

Une démarche simple et pratique pour vérifier la résistance au feu des éléments de structures métalliques est celle basée sur des températures. Selon l'EN 1993-1-2 (novembre 2005) et son annexe nationale française (octobre 2007), la résistance au feu d'un élément de structure métallique peut être jugée satisfaite si l'échauffement θ_a de cet élément après la durée d'exposition au feu requise reste inférieure à sa température critique $\theta_{a,cr}$.

Calcul de la température critique d'un élément fléchi

Dans le cas où l'interaction entre le moment résistant et l'effort tranchant peut être négligé (c'est-à-dire lorsque la valeur de calcul de l'effort tranchant n'excède pas 50 % de la résistance au cisaillement), la température critique $\theta_{a,cr}$ d'un élément simplement fléchi de classe 1, 2 ou 3, sans risque de déversement est donnée par :

$$\theta_{a,cr} = \text{Min}\{\theta_{cr,M}, \theta_{cr,V}\}$$

Où $\theta_{cr,M}$ est la température critique pour la résistance en flexion et $\theta_{cr,V}$ est la température critique pour la résistance à l'effort tranchant.

La température critique $\theta_{cr,M}$ peut être déterminée facilement à partir des valeurs reportées dans le tableau 1, en fonction du produit des facteurs d'adaptation κ_1 et κ_2 (permettant de prendre en compte une distribution de température non uniforme en section et sur la longueur des éléments) et du taux d'utilisation en flexion μ_0 de l'élément.

La température critique $\theta_{cr,V}$ peut être également déterminée à partir des valeurs reportées dans la première colonne du tableau 1 en fonction du taux d'utilisation à l'effort tranchant μ_0 de l'élément.

μ_0	$\kappa_1\kappa_2 = 1$	$\kappa_1\kappa_2 = 0,8$	$\kappa_1\kappa_2 = 0,7$	$\kappa_1\kappa_2 = 0,6$
0,10	820	850	880	903
0,15	767	785	810	842
0,20	725	750	775	793
0,25	692	715	746	768
0,30	671	690	717	743
0,35	650	672	694	718
0,40	629	654	679	697
0,45	608	636	665	684
0,50	590	619	650	672
0,55	574	601	635	659
0,60	558	587	621	647
0,65	542	573	606	635
0,70	526	560	594	622

Note : pour des valeurs intermédiaires du niveau de chargement, une interpolation linéaire peut être utilisée.

Tableau 1: Température critique (°C) des éléments en flexion simple sans risque d'instabilité

Lorsque la valeur de calcul de l'effort tranchant excède 50 % de la résistance au cisaillement, il est nécessaire de prendre en compte l'effet de l'effort tranchant sur le moment résistant de la section transversale. Dans ce cas, la température critique de l'élément peut être calculée en appliquant les méthodes de calcul simplifiées de l'EN 1993-1-2 (novembre 2005).

Calcul du taux d'utilisation pour la flexion

Le taux d'utilisation en flexion est donné par :

Pour les éléments fléchis de classe 1 et 2 :

$$\mu_0 = M_{fi,Ed} / W_{pl} f_y$$

Pour les éléments fléchis de classe 3 :

$$\mu_0 = M_{fi,Ed} / W_{el} f_y$$

où :

W_{pl} est le module de flexion plastique de la section par rapport à l'axe approprié ;

W_{el} est le module de flexion élastique de la section par rapport à l'axe approprié ;

f_y est la valeur nominale de la limite d'élasticité de l'acier à froid ;

$M_{fi,Ed}$ est le moment fléchissant de calcul pour la situation de l'incendie, déterminé conformément à la partie feu de l'EN 1991-1-2 (juillet 2003) et son annexe nationale française (février 2007).

Calcul du taux d'utilisation pour le cisaillement

Le taux d'utilisation à l'effort tranchant est donné par :

$$\mu_0 = V_{fi,Ed} / (A_v f_y / \sqrt{3})$$

où :

A_v est l'aire de cisaillement du profilé métallique. Elle peut être calculée à partir des relations données dans le tableau 3 pour certain type de profilé ;

$V_{fi,Ed}$ est l'effort tranchant de calcul pour la situation de l'incendie, déterminé conformément à la partie feu de l'EN 1991-1-2 (juillet 2003) et son annexe nationale française (février 2007)

Valeurs des coefficients d'adaptation κ_1 et κ_2

Il est fréquent que l'échauffement d'un élément de structure en acier ne soit pas uniforme, en particulier pour les poutres de plancher supportant une dalle. Dans ce cas, un facteur d'adaptation κ_1 peut être introduit pour prendre en compte une distribution de température non uniforme sur la hauteur de la section transversale. Un facteur d'adaptation complémentaire κ_2 peut également être utilisé pour tenir compte des variations de température le long des poutres continues, en particulier aux niveaux des appuis intermédiaires.

Section transversale		κ_1
Poutre non-protégée	Exposée sur 4 faces	1,00
	Exposée sur 3 faces	0,70
Poutre protégée	Exposée sur 4 faces	1,00
	Exposée sur 3 faces	0,85
Le long de l'élément		κ_2
Section à mi-travée		1,00
Section au niveau des appuis		0,85

Tableau 2 : Valeurs des coefficients d'adaptation κ_1 et κ_2

Calcul de l'aire de cisaillement

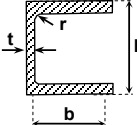
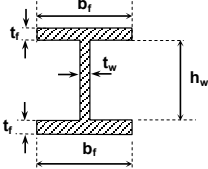
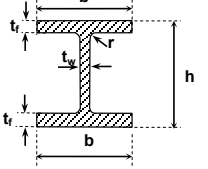
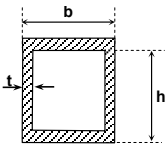
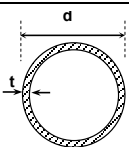
Type		Aire de cisaillement
Cornière		$A_v = A - 2bt_f + (t_w + r)t_f$
PRS en I ou H		$A_v = h_w t_w$
Profilés laminés en I ou H		$A_v = A - 2bt_f + (t_w + r)t_f$
Tube rectangulaire		$A_v = Ah/(b + h)$ (Effort tranchant parallèle à h)
		$A_v = Ab/(b + h)$ (Effort tranchant parallèle à b)
Tube rond		$A_v = 2A/\pi$

Tableau 3 : Aire de cisaillement de profilés métalliques