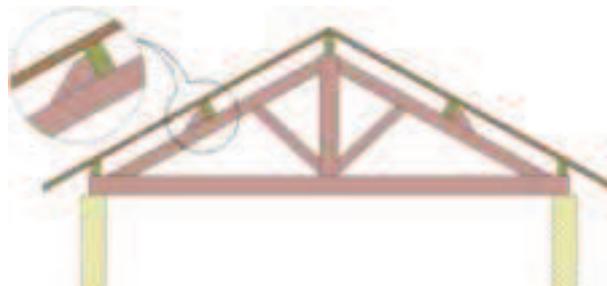


Sollicitation selon la petite inertie
Moins bien

- Il existe également ce que l'on appelle la flexion déviée. Le cas le plus courant où l'on rencontre cette sollicitation est celui des pannes déversées. Une panne déversée est en fait sollicitée de façon cumulée selon sa grande et sa petite inerties. Les différences importantes en termes de comportement et de recommandations spécifiques de mise en œuvre entre les pannes d'aplomb et déversées sont explicitées par la suite au § 3.5,



Pannes d'aplomb



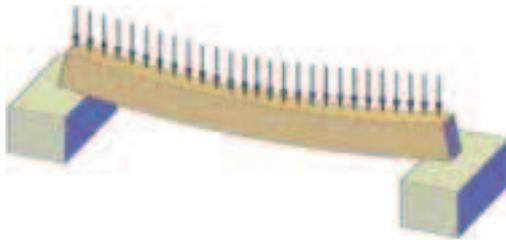
Pannes déversées

- La sollicitation de flexion peut engendrer un phénomène d'instabilité appelé le déversement. On dit qu'un élément fléchi déverse lorsqu'il se dérobe latéralement, hors de son plan de

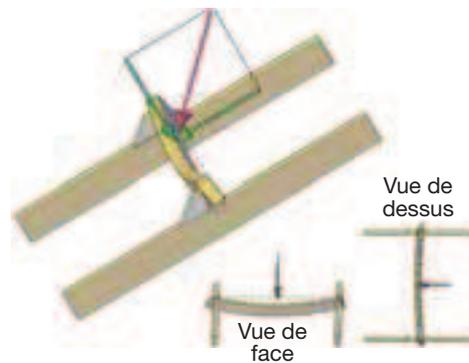


flexion. C'est pour éviter ce phénomène que l'on met en œuvre des entretoises entre solives ou entre pannes. L'origine de cette instabilité est liée à la compression de la partie haute de l'élément ; on peut faire l'analogie avec le phénomène de flambement des éléments comprimés (voir § 1.4). Les valeurs données dans les tableaux des chapitres 4 et 5 tiennent compte du risque de déversement.

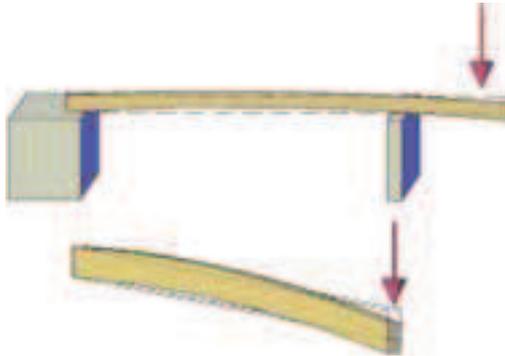
Quelques cas courants de flexion :



Solive sur 2 appuis



La panne



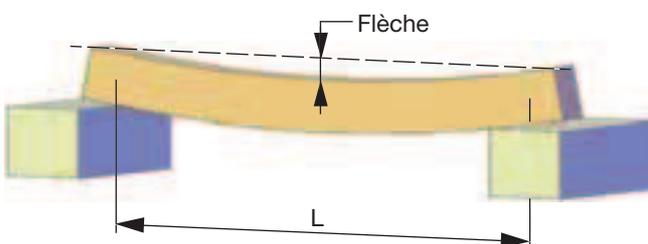
Porte-à-faux (ou console)



Le chevron

1.2. Flèche

On appelle flèche, la plus grande distance dont la pièce s'éloigne de la ligne droite d'origine ou de sa forme initiale sous l'effet de la flexion.



Il ne faut pas la confondre avec la déformation naturelle de la pièce (gauche ou cintre) ou éventuelle contreflèche de fabrication qui risque de se superposer avec elle en plus ou en moins.

