

A . T . L . A . S .

Projet A.T.L.A.S.

- Partie physique -

Gaël - Johnny - Chris - Lucas

MTU1C

INDEX

INDEX	3
INTRODUCTION	5
PARTIE I	6
TABLEAUX DE DONNES	7
CLASSES DE RESISTANCE :	9
Détermination des classes de résistances :	10
1. Méthode visuelle	10
2. Méthode par machine	10
CONTRAINTE DE FLEXION $f_{m,k}$	11
CONTRAINTE DE TRACTION AXIALE $f_{t,0,k}$	11
CONTRAINTE DE TRACTION PERPENDICULAIRE $f_{t,90,k}$	12
CONTRAINTE DE COMPRESSION AXIALE $f_{c,0,k}$	12
CONTRAINTE DE COMPRESSION PERPENDICULAIRE $f_{c,90,k}$	12
CONTRAINTE DE CISAILLEMENT $f_{v,k}$	13
MODULE D'ELASTICITE MOYEN AXIALE $E_{0,mean}$	13
MODULE D'ELAST. AXIALE AU 5 ^{EME} POURCENTILE $E_{0,05}$	16
MODULE D'ELAST. MOYEN TRANSVERSAL $E_{90,mean}$	16
MODULE DE CISAILLEMENT G_{mean}	17
Coefficient de Poisson	17
MASSE VOLUMIQUE CARACTERISTIQUE ρ_k	19
MASSE VOLUMIQUE MOYENNE ρ_{mean}	19
FACTEUR DE MODIFICATION (k_{mod})	19
CLASSE DE DUREE DE CHARGEMENT CUMULEE	19
CLASSE DE SERVICE	20
COEFFICIENT PARTIEL DE SECURITE POUR LES PROPRIETES DES MATERIAUX (γ_M)	20
PARTIE II	21
VALEURS QUE DOIT RENTRER L'UTILISATEUR DANS LE SYSTEME	22
AIRE DE LA SECTION (A)	23
VALEUR DE CALCUL DE LA CONTRAINTE AXIALE ($\sigma_{c,0,d}$)	23
VALEUR CARACTERISTIQUE DE LA RESISTANCE EN COMPRESSION AXIALE ($f_{c,0,k}$)	23
FACTEUR DE MODIFICATION (k_{mod})	23
VALEUR DE CALCUL DE LA RESISTANCE EN COMPRESSION AXIALE ($f_{c,0,d}$)	23

VALEUR A 5% DU MODULE D'ELASTICITE PARALLELE AU FIL ($E_{0.05}$)	23
MOMENT D'INERTIE DE FLEXION PAR RAPPORT A L'AXE y (I_y)	24
MOMENT D'INERTIE DE FLEXION PAR RAPPORT A L'AXE z (I_z)	24
ELANCEMENT MECANIQUE PAR RAPPORT A L'AXE y (γ_y)	24
ELANCEMENT MECANIQUE PAR RAPPORT A L'AXE z (γ_z)	24
ELANCEMENT RELATIF PAR RAPPORT A L'AXE y ($\lambda_{rel,y}$)	24
ELANCEMENT RELATIF PAR RAPPORT A L'AXE z ($\lambda_{rel,z}$)	25
FACTEUR DE RECTITUDE (β_c)	25
COEFFICIENT (k_y)	25
COEFFICIENT (k_z)	25
COEFFICIENT DE FLAMBEMENT PAR RAPPORT A L'AXE y ($k_{c,y}$)	25
COEFFICIENT DE FLAMBEMENT PAR RAPPORT A L'AXE z ($k_{c,z}$)	26
COEFFICIENT DE FLAMBEMENT (k_c)	26
VERIFICATION DE LA RESISTANCE A LA COMPRESSION AXIALE	26
CALCUL DE LA RESISTANCE EN FONCTIONS DE LA TAILLE	27
CALCUL DE LA TAILLE EN FONCTIONS DE LA RESISTANCE	27
CONCLUSION	29
SOURCES - BIBLIOGRAPHIE	30

INTRODUCTION

Nous expliquerons dans ce dossier comment obtenir les différentes valeurs se trouvant dans les différents tableaux ci-après.

Ces valeurs seront utilisées lors nos différents calculs ainsi qu'insérées dans les bases de données du logiciel.

La plupart de ces valeurs demandent des notions avancées de mathématique et de physique, principalement en résistance des matériaux, en statique, ainsi qu'en analyse.

Nous entamerons par la suite une liste des calculs et formules utilisés par **A.T.L.A.S.** ainsi que les simplifications que nous avons apporté pour l'optimisation du code.

