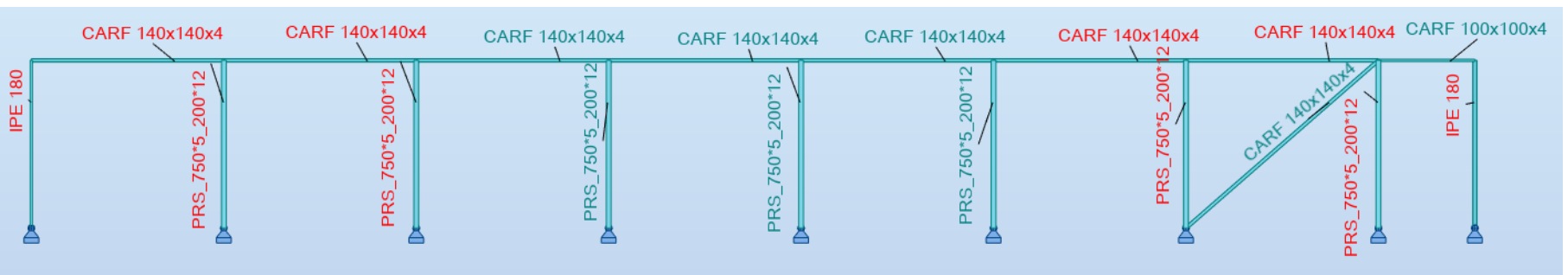
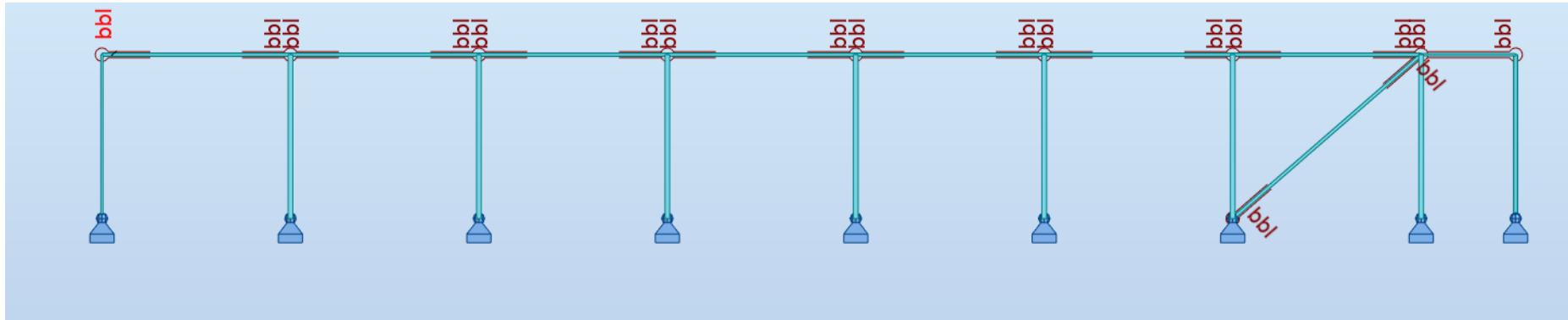
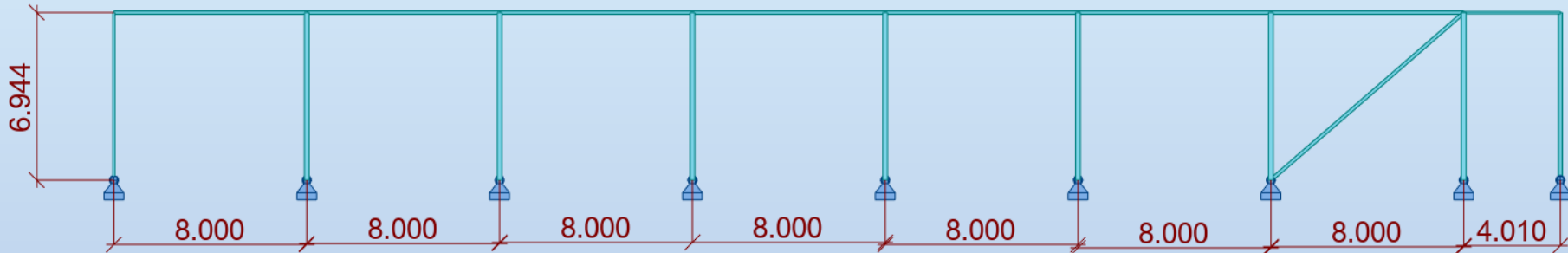


