

# **Poutre, dimensionnement (vérification déversement empêché)**

## **Série 6**

Prof. Alain Nussbaumer

## Problème 1 : Déversement

Vérification si le déversement est empêché

# Détermination efforts intérieurs (1)

Charges: Poids propre + Charge de neige:

- Neige:

- Charge caractéristique:  $q_k = 1.8 \text{ kN/m}$  (Voir donnée)
- Neige = seule charge utile = charge prépondérante
- $\gamma_Q = 1.5$  (SIA 260 §4.4.3.3 Tableau 1 ELU type 2)

- Poids propre:

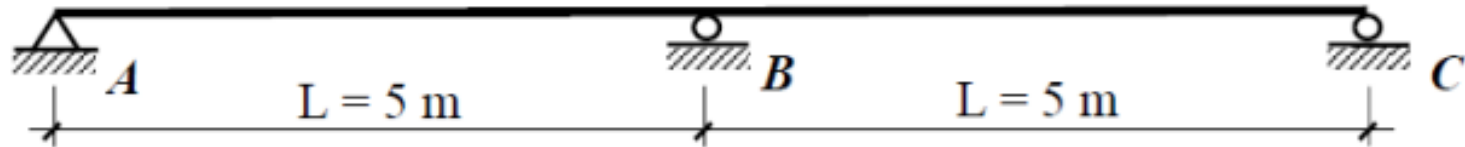
- Charge caractéristique:  $g_k = 3.75 \text{ kN/m}$  (Voir donnée)
- Il manque la charge de la poutre elle-même!
- Estimation de la charge de la poutre:  
$$g'_k = 5\% (g_k + q_k) = 0.05 * (1.8 + 3.75) = 0.28 \text{ kN/m}$$
- $\gamma_G = 1.35$  (SIA 260 §4.4.3.3 Tableau 1 ELU type 2)

# Détermination efforts intérieurs (2)

- Charge totale:

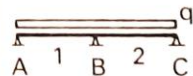
$$q_{Ed} = \gamma_G * (g_k + g'_k) + \gamma_Q * q_k = 1.35 * (3.75 + 0.28) + 1.5 * 1.8$$
$$q_{Ed} = 8.14 \text{ kN/m}$$

- Système statique: Poutre sur 3 appuis:

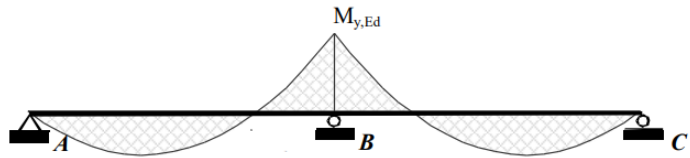
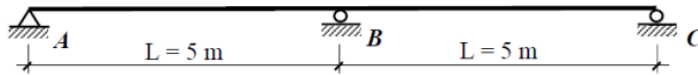


- Dist. M, réactions, pages à la fin SZS C4

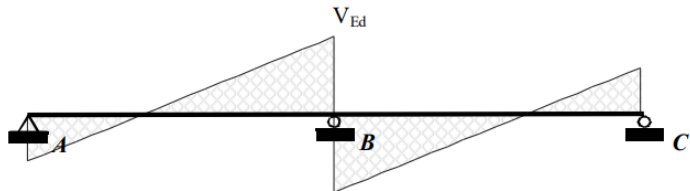
# Détermination efforts intérieurs (3)

Belastung Charge	maximale Feldmomente Moment maximal en travée $\cdot q \cdot l^2$	Stützmomente Moment sur appui $\cdot q \cdot l^2$	Auflagerkräfte Réaction d'appui $\cdot q \cdot l$
1 	$M_1 = 0,0703$ $M_2 = 0,0703$	$M_B = -0,125$	$A = 0,375$ $C = 0,375$ $B = 1,25$

Extrait SZS C4



$$M_{y,Ed} = \frac{q_{Ed} \cdot L^2}{8} = 25.4 \text{ [kNm]}$$



$$V_{Ed} = \frac{5}{8} \cdot q_{Ed} \cdot L = 25.4 \text{ [kN]}$$

# Vérification déversement empêché

## Étapes à suivre: SIA 263 Tableau 6

1. Chercher longueur de déversement  $l_D$  à vérifier (voir prochain slide)
2. Vérifier  $N_{Ed} / N_{Rd} \leq 0.15$
3. Calculer  $\psi = M_{min} / M_{max}$  (avec les signes!)
4. Calculer longueur critique de déversement  $l_{cr}$  (voir tableau 6)
5. Comparer  $l_D$  et  $l_{cr}$ 
  - a. Si  $l_D \leq l_{cr}$  : Déversement empêché,  $M_{y,Rd} = M_{y,classe,Rd}$
  - b. Si  $l_D > l_{cr}$  : Déversement NON empêché,  $M_{y,Rd} \Rightarrow M_{D,Rd}$  (pas encore vu)

\* appui au déversement

Les conditions du tableau 6 sont valables si  $\frac{N_{Ed}}{N_{t,Ed}} \leq 0,15$

Si la part de l'effort normal est plus importante, il faut effectuer la vérification au déversement avec effet simultané de l'effort normal.

Pour des barres isolées en profilés laminés à section en double té et pour des barres laminées à section creuse rectangulaire (classe de section 1 et 2), la vérification peut être effectuée selon le chiffre 5.1.10.2.