Toutes les valeurs utilisées et leurs indices sont tirés des normes suivantes :

Eurocode 5 : NF EN 1995-1-1 - Novembre 2005

Annexe Nationale : NF EN 1995-1-1/NA - Mai 2010

NF EN 338 : Bois de structure - Classes de résistance - décembre 2009

PARTIE I

-ANALYSE DES TABLEAUX DE DONNEES-

TABLEAUX DE DONNES :

NF EN 338										
<u>Caractéristiques des bois massifs résineux</u>										
	C14	C16	C18	C20	C24	C30	C35	C40	C45	C50
$f_{m,k}$ [MPa]	14,00	16,00	18,00	20,00	24,00	30,00	35,00	40,00	45,00	50,00
$f_{t,0,k}$ [MPa]	8,00	10,00	11,00	12,00	14,00	18,00	21,00	24,00	27,00	30,00
$f_{t,90,k}$ [MPa]	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
$f_{c,0,k}$ [MPa]	16,00	17,00	18,00	20,00	21,00	23,00	25,00	26,00	27,00	29,00
$f_{c,90,k}$ [MPa]	2,00	2,20	2,20	2,40	2,50	2,70	2,80	2,90	3,10	3,20
$f_{v,k}$ [MPa]	3,00	3,20	3,40	3,80	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
$E_{0,mean}$ [GPa]	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00
$E_{0.05}$ [GPa]	4,70	5,40	6,00	6,70	7,40	8,00	8,70	9,40	10,00	10,70
$E_{90,mean}$ [GPa]	0,23	0,27	0,30	0,33	0,37	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53
G_{mean} [GPa]	0,44	0,50	0,56	0,63	0,69	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00
ρ_k [kg/m ³]	290,00	310,00	320,00	340,00	350,00	380,00	400,00	420,00	440,00	460,00
ρ_{mean} [kg/m ³]	350,00	370,00	380,00	410,00	420,00	460,00	480,00	500,00	520,00	550,00

NF EN 338								
<u>Caractéristiques des bois massifs feuillus</u>								
	D18	D24	D30	D35	D40	D50	D60	D70
$f_{m,k}$ [MPa]	18,00	24,00	30,00	35,00	40,00	50,00	60,00	70,00
$f_{t,0,k}$ [MPa]	11,00	14,00	18,00	21,00	24,00	30,00	36,00	42,00
$f_{t,90,k}$ [MPa]	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
$f_{c,0,k}$ [MPa]	18,00	21,00	23,00	25,00	26,00	29,00	32,00	34,00
$f_{c,90,k}$ [MPa]	7,50	7,80	8,00	8,10	8,30	9,30	10,50	13,50
$f_{v,k}$ [MPa]	3,40	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,50	5,00
$E_{0,mean}$ [GPa]	9,50	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	17,00	20,00
$E_{0.05}$ [GPa]	8,00	8,50	9,20	10,10	10,90	11,80	14,30	16,80
$E_{90,mean}$ [GPa]	0,63	0,67	0,73	0,80	0,86	0,93	1,13	1,33
G_{mean} [GPa]	0,59	0,62	0,69	0,75	0,81	0,88	1,06	1,25
ρ_k [kg/m ³]	475,00	485,00	530,00	540,00	550,00	620,00	700,00	900,00
ρ_{mean} [kg/m ³]	570,00	580,00	640,00	650,00	660,00	750,00	840,00	1080,00

<u>Valeurs de kmod pour les bois massifs</u>					
	P	LT	MT	CT	I
1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
P: Action permanente LT: Action long terme MT: Action moyen terme CT: Action court terme I: Action instantanée					

<u>Valeurs de γ_M pour bois massif</u>	
γ_M	1,30

CLASSES DE RESISTANCE :

Les classes de résistances mécaniques ou classes structurelles sont des catégories dans lesquelles on subdivise les différentes essences (types) de bois. Ces différenciations entre les essences ont lieu principalement à cause des résistances structurelles différentes selon les types de bois.

Ces écarts de résistance sont dus principalement à ces raisons :

- Nombre et positions des nœuds dans les sections.
- Nombre, tailles, et position des fentes dans les sections.
- Nombre, tailles, et positions des flaches dans les sections (flache : défaut du bois de forme arrondi apparaissant généralement en bordure de planche après débitage des troncs.)
- Nombre, tailles, et positions des gerces dans les sections (gerce : défaut du bois ressemblant à de petites fissurations apparaissant en général aux endroits soumis au plus d'effort.)
- Nombre, tailles, et positions des poches de résine dans les sections.
- Résistance aux altérations naturelles dues, par exemple, aux insectes ou aux champignons.

Les classes de résistances sont classées par niveaux de résistance et par essence :

- Résineux : C18 à C50
- Feuillus : D18 à D70

Par exemple chez les résineux (classe de résistance C), la classe C18 conviendra parfaitement pour la construction de charpentes traditionnelles. La classe C30 quant à elle sera utilisée pour la fabrication de fermes de charpente en lamellé-collé hautes performances.