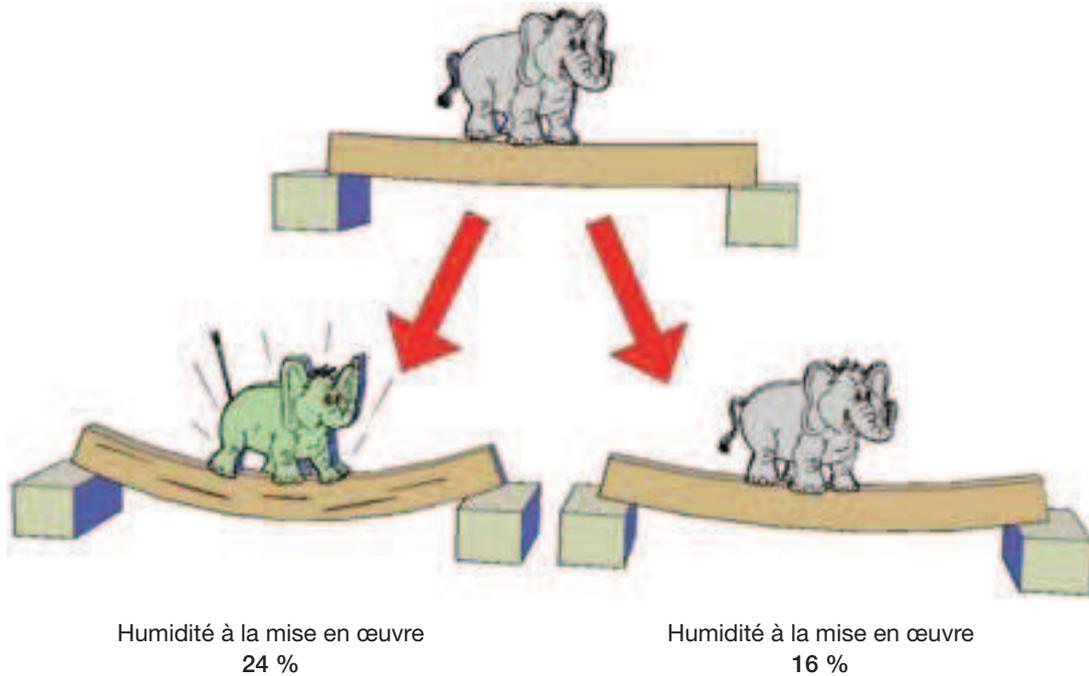
La flèche relative est la flèche définie ci-dessus rapportée à la portée et exprimée de façon à avoir la valeur 1 au numérateur.

Exemple : Une poutre de 5 m de portée (500 cm) a une flèche de 2 cm. Sa flèche relative est égale à $2/500$, ce qui est égal à $1/250$. On dit que : la poutre a une flèche relative de « un deux cent cinquantième ».



1.3. Fluage

Sous l'action des charges de longue durée, on assiste à un accroissement progressif des déformations : c'est ce qu'on appelle **le fluage**.



Le chargement de pièces encore humides peut multiplier par deux ou trois l'importance du fluage pendant les premiers temps de leur vie en œuvre, jusqu'à atteinte de l'équilibre hygroscopique en situation.

Il faut noter que mettre en œuvre des bois trop humides, outre le risque de déformations plus importantes dues au fluage, c'est également s'exposer au risque de retraits importants et de voir apparaître des fentes et gerces de séchage.

1.4. Compression

La compression peut être de deux types selon son orientation par rapport au fil du bois de la pièce concernée :

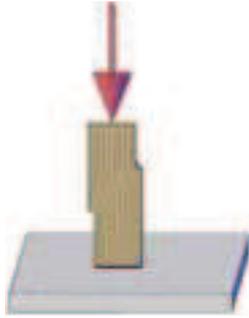
- > Axiale : parallèle au fil du bois (ex : poteau)
- > Transversale : perpendiculaire au fil du bois (ex : appui de poutre)

La compression axiale est la sollicitation principale rencontrée dans le cas d'un poteau (par exemple). Elle tend à raccourcir les fibres du bois. L'effort de compression peut également provoquer une instabilité pour les pièces de grande longueur au regard de leur section : c'est le flambement.

Deux cas de figure existent :

- > La compression sans risque de flambement ;
- > La compression avec risque de flambement.





La compression axiale sans risque de flambement

Dans ce cas, l'effort appliqué est comparé avec la résistance de l'élément.

Ici, pour tenir compte du fait que l'élément est élancé et peut sortir de sa position initiale vers une position instable, l'effort appliqué est comparé à la résistance de l'élément diminué par un coefficient tenant compte du risque de flambement.



La compression axiale avec risque de flambement pour les pièces longues

Note :

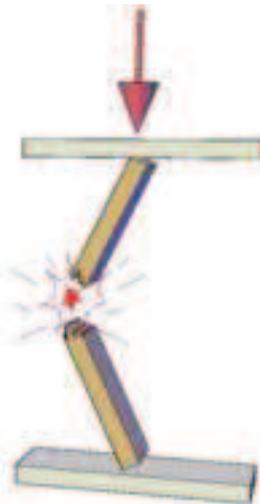
Le flambement est un phénomène qui conduit à la ruine de la pièce comprimée lorsqu'il intervient. Pour une charge déterminée, le flambement sera conditionné par une longueur critique de flambement (L_f). L'instabilité de l'élément bois sollicité en compression interviendra obligatoirement dans le sens de sa petite inertie.



Chargement de l'élément



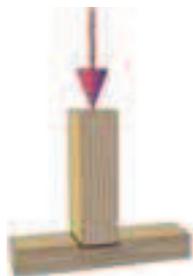
Flambement de l'élément



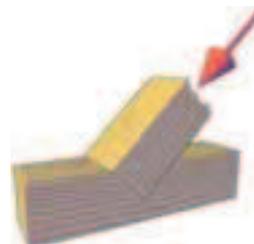
Ruine de l'élément



La compression transversale (poutre sur appuis, charges concentrées...) tend à provoquer une pénétration dans l'élément bois par un écrasement des fibres.