**Méthode PP**

Pour tous les tronçons avec rotule plastique aux extrémités, la condition suivante doit être remplie:  $L_D \leq L_{cr}$

Longueur critique de déversement pour la méthode PP	$-1 \leq \psi \leq 0,5$	$\psi \geq 0,5$
En général: $L_{cr} =$	$2,0 l_z (1 - 2\psi/3) (E/I_y)^{0,5}$	$1,35 l_z (E/I_y)^{0,5}$

Exemple: tronçon 1  $|M_{Ed,max}^-| \leq M_{pl}/\gamma_{M1}$   
 tronçon 2,3  $|M_{Ed,max}^+| \leq M_{pl}/\gamma_{M1}$

**Méthode EP**

– La vérification au déversement n'est pas nécessaire pour les tronçons d'une longueur  $L_D$  qui remplissent la condition suivante:  $L_D \leq L_{cr}$

Longueur critique de déversement pour la méthode EP	$-1 \leq \psi \leq 1$
En général: $L_{cr} =$	$2,7 l_z (1 - 0,5\psi) \sqrt{E/I_y}$

– Pour les tronçons où  $L_D > L_{cr}$ , la vérification au déversement doit être effectuée selon le chiffre 4.5.2.

**Méthode EE**

– La vérification au déversement n'est pas nécessaire si la longueur  $L_D$  d'un tronçon remplit la condition suivante:

$$L_D \leq 1,1 L_{cr}$$

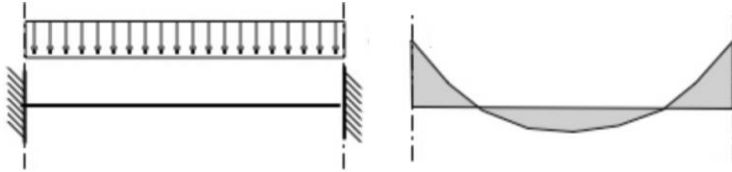
où  $L_{cr}$  est calculé avec méthode EP

– Pour les tronçons où  $L_D > 1,1 L_{cr}$ , une vérification au déversement doit être effectuée selon le chiffre 4.5.2.

Tableau 6 de la SIA 263:

1. Bien vérifier cette condition avant de calculer la longueur critique  $l_{cr}$

2. Le calcul de  $l_{cr}$  dépend de la méthode utilisée (EE, EP, PP)



1. Trouver diagramme des moments

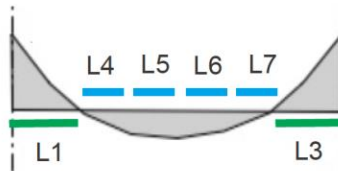
2. Regarder les parties comprimées de la poutre  
(Attention, contrôler l'aile supérieure **ET** inférieure de la poutre)

— Partie comprimée  
aile inférieure

— Partie comprimée aile  
supérieure



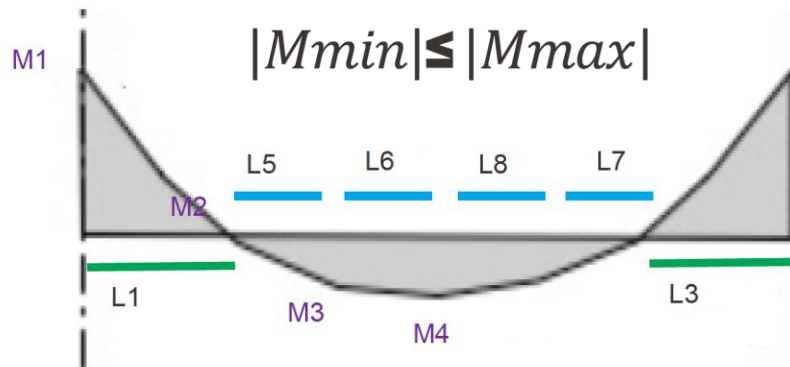
4. Si il y a une **tôle** fixée sur la poutre, elle empêche la rotation de l'aile supérieure, donc le déversement ne peut avoir lieu, pas besoin de vérifier le tronçon L2 (déversement empêché par la tôle). Donc vérifier L1 et L3 (égaux dans ce cas)



5. Si il y a des **pannes** posées sur la partie supérieure de la poutre (admisses liées au CV), considérer toutes les parties entre appuis intermédiaires: Il faudra donc vérifier L1, L3, L4, L5, L6, L7. Même si longueurs identiques, ils n'ont pas le même  $\psi$



# Calcul de $\psi = M_{min}/M_{max}$



## Exemples:

$$\psi_1 = \frac{M_{min}}{M_{max}} = \frac{M_2}{M_1} = 0$$

$$\psi_5 = \frac{M_{min}}{M_{max}} = \frac{M_2}{M_3} = 0$$

$$\psi_6 = \frac{M_{min}}{M_{max}} = \frac{M_3}{M_4}$$

### N.B.

- Alternativement,  $\psi$  peut être vu comme le rapport des valeurs absolues, puis ensuite il prend une valeur négative si les moments sont de signes opposés
- On a toujours  $-1 \leq \psi \leq 1$

# Comparaison flambage et déversement

Sujet	Flambage	Déversement
Élément	Colonne	Poutre (traverse, solives, pannes...)
	Zone comprimée à cause de N (ou combinaison de N+M) dans une colonne	Zone comprimée à cause de M (ou combinaison de N+M) dans une poutre
Longueur à vérifier	$l_k$	$l_D$
Facteur de réduction	$\chi_k$	$\chi_D$
Norme	SIA 263 4.5.1	SIA 263 4.5.2
Empêché si	$\lambda'_{ky} = \lambda'_{kz} \leq 0.2$ <p>(relaxé à <math>\lambda'_{kz} \leq 0.5</math> )</p>	$l_D < l_{cr}$

Note: comme on le verra plus tard, on peut avoir flambage et déversement qui se combinent

- Cours:

TGC 10, Chapitre 5: pp. 171- 185

- Exemples numériques:

TGC 10, ex. 5.1

TGC 11, ex. 8.4.1