Détermination des classes de résistances :

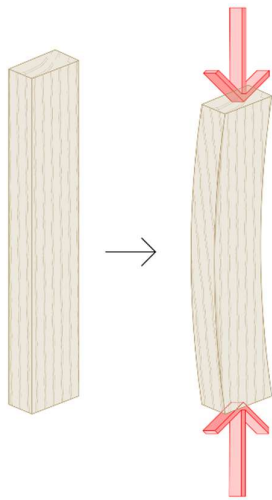
Les classes de résistances sont déterminées de deux manières :

1. **Méthode visuelle**, la mesure des irrégularités et singularités citées plus haut permet le classement dans une classe de résistance. Cette méthode fait référence à la norme **NF B 52 001** (Classement visuel pour l'emploi en structures des bois sciés résineux et feuillus - Partie 1 : bois massif).
2. **Méthode par machine**, la résistance mécanique du bois peut être déterminée grâce à des machines qui utilisent une de ces méthodes :
 - Analyse vibratoire
 - Analyse optique
 - Analyse par ultrasons
 - Analyse par flexion dynamique

Les machines utilisées doivent, au préalable, avoir été homologuées selon des normes pour une essence de bois précise, un territoire spécifique, et une plage de section et de classe de résistance donnée. Cette méthode fait référence à la norme **NF EN 519** (Classement - Spécifications pour le bois classe par machine pour sa résistance et les machines à classer). A noter que les classes C35 et supérieures ne peuvent s'obtenir uniquement avec la méthode par machine.

Les spécificités des classes de résistances utilisées par A.T.L.A.S. se trouvent dans l'annexe nommée « LISTE BOIS EXPERIENCE », vous y trouverez une liste détaillée des defaults acceptés pour les classes de résistance les plus utilisées dans la construction.

CONTRAINTE DE FLEXION $f_{m,k}$



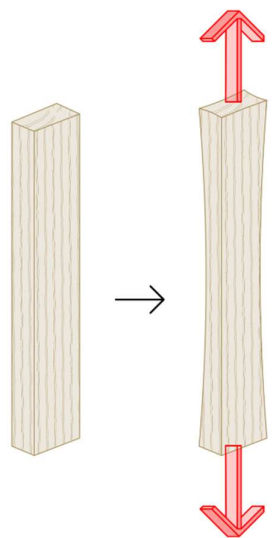
La contrainte de flexion représente la charge admissible (moment fléchissant) divisée par la surface sur laquelle elle s'applique. Elle est donnée par la relation suivante :

$$f_{m,k} = \frac{N}{A}$$

N = charge admissible

A = surface d'application de la charge admissible

CONTRAINTE DE TRACTION AXIALE $f_{t,0,k}$



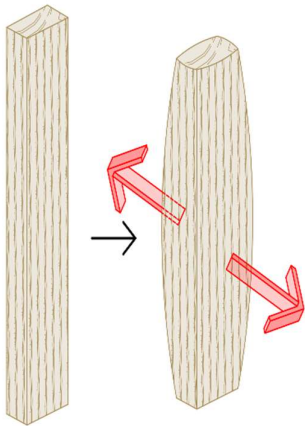
La contrainte de traction axiale représente la charge admissible parallèlement au fil (effort de traction) divisée par la surface sur laquelle elle s'applique. Elle est donnée par la relation suivante :

$$f_{t,0,k} = \frac{N}{A}$$

N = effort de traction admissible

A = surface d'application de l'effort de traction admissible

CONTRAINTE DE TRACTION PERPENDICULAIRE $f_{t,90,k}$



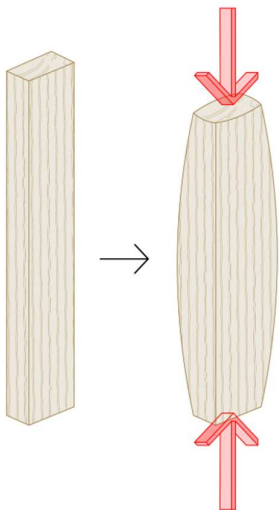
La contrainte de traction perpendiculaire représente la charge admissible perpendiculaire au fil (effort de traction) divisée par la surface sur laquelle elle s'applique. Elle est donnée par la relation suivante :

$$f_{t,90,k} = \frac{N}{A}$$

N = effort de traction admissible

A = surface d'application de l'effort de traction admissible

CONTRAINTE DE COMPRESSION AXIALE $f_{c,0,k}$



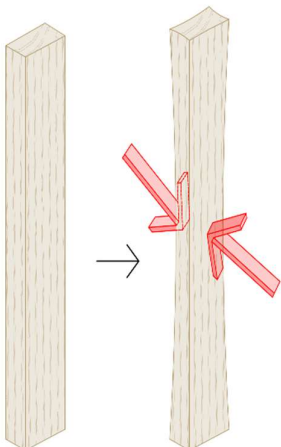
La contrainte de compression axiale représente la charge admissible parallèlement au fil (effort de compression) divisée par la surface sur laquelle elle s'applique. Elle est donnée par la relation suivante :