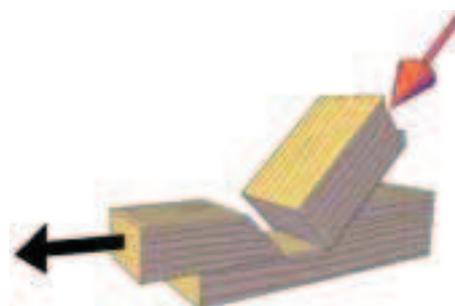


La compression peut également être inclinée par rapport au fil du bois avec un certain angle (embrèvements, ...). Ces cas plus complexes, qui cumulent compression et cisaillement, ne sont pas traités dans cet ouvrage.



Note :

La compression inclinée par rapport au fil du bois peut provoquer une rupture par fendage avec la perte du talon. Dans ce cas précis la longueur de talon est à dimensionner par rapport au cisaillement.



1.5. Critères de dimensionnement

1.5.1. Eurocodes et CB71

Ces deux codes de calculs d'éléments de structure diffèrent dans leur approche et ont leurs avantages respectifs, mais ils ne s'opposent pas. Ils assurent une fiabilité des structures :

- > Les CB71 ont pour principale qualité d'être simples et ils apportent une fiabilité sécuritaire,
- > Les Eurocodes sont développés pour apporter plus de précision et en conséquence une fiabilité optimisée.

Dimensionner une pièce, un élément de charpente aux Eurocodes sous-entend de vérifier deux exigences :

- > La sécurité structurale : C'est ce que l'on appelle les États Limites Ultimes (ELU). Cela consiste dans les cas abordés ici à vérifier que les actions (efforts) appliquées aux éléments bois sont inférieures à leur capacité de résistance, cela avec un certain niveau de sécurité.
- > L'aptitude au service : C'est ce que l'on appelle les États Limites de Service (ELS). Cela consiste dans les cas abordés ici à vérifier la rigidité des éléments de charpente, c'est-à-dire que les actions provoquent des déformations acceptables. Ce niveau d'acceptabilité peut être lié à une notion de confort (confort à la marche pour des solives de plancher) ou de cohérence entre différents éléments (déformation de pannes ou de solives limitée pour ne pas risquer de fissuration d'éléments de plafond rapporté par exemple).

L'approche des Eurocodes se différencie de celle des CB71 dans l'évaluation des niveaux de chargement, des capacités de résistances et des déformations en les rendant plus représentatifs de la réalité.



Du point de vue de la sécurité :

- > La méthode des CB71 dite des « **contraintes admissibles** » est basée sur l'application d'un coefficient de sécurité global, forfaitaire, égal à 2,75 (notion de fiabilité sécuritaire).
- > Les Eurocodes se basent premièrement sur la définition de **valeurs de charges** (solllicitations) et de **résistances** issues d'un traitement statistique : ce sont les **valeurs caractéristiques**. De celles-ci sont déduites des valeurs dites **valeurs de calcul**, par l'application de coefficients partiels de sécurité sur les charges comme sur les résistances (notion de fiabilité optimisée).

Du point de vue de l'aptitude au service :

- > La vérification aux CB71 prend uniquement en compte la déformation à long terme (fluage compris),
- > Les Eurocodes permettent de considérer l'évolution de la déformation au cours de la vie en œuvre des éléments bois.

L'approche des Eurocodes a été développée dans l'objectif de décrire au mieux la réalité dans un souci d'optimisation des structures. La fiabilité des structures ainsi apportée par les Eurocodes se situe :

- > Vis-à-vis de la sécurité, avec une faible probabilité de ruine, c'est-à-dire une faible probabilité que les charges occasionnent des sollicitations supérieures à la résistance de la structure sur la durée d'utilisation prévue.
- > Vis-à-vis de l'aptitude au service, avec une faible probabilité que l'ouvrage n'assure plus correctement ses fonctions au cours de sa vie en œuvre.

1.5.2. Flexion

Pour dimensionner une pièce travaillant en flexion, il y a lieu de s'assurer que les deux exigences suivantes sont satisfaites :

- > La rigidité (ELS)
- > La résistance (ELU)

A. La rigidité

On demande aux pièces travaillant en flexion de respecter un maximum de déformation ou flèche relative (voir § 1.2).

En particulier un solivage doit être plus rigide que des pannes ou des chevrons, car il faut assurer un certain confort à la marche, et ne pas risquer de fissuration de plafond. De plus, afin d'assurer le confort d'utilisation pour les planchers, des exigences sur les vibrations doivent également être satisfaites.

Le dimensionnement aux Eurocodes introduit trois notions principales de flèche :

- > La flèche instantanée

Il s'agit de la flèche résultante uniquement liée aux charges dites variables (voir § 2.1) appliquées sur l'élément fléchi (charges climatiques, charges d'exploitations) sans prise en compte des effets à long terme

- > La flèche finale

Il s'agit de la flèche précédente additionnée de la flèche supplémentaire liée aux effets à long terme (fluage).



> La flèche nette finale

La flèche nette finale correspond au cas particulier où une contre flèche est mise en œuvre sur l'élément fléchi. Elle correspond à la flèche finale moins la valeur de contre flèche.

Valeurs limites pour les flèches

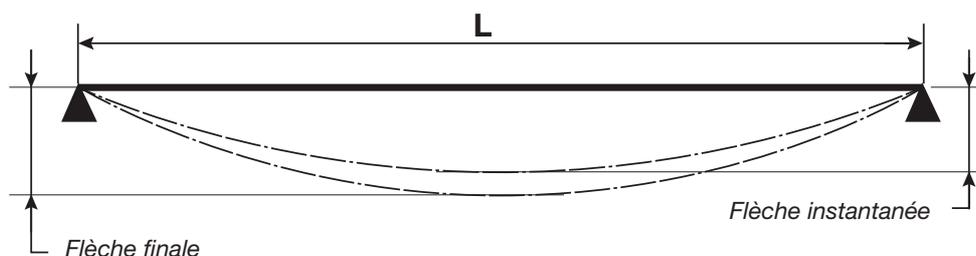
Pour les cas qui nous concernent ici, pour les bâtiments courants et sauf spécification dans les documents particuliers du marché, les valeurs limites pour les flèches sont définies par l'Eurocode 5 en fonction de la portée L .

On distingue deux cas principaux, selon qu'il y ait ou non une contre flèche à la mise en œuvre de l'élément de charpente.

Éléments sans contre flèche :

Dans la majorité des cas, les éléments de charpente sont mis en œuvre sans contre flèche. Dans ce cas, il y a lieu de vérifier la flèche instantanée et la flèche finale selon les valeurs limites du tableau suivant :

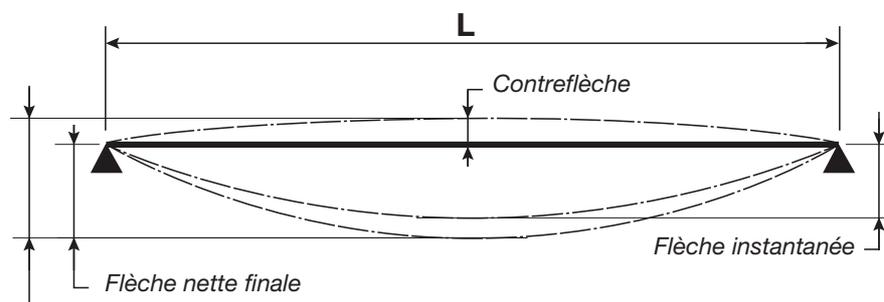
	FLÈCHE INSTANTANÉE	FLÈCHE FINALE
Chevrans	–	$L/150$
Éléments structuraux	$L/300$	$L/200$



Éléments avec contre flèche :

Dans le cas particulier des ouvrages avec contreflèche, il faut également vérifier le respect de la flèche nette finale. Les valeurs limites sont définies par le tableau suivant :

	FLÈCHE INSTANTANÉE	FLÈCHE NETTE FINALE	FLÈCHE FINALE
Chevrans	–	$L/150$	$L/125$
Éléments structuraux	$L/300$	$L/200$	$L/125$



Les valeurs données dans les tableaux des chapitres 4 et 5 permettent de respecter ces différentes exigences.



Ces valeurs limites de flèches sont destinées à assurer le bon comportement de la structure sur la durée de service attendue. Elles peuvent s'avérer insuffisantes vis-à-vis des interactions éventuelles avec les divers éléments de second œuvre ou autres composants de la construction.



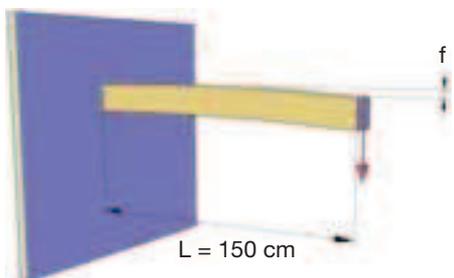
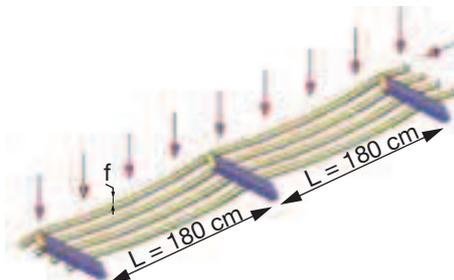
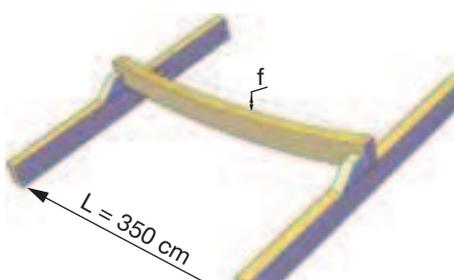
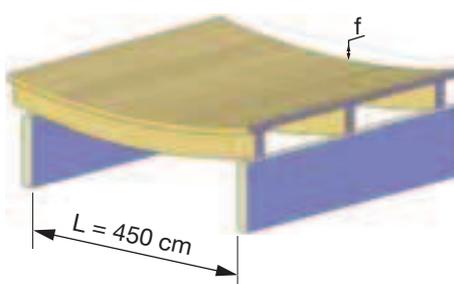
Il convient de veiller à respecter les exigences de déformabilité de la structure porteuse définies par les NF DTU ou les Avis Techniques des ouvrages de second œuvre correspondants.