$$f_{c,0,k} = \frac{N}{A}$$

N = effort de compression admissible

A = surface d'application de l'effort de compression admissible

CONTRAINTE DE COMPRESSION PERPENDICULAIRE $f_{c,90,k}$



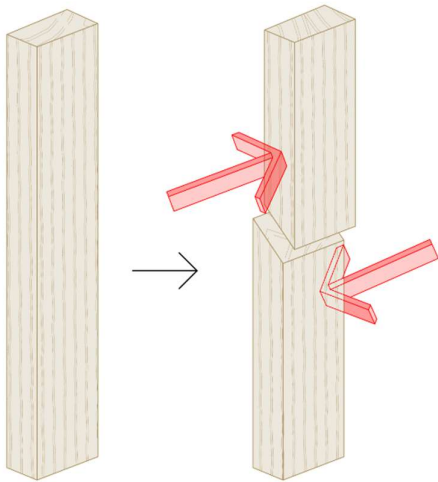
La contrainte de compression perpendiculaire représente la charge admissible perpendiculaire au fil (effort de compression) divisée par la surface sur laquelle elle s'applique. Elle est donnée par la relation suivante :

$$f_{c,90,k} = \frac{N}{A}$$

N = effort de compression admissible

A = surface d'application de l'effort de compression admissible

CONTRAINTE DE CISAILLEMENT $f_{v,k}$



La contrainte de cisaillement représente la force maximale à laquelle le matériau peut résister lorsque ce-dernier est soumis à un effort tranchant (deux forces de vecteurs opposés à distance réduite l'une de l'autre, ou force parallèle à la surface d'application). Ces efforts introduisent un stress important pour la structure, et sont particulièrement présents dans un système type poteaux-dalle. Les efforts tranchants sont particulièrement complexes à calculer, c'est pour cela que beaucoup d'ingénieurs suisses utilisent des logiciels de calcul d'éléments finis (méthode de calcul visant à séparer un système statique en une multitude de triangles ou de carrés pour en étudier les liaisons, fait souvent appel au

calcul matriciel) pour faciliter cette opération.

La contrainte est donc donnée par la relation suivante :

$$f_{c,90,k} = \frac{N}{A}$$

N = effort tranchant admissible

A = surface d'application de l'effort tranchant admissible

MODULE D'ELASTICITE MOYEN AXIALE $E_{0,mean}$

Un module d'élasticité s'obtient par la division d'une contrainte par la déformation élastique qu'elle cause. Une déformation élastique n'ayant pas d'unité, un module d'élasticité garde l'unité de la contrainte, donc le « Pa » ou le « N/mm² », en pratique on utilisera plutôt le « kN/mm² », le « MPa » ou le « GPa ».

Le nom le plus utilisé pour désigner le module élastique d'un matériau est « module de Young ». Ce module fait le lien entre la contrainte de traction ou de compression appliquée à un matériau isotrope et la déformation qui en découle. En d'autres termes, un module élastique est une quantité qui permet de mesurer la résistance d'une matière lorsqu'elle est déformée de façon élastique (donc de manière non-permanente).

Le module de Young s'obtient par l'équation suivante :

$$\sigma = E \times \varepsilon \Rightarrow E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

σ = contrainte

E = module de Young

ε = allongement relatif ou déformation

L'allongement relatif ou déformation peut être obtenue de deux manières :

Déformation naturelle :

$$\varepsilon = \int_{L_0}^L d\varepsilon = \int_{L_0}^L \frac{dL}{L} = \ln\left(\frac{L}{L_0}\right)$$