Par exemple, le NF DTU 31.2 relatif à la construction à ossature bois demande à ce que les linteaux des ouvertures soient dimensionnés à une valeur limite de flèche finale équivalente au cinq centième de la portée ($L/500$).

Pour les éléments en console et les porte à faux, les valeurs limites indiquées dans le tableau précédent peuvent être doublées. On ne prend pas en compte de valeurs de flèches inférieures à 5 mm.

Pour le cas particulier des planchers, la notion de vérification en vibration a été rajoutée par les Eurocodes pour atteindre un meilleur confort d'utilisation. L'exigence de rigidité vis-à-vis du risque de vibration pourra conduire à des flèches plus faibles. Cette vérification est intégrée dans les abaques de justification des § 4.1 et 5.1.

Quelques valeurs limites de flèches

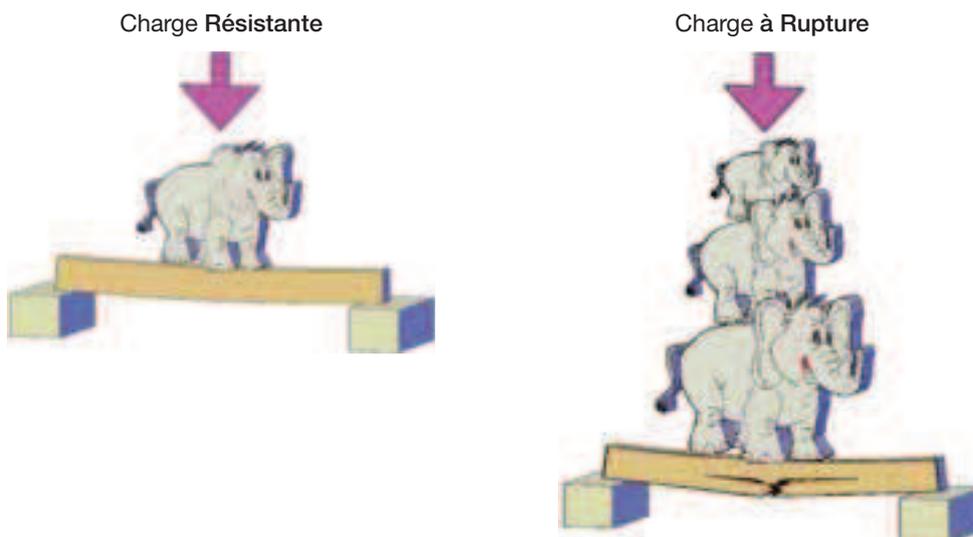
Consoles	 <p style="text-align: center;">$L = 150 \text{ cm}$</p>	<p>Flèche instantanée = $L/150 = 150/150 = 1 \text{ cm}$ Flèche finale = $L/100 = 150/100 = 1,5 \text{ cm}$</p>
Chevrans	 <p style="text-align: center;">$L = 180 \text{ cm}$</p>	<p>Flèche instantanée = pas de critère Flèche finale = $L/150 = 180/150 = 1,2 \text{ cm}$</p>
Pannes	 <p style="text-align: center;">$L = 350 \text{ cm}$</p>	<p>Flèche instantanée = $L/300 = 350/300 = 1,17 \text{ cm}$ Flèche finale = $L/200 = 350/200 = 1,75 \text{ cm}$</p>
Solives	 <p style="text-align: center;">$L = 450 \text{ cm}$</p>	<p>Flèche instantanée = $L/300 = 450/300 = 1,5 \text{ cm}$ Flèche finale = $L/200 = 450/200 = 2,25 \text{ cm}$</p>



B. La résistance

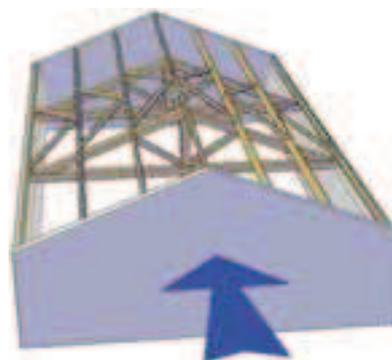
En plus du respect des exigences de déformation, on demande aux éléments de charpente en œuvre de ne pas rompre sous les charges appliquées. Pour prévenir tous les risques liés aux nombreux aléas (hétérogénéité du matériau, écarts de dimensions, altérations ou anomalies du bois), on limite la charge pouvant être appliquée sur une pièce à une valeur très inférieure à sa **charge à rupture** (estimée), en appliquant des coefficients partiels de sécurité : c'est la **charge résistante** ou **capacité résistante**.

Les tableaux des chapitres 4 et 5 tiennent compte de ces coefficients et donnent directement les charges maximales pouvant être supportées par les éléments de charpente.