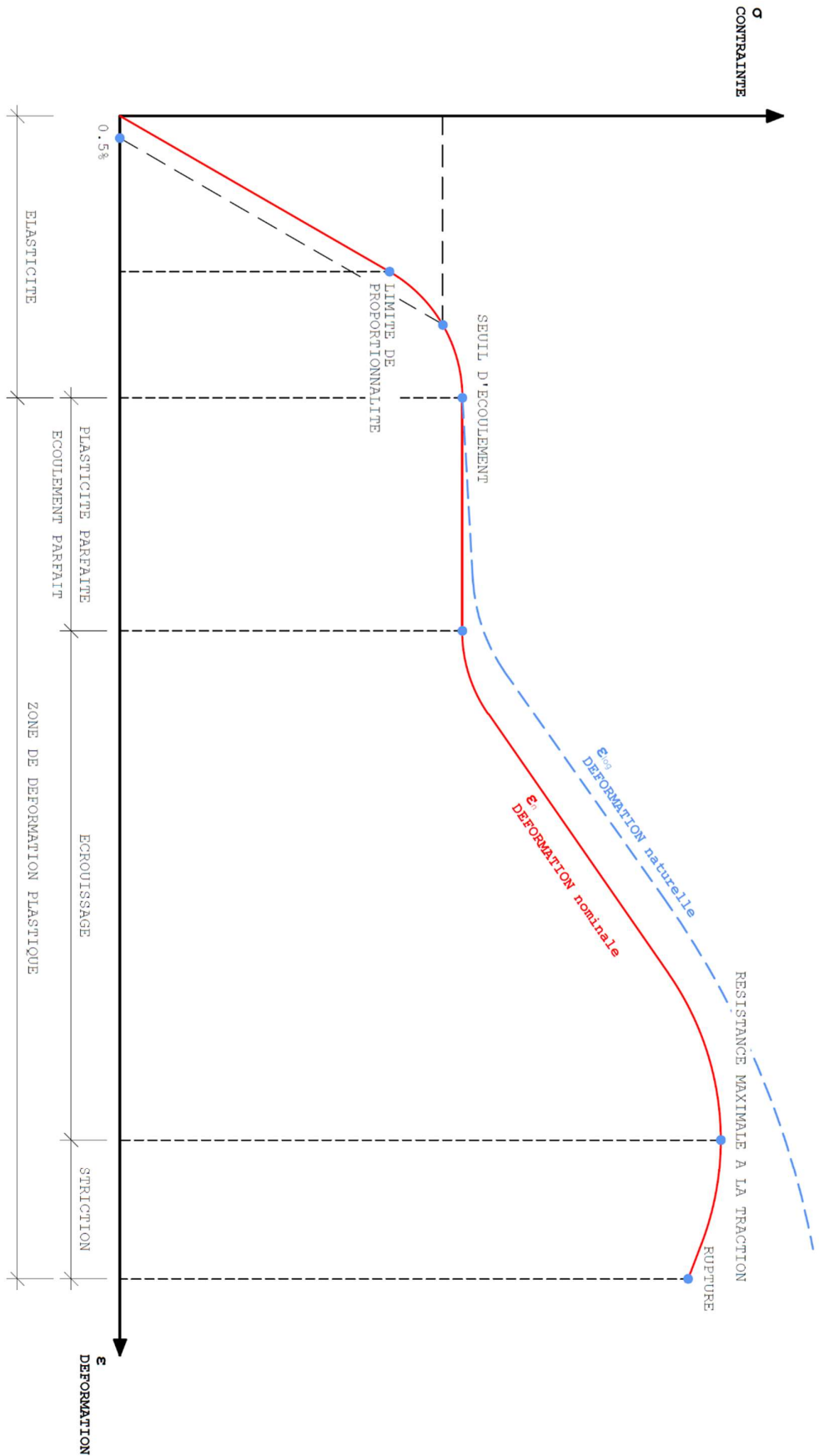
L_0 = Longueur initiale

L = Longueur après déformation

Déformation nominale, utilisée par les ingénieurs :

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{l - l_0}{l_0}$$

Voici une courbe théorique exprimant le rapport contraintes-déformations du bois (reproduite d'après celles trouvées sur le site « simulationmateriaux.com » dans la rubrique « Comportement mécanique des matériaux - Relation entre la contrainte et la déformation ») :



MODULE D'ELAST. AXIALE AU 5^{EME} POURCENTILE $E_{0,05}$

Comme vu précédemment, un module d'élasticité se calcule selon l'équation suivante :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

E = module d'élasticité

σ = contrainte

ε = allongement relatif ou déformation

Le module d'élasticité axiale au 5^{ème} pourcentile $E_{0,05}$ correspond au 0.5% sur la courbe de la page précédente.

MODULE D'ELAST. MOYEN TRANSVERSAL $E_{90,mean}$

Comme vu précédemment, un module d'élasticité se calcule selon l'équation suivante :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

E = module d'élasticité

σ = contrainte

ε = allongement relatif ou déformation

Le module d'élasticité moyen transversale correspond au module d'élasticité lorsque la contrainte est perpendiculaire aux fibres du bois.

MODULE DE CISAILLEMENT G_{mean}

Le module de cisaillement peut être appelé de différentes manières :

- Module de cisaillement
- Module de glissement
- Module de rigidité
- Module de Coulomb
- Second coefficient de Lamé

Ce module correspond à une grandeur propre à chaque matériau permettant de caractériser et interpréter les déformations dues aux efforts de cisaillement. Le module de cisaillement peut être exprimé de deux manières différentes :

Méthode 1 :

$$G = \frac{Fl}{A\Delta x}$$

G = module de cisaillement

F = effort de cisaillement

l = épaisseur du matériaux

A = surface sur laquelle la force s'applique

Δx = déformation parallèle à l'effort de cisaillement

Méthode 2, pour les matériaux isotropes (utilisée par les ingénieurs) :

$$G = \frac{E}{2(1 + \nu)}$$

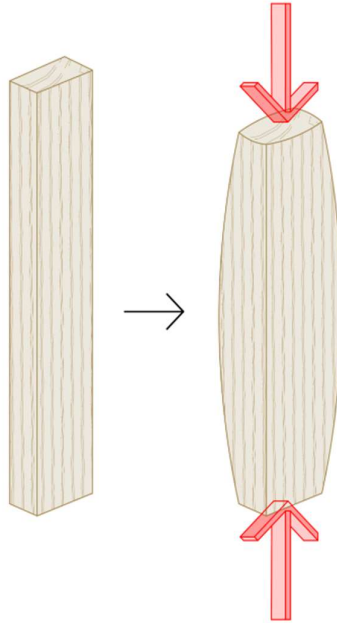
E = module d'élasticité

ν = coefficient de Poisson

Coefficient de Poisson

Le coefficient de Poisson est une valeur permettant de caractériser un matériau en fonction de sa déformation longitudinale et sa déformation transverse lorsque on lui applique une force dans la longueur.

Autrement dit, si l'on applique une force sur un poteau, ce dernier aura tendance à se déformer de la manière suivante :



On observe donc 2 phénomènes. Le premier c'est une réduction de la longueur du poteau, et le deuxième c'est une augmentation de largeur (ou de son diamètre s'il avait été rond). Cette deuxième déformation qui est transverse, se nomme l'effet de Poisson.

Le coefficient de Poisson est donné par la relation suivante :

$$\nu = \frac{\text{variation transversale en \%}}{\text{variation longitudinale en \%}}$$

$$\nu = \frac{(l_0 - l)/l_0}{(L_0 - L)/L_0} = \frac{\Delta l \frac{1}{l_0}}{\Delta L \frac{1}{L_0}}$$

ν = coefficient de Poisson

l_0 = largeur ou diamètre originel (avant déformation)

l = largeur ou diamètre final (après déformation)

L_0 = longueur originelle (avant déformation)

L = longueur finale (après déformation)

Reprenons l'exemple du poteau :

Si après application de la force, la variation de longueur ΔL vaut 2% de la longueur originelle et que la variation de largeur (ou de diamètre) Δl vaut 0.5% de la largeur originelle, on aura donc :

$$\nu = \frac{0.5}{2} = 0.25$$

MASSE VOLUMIQUE CARACTERISTIQUE ρ_k

C'est la masse volumique du matériau en [kg/m³] lorsque son taux d'humidité est à 0%, donnée par la relation suivante :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

ρ = masse volumique

m = masse du matériau

V = volume du matériau

MASSE VOLUMIQUE MOYENNE ρ_{mean}

C'est la masse volumique moyenne du matériau en [kg/m³] lorsque son taux d'humidité est compris entre 0% et 30%, donnée par la relation suivante :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

ρ = masse volumique

m = masse du matériau

V = volume du matériau

FACTEUR DE MODIFICATION (k_{mod})

Cette valeur permet de prendre en compte le taux d'humidité présumé ainsi que la durée de charge de la structure. k_{mod} dépend de la **classe de durée de chargement cumulée** et de la **classe de service**.

CLASSE DE DUREE DE CHARGEMENT CUMULEE

C'est une des deux variables qui influence sur la valeur de k_{mod} en permettant une approximation du temps que la structure va devoir tenir en étant chargée. Il existe 4 classes de durée de chargement cumulée :

P - permanent (plus que 10 ans)

LT - Long terme (entre 6 mois et 10 ans)

MT - Moyen terme (entre 1 semaine et 6 mois)

CT - Court terme (moins que 1 semaine)

I - Instantanée

Ces valeurs sont importantes, surtout lors de l'estimation des cas de charges (ensembles de plusieurs charges que pourrait devoir supporter une structure). Par exemple, le poids propre de la structure sera **Permanent** mais le camion de pompier qui pourrait intervenir sur la toiture carrossable sera soit dans **Court terme** soit dans **Instantanée**.

CLASSE DE SERVICE

La classe de service est la deuxième valeur pouvant influencer k_{mod} , et représente l'humidité générale du milieu dans lequel va se trouver la structure. Il existe trois valeurs possibles pour la classe de service :

1. - à l'abri des intempéries et de tout contact avec de l'eau (en intérieur)
2. - exposé aux intempéries et au contact avec de l'eau (à l'extérieur)
3. - exposé continuellement ou presque à de l'eau (pilier immergé)

COEFFICIENT PARTIEL DE SECURITE POUR LES PROPRIETES DES MATERIAUX (γ_M)

Ce coefficient, toujours égal à **1.3** pour les bois massifs, permet de prendre en compte dans les calculs les incertitudes liés aux matériaux (comme les imperfections par exemple)

PARTIE II

-CALCULS EFFECTUE PAR A.T.L.A.S.-

VALEURS QUE DOIT RENTRER L'UTILISATEUR DANS LE SYSTEME

- Largeur de la section transversale (**b**) en [mm]
- Largeur de la section transversale (**h**) en [mm]
- Longueur de flambement autour de l'axe y (**$l_{f,y}$**) en [cm]
- Longueur de flambement autour de l'axe z (**$l_{f,z}$**) en [cm]
- Classe de résistance, à choix de (**C14**) à (**C50**) et de (**D18**) à (**D70**)
- Classe de durée de chargement cumulée, à choix entre Permanent (**P**), Long Terme (**LT**), Moyen Terme (**MT**), Court Terme (**CT**), et Instantané (**I**)
- Classe de service (**RES1**), à choix entre Classe 1 (**RES1**), Classe 2 (**RES2**), Classe 3 (**RES3**)
- Coefficient partiel pour les propriétés des matériaux (**γ_M**), pour le bois massif, toujours égal à **1.3**
- Valeur de calcul de l'effort normal de compression (**N_{Ed}**) en [kN]