Note importante :

Dans le cas particulier où les pannes seraient, en plus de la flexion, soumises également à de la compression axiale, dans une poutre au vent par exemple, il est fortement conseillé de faire appel à un bureau d'étude spécialisé.



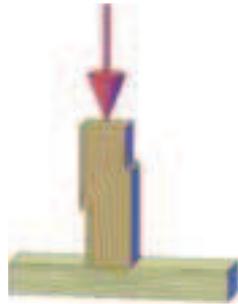
1.5.3. Compression

Dans le cas du dimensionnement d'une pièce soumise à de la compression axiale seule (poteau par exemple), la résistance (incluant le risque de flambement) est la seule exigence qui doit être satisfaite.

De même que pour la flexion, on demande à la pièce considérée de ne pas rompre sous les charges appliquées.

Le principe reste le même que précédemment sauf que la résistance à la compression axiale, pour tenir compte du risque de flambement, est divisée par un coefficient dépendant de la géométrie de la pièce (section, longueur). Ainsi, plus la section sera faible à longueur égale, plus ce coefficient sera élevé et donc plus la résistance à la compression axiale sera limitée.



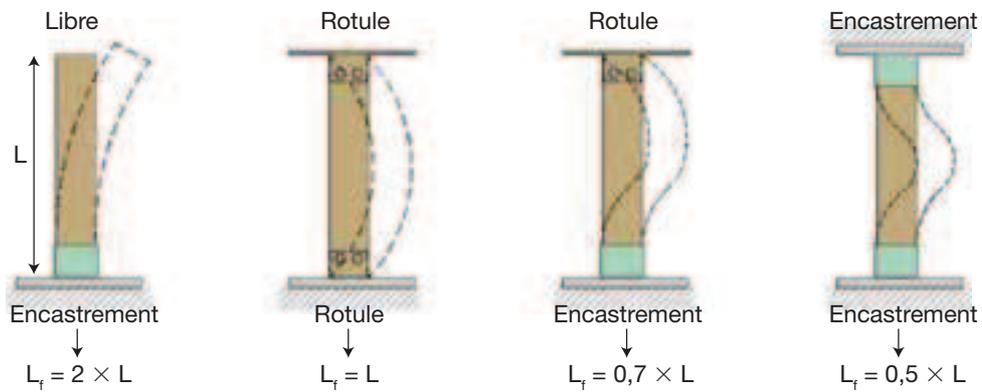


Compression sans flambement



Compression avec flambement

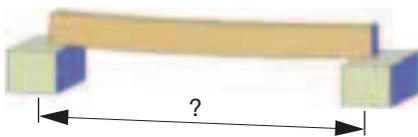
Le flambement d'une pièce (décrit notamment par sa longueur critique de flambement L_f) est directement lié aux caractéristiques des assemblages à ses extrémités (libre, rotule, encastrement).



1.6. Facteurs agissant sur la flèche et la résistance

La flèche et la résistance dépendent :

- de la portée



- de l'humidité (classe de service, ...)



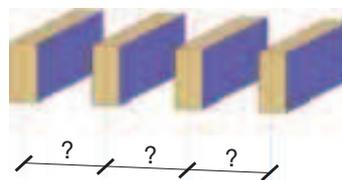
- du chargement



- de la qualité du bois (C18, D24, ...)



- de l'entraxe

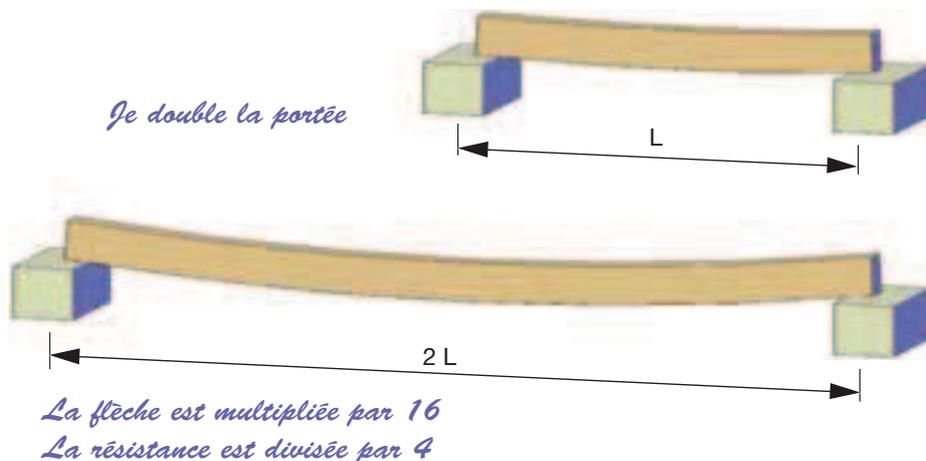


La largeur d'appui est toujours au moins égale à l'épaisseur de la pièce, et au minimum à 5 cm.