Une fois ces données rentrées, l'un des 3 cas de figures suivants s'impose :

- **CAS 1** : Si l'utilisateur veut obtenir une vérification de résistance par rapport à des données déjà calculées il faut qu'il rentre l'entièreté des données ci-dessus. Une fois que l'utilisateur a rentré toutes ces données le logiciel d'occupe de faire les opérations ci-après.
- **CAS 2** : Si l'utilisateur veut connaître la résistance maximale d'un poteau, il rentrera toutes les données sauf la « valeur de calcul de l'effort normal de compression (**N_{Ed}**) en [kN] » et le logiciel calculera 2 valeurs. La première sera le point de rupture présumé, et la deuxième serait la valeur de résistance maximum conseillée à 15% du point de rupture en [kN].
- **CAS 3** : Si l'utilisateur veut connaître les dimensions minimums nécessaire pour résistance à une certaine force, alors il rentrera toutes les données sauf la « Largeur de la section transversale (**b**) en [mm] » et la « Largeur de la section transversale (**h**) en [mm] ». Le logiciel calculera ensuite des largeurs minimums pour un poteau carré et pour un poteau rectangulaire pour les deux cas de figures suivants :
 - o Calcul des largeurs (**b** et **h**) carrés et rectangulaires pour le point de rupture présumé.
 - o Calcul des largeurs (**b** et **h**) carrés et rectangulaires conseillées à 15% du point de rupture présumé.

AIRE DE LA SECTION (A)

$$h \times b$$

VALEUR DE CALCUL DE LA CONTRAINTE AXIALE ($\sigma_{c,0,d}$)

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A}$$

**VALEUR CARACTERISTIQUE DE LA RESISTANCE EN
COMPRESSION AXIALE ($f_{c,0,k}$)**

Voir tableau « NF EN 338 résineux » et « NF EN 338 feuillus » (Tableaux de données).

FACTEUR DE MODIFICATION (k_{mod})

Voir Tableaux de données.

**VALEUR DE CALCUL DE LA RESISTANCE EN COMPRESSION
AXIALE ($f_{c,0,d}$)**

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M}$$

**VALEUR A 5% DU MODULE D'ELASTICITE PARALLELE AU
FIL ($E_{0.05}$)**

Voir tableau « NF EN 338 résineux » et « NF EN 338 feuillus » (Tableaux de données).

MOMENT D'INERTIE DE FLEXION PAR RAPPORT A L'AXE y (I_y)

Grandeur caractérisant l'inertie d'une structure un d'un système lors d'un mouvement de rotation.

$$I_y = \frac{b \times h^3}{12}$$

MOMENT D'INERTIE DE FLEXION PAR RAPPORT A L'AXE z (I_z)

Grandeur caractérisant l'inertie d'une structure un d'un système lors d'un mouvement de rotation.

$$I_z = \frac{h \times b^3}{12}$$

ELANCEMENT MECANIQUE PAR RAPPORT A L'AXE y (γ_y)

$$\lambda_y = l_{f,y} \sqrt{\frac{A}{I_y}}$$

ELANCEMENT MECANIQUE PAR RAPPORT A L'AXE z (γ_z)

$$\lambda_z = l_{f,z} \sqrt{\frac{A}{I_z}}$$

ELANCEMENT RELATIF PAR RAPPORT A L'AXE y ($\lambda_{rel,y}$)

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0.05}}}$$

ELANCEMENT RELATIF PAR RAPPORT A L'AXE z ($\lambda_{rel,z}$)

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0.05}}}$$

FACTEUR DE RECTITUDE (β_c)

$\beta_c = 0.20$ pour le bois massif

COEFFICIENT (k_y)

$$k_y = 0.5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2]$$

COEFFICIENT (k_z)

$$k_z = 0.5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2]$$

COEFFICIENT DE FLAMBEMENT PAR RAPPORT A L'AXE y ($k_{c,y}$)

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}}$$

COEFFICIENT DE FLAMBEMENT PAR RAPPORT A L'AXE z

$(k_{c,z})$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}}$$

COEFFICIENT DE FLAMBEMENT (k_c)

Si $\lambda_{rel,y} \leq 0.30$ et $\lambda_{rel,z} \leq 0.30$

alors :

$$k_c = 1.00$$

Sinon:

$$k_c = \min(k_{c,y}, k_{c,z})$$

VERIFICATION DE LA RESISTANCE A LA COMPRESSION

AXIALE

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{K_c \times f_{c,0,d}}$$

Le résultat de cette opération nous donne un nombre représentant le pourcentage du matériau utilisé. Si ce nombre est égal à 1, cela veut dire que l'on a atteint le point de rupture exact selon l'Eurocode 5.