1.6.1. La portée

La flèche augmente considérablement lorsque l'on augmente la portée. Par exemple, pour une poutre sous charge répartie :



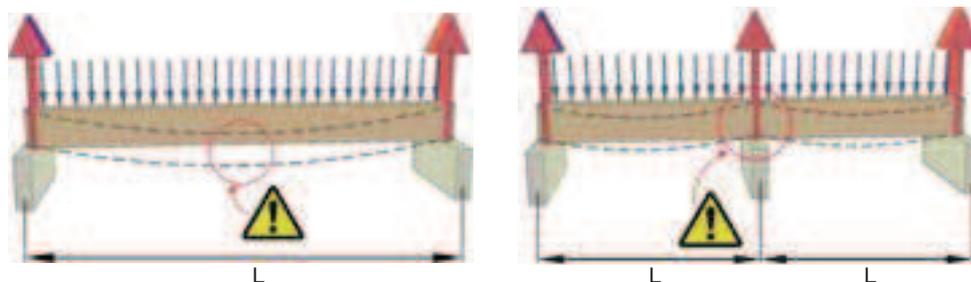
En fait, en charge répartie, la flèche augmente comme la puissance 4 de la portée.

Exemple : Si on augmente la portée de 10 %, on augmente la flèche de 46 %.

1.6.2. Le nombre d'appuis

Pour une même portée, toujours dans le cas d'une charge répartie, la flèche est diminuée d'un **facteur 2,4** lorsqu'on est sur 3 appuis.

Par contre, la zone la plus sollicitée est déplacée, elle n'est plus au milieu de la portée mais sur l'appui central.



1.6.3. La hauteur

La flèche augmente considérablement pour une diminution de hauteur.



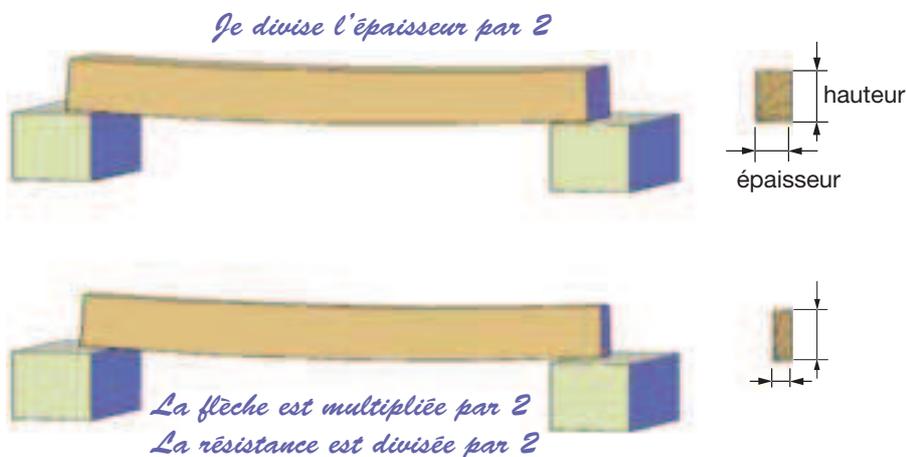


En fait la flèche est inversement proportionnelle au cube de la hauteur.

Exemple : Un madrier de 75×225 mm est 9 fois plus rigide sur chant qu'à plat (et 3 fois plus résistant).

1.6.4. L'épaisseur

L'épaisseur de la section ne joue que proportionnellement.



Exemple : 2 madriers de 75×225 mm fléchissent 2 fois moins qu'un seul pour supporter la même charge, et ont une charge de sécurité double.

1.6.5. La qualité du bois

D'une façon générale, les bois de bonne qualité (forte densité et sans défauts importants) offrent des propriétés de résistance élevée et de faible déformation. À l'inverse, des bois de basse qualité (faible densité et avec de nombreux défauts) présenteront de fortes déformations et ont un risque de rupture élevé.

Le dimensionnement nécessite de connaître les propriétés mécaniques du bois ; on utilise pour cela les **classes de résistance mécanique**.

Aujourd'hui, la réglementation française implique que les bois de charpente soient marqués CE (conformément à la norme NF EN 14081-1). **C'est obligatoire**. Le marquage CE correspond essentiellement à un affichage clair de la **classe de résistance mécanique**. Il indique également si ce classement a été réalisé à l'état sec ($\leq 20\%$) ou humide ($> 20\%$).

La qualité des bois de construction, au sens mécanique du terme, est régie par leur classe de résistance mécanique dont découlent les différentes valeurs caractéristiques évoquées plus haut. Ces classes de résistances sont définies dans la norme française NF EN 338 pour les bois massifs résineux et feuillus à usage structural.

Les classes de résistance mécanique prises en compte dans ce document pour établir les tableaux de charges sont C18, C24 et D24 (voir tableaux en annexes).



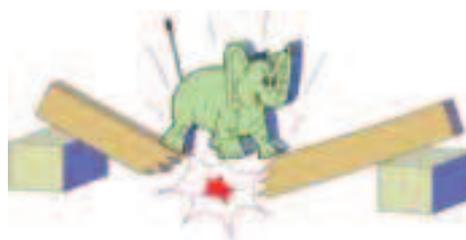
Notes :

Les justifications effectuées au travers de ce guide pour du bois massif, sont également valables pour les Bois Massifs Aboutés (BMA) et les Bois Massifs Reconstitués (BMR). Il convient pour cela que ceux-ci soient conformes aux exigences normatives et permettent l'obtention d'une classe de résistance mécanique à minima équivalente à celles mentionnées dans les tableaux de justifications des bois massifs.