CALCUL DE LA RESISTANCE EN FONCTIONS DE LA TAILLE

Nous rentrons ici dans le **CAS 2** d'utilisation d'**A.T.L.A.S.**.. Autrement dit l'utilisateur veut connaître la résistance maximale (en [kN]) du poteau en connaissant sa taille (en [mm]).

Le logiciel effectuera à cette fin les calculs suivants :

Point de rupture (lorsque $\frac{\sigma_{c,0,d}}{K_c \times f_{c,0,d}} = 1$) :

$$N_{ed100} = \frac{b \times h \times k_c \times f_{c,0,d}}{1000}$$

A 15% du point de rupture (lorsque $\frac{\sigma_{c,0,d}}{K_c \times f_{c,0,d}} = 0.85$) :

$$N_{ed85} = \frac{b \times h \times k_c \times f_{c,0,d} \times 0.85}{1000}$$

CALCUL DE LA TAILLE EN FONCTIONS DE LA RESISTANCE

Nous rentrons ici dans le **CAS 3** d'utilisation d'**A.T.L.A.S.**.. Autrement dit l'utilisateur veut connaître la taille minimum du poteau (en [mm]) en connaissant sa résistance maximale (en [kN]).

Le logiciel effectuera à cette fin les calculs suivants :

Poteau carré :

Point de rupture (lorsque $\frac{\sigma_{c,0,d}}{K_c \times f_{c,0,d}} = 1$) :

$$b; h = \sqrt{\frac{10 \times N_{ed}}{k_c \times f_{c,0,d}}}$$

A 15% du point de rupture (lorsque $\frac{\sigma_{c,0,d}}{K_c \times f_{c,0,d}} = 0.85$) :

$$b; h = \sqrt{\frac{10 \times N_{ed}}{k_c \times f_{c,0,d} \times 0.85}}$$

Poteau rectangulaire :

Point de rupture (lorsque $\frac{\sigma_{c,0,d}}{K_c \times f_{c,0,d}} = 1$) :

$$b = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{10 \times N_{ed}}{k_c \times f_{c,0,d}}}$$

$$h = \frac{2}{3} b$$

A 15% du point de rupture (lorsque $\frac{\sigma_{c,0,d}}{K_c \times f_{c,0,d}} = 0.85$) :

$$b = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{10 \times N_{ed}}{k_c \times f_{c,0,d} \times 0.85}}$$

$$h = \frac{2}{3} b$$

CONCLUSION

La mise en place d'**A.T.L.A.S.** nous a forcé à nous plonger dans la physique statique et à en appréhender les bases. Nous avons aussi dû fouiller dans les différentes normes du bâtiment pour trouver des formules appropriées pour ce que nous cherchions à faire.

Certaines notions sont assez basiques et restent simple à comprendre, mais d'autres le sont beaucoup moins et nous ont demandées beaucoup de recherches.

Dans l'ensemble, cette partie aura été très intéressante pour nous et nous aura permis de découvrir et de nous plonger pendant quelques mois dans le monde des ingénieurs en génie civil.

SOURCES – BIBLIOGRAPHIE

Normes :

- Eurocode 5 : **NF EN 1995-1-1** - Novembre 2005
- Annexe Nationale : **NF EN 1995-1-1/NA** - Mai 2010
- **NF EN 338** : Bois de structure - Classes de résistance - décembre 2009
- **SIA 265** :2021
- **SIA 265/1** :2021

Livres :

- Karl-Heinz Götz, Dieter Hoor, Karl Möhler, Julius Natterer, **Construire en bois, choisir, concevoir, réaliser**, Editions Presses Polytechniques et universitaires romandes (ISBN :2-88074-250-1)
- Thomas Herzog, Michaël Volz, Julius Natterer, **Construire en bois 2**, Editions Presses Polytechniques et universitaires romandes (ISBN :2-88074-258-7)
- Lignum, SIA, FdBB, Holzbau Schweiz, **TABLES POUR LA CONSTRUCTION EN BOIS, TCB 1|2021 Manuel pour le dimensionnement**, Éditions Lignum (ISBN :978-3-906703-6)

Sites webs :

- **Simulationmateriaux.com**, 2010, Numeritec.ch, hébergeur : inconnu, sections du site utilisées : **Comportement mécanique des matériaux, Table des modules de Young et coefficients de Poisson**
- **wikipedia.org**, 2001, Jimmy Wales et Larry Sanger, sections du site utilisées : **Module de Young** (dernière modification en 2024, auteur inconnu), **Coefficient de Poisson** (dernière modification en 2024, auteur inconnu)

Autres sources :

- ABC (Application Bois Construction), CTBA, **BOIS DE STRUCTURE, Bois massifs structuraux**, 2006, format :PDF
- Luc Fontaine, **Cours RDM / A.U :2012-2013, chapitre IX : Flambement des poutres comprimées**, 2012, format : PDF

- R. Itterbeek, **Cours Résistance des Matériaux - Flambement**, 2023, format : PDF
- Auteur inconnu, **Eurocode 5 : Calcul des structures en bois**, année de publication inconnue, format : PDF