Pour le cas particulier des poutres porteuses de solives, la justification a également été réalisée pour la classe de résistance mécanique GL24h, spécifique au bois lamellé collé. De manière analogue au bois massif, le bois lamellé-collé doit obligatoirement être marqué CE (conformément à la norme NF EN 14080) avec un affichage clair de sa classe de résistance mécanique notamment.



Bois de bonne qualité



Bois de mauvaise qualité

Note importante / classe de résistance mécanique et séchage :

La norme NF B 52-001 : *Classement visuel pour l'emploi en structures des bois sciés français résineux et feuillus* précise notamment que si un classement mécanique visuel a été effectué sur des bois d'humidité supérieure à l'humidité requise pour une application donnée, il y a lieu de confirmer le classement à l'issue du séchage avant mise en œuvre.

Autrement dit, tout bois classé humide (donc à une humidité moyenne supérieure à 20 % au sens de la NF EN 14081-1) doit être reclassé, visuellement ou autre, après séchage pour un emploi en charpente avec la norme de classement visuel du pays d'origine des bois. **La responsabilité de ce classement est alors transférée sur la personne qui l'effectue.**

Il est donc conseillé de tailler et de mettre en œuvre les bois à une humidité aussi proche que possible de l'humidité d'équilibre qu'ils atteindront dans l'ouvrage.

1.6.6. L'humidité

Aux Eurocodes, l'influence de l'humidité est prise en compte par l'intermédiaire de deux coefficients. Le k_{def} décrit l'influence du fluage sur la flèche et le k_{mod} modifie la résistance.

Les valeurs de ces deux coefficients varient, à chargement équivalent, en fonction de la classe de service.

Le cas spécifique d'une humidité à la mise en œuvre supérieure à 20 %, qui a pour conséquence de fortement augmenter le fluage, est pris en compte par une modification du coefficient k_{def} .

Les classes de service (imagées en annexes), au nombre de trois, fixent des intervalles pour l'humidité moyenne à laquelle les bois en œuvre vont se stabiliser.

Classe de service 1 : structure intérieure en milieu sec, de 7 à 13 %.

Classe de service 2 : structure abritée soumise à variations hygrométriques, 13 à 20 %.

Classe de service 3 : conditions amenant à des humidités supérieures à la classe de service 2.



À titre d'exemple, en comparaison avec un bois mis en œuvre à 15 % d'humidité en classe de service 2 (dans une charpente abritée), à qualité et chargement équivalents, le même bois mis en œuvre humide (à une humidité supérieure à 20 %) présente une flèche jusqu'à 45 % plus élevée.

Concernant la résistance, toujours à qualité et chargement équivalents, un bois mis en œuvre en classe de service 3 aura une résistance jusqu'à plus de 20 % plus faible qu'en classe de service 2.

La révision en cours des NF DTU traite de ce point important qu'est l'humidité visée d'un bois en œuvre et par conséquent de l'humidité maximale recommandée à la mise en œuvre.

À titre d'exemple, le NF DTU 31.2, relatif à la construction à ossature bois, de même que le NF DTU 41.2 (revêtements extérieurs en bois) ou NF DTU 51.4 (platelages extérieurs en bois), préconisent une humidité maximale des bois à la mise en œuvre de 18 %.

De la même manière, le tableau suivant illustre les orientations actuelles du futur NF DTU 31.1 : *Charpente en bois* à ce sujet :

CLASSE DE SERVICE DE DESTINATION (HUMIDITÉ MOYENNE DU BOIS)	EXEMPLES DE LOCALISATION DE PIÈCES DE BOIS	VALEUR MOYENNE D'HUMIDITÉ DE MISE EN ŒUVRE VISÉE	VALEURS EXTRÊMES LOCALEMENT
1 (de 7 à 13 %)	Intégralement inclus dans un local chauffé en continu, plancher intermédiaire	12 %	15 % maxi.
2 (de 13 à 20 %)	Séparateur des volumes froids et chauffés à l'abri des intempéries, constructions abritées en local couvert mais largement ouverts en zone climatique tempérée moyenne	18 %	22 % maxi.
3 (supérieure à 20 %)	Constructions exposées à l'humidité non couvertes, non abritées	22 %	18 % mini. 25 % maxi.
	Constructions en contact direct avec l'eau ou le sol (pilots, écluses, appontements)	N.C.	25 % mini.

Les tableaux des chapitres 4 et 5 présentent la section commerciale (20 % d'humidité) et la section de calcul correspondante (rapportée à 12 % d'humidité).

1.6.7. La durée de chargement

La résistance d'un élément bois est dépendante du temps pendant lequel une charge lui est appliquée. Aux Eurocodes, l'influence de ce phénomène est prise en compte par le coefficient k_{mod} .

Ce coefficient, appelé coefficient de modification, permet de tenir compte de l'influence cumulée de l'humidité et de la durée de chargement sur la résistance des éléments bois.