**Effet de la température sur un
long pan**

Partie A

Etude manuelle préalable

a) Long pan file A



Etude manuelle préalable

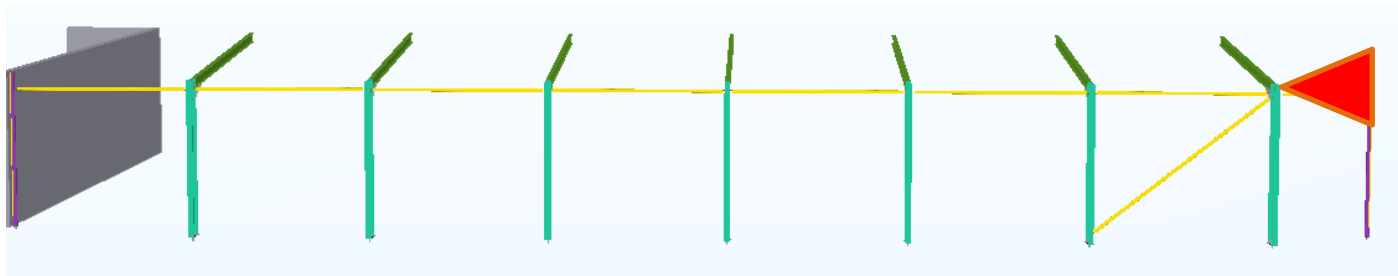
b) Différence de température

$$T_0 = 0^{\circ}\text{C}$$

$$T = +40^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T = +40^{\circ}\text{C}$$

c) Point fixe : en tête de poteau de la file 2, bloquée par le CVT



d) Allongements de la ligne des sablières depuis ce point fixe

$$\text{A gauche : } L_0 = 56000$$

$$\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta T = 12 \cdot 10^{-6} \cdot 56000 \cdot 40$$

$$\Delta L = 26.9 \text{ mm}$$

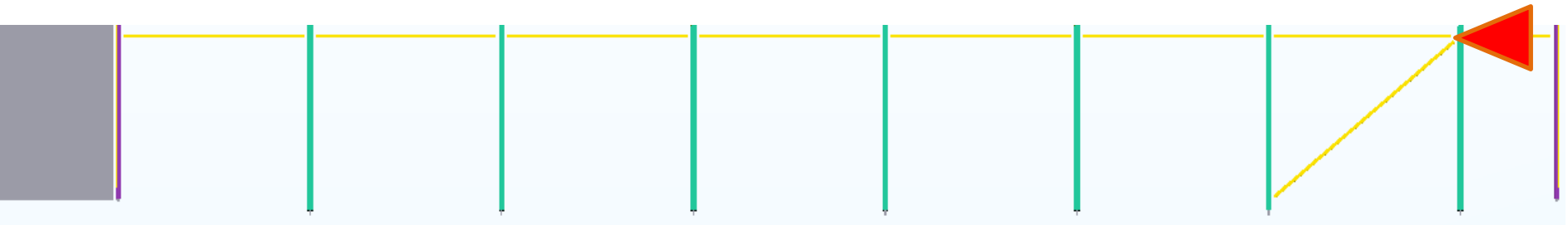
$$\text{A droite : } L_0 = 4010$$

$$\Delta L = 1.9 \text{ mm}$$

Etude manuelle préalable

d) Allongements de la ligne des sablières depuis ce point fixe

| 56000 | 48000 | 40000 | 32000 | 24000 | 16000 | 8000 | 0 | -4010 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|
| 26,88 | 23,04 | 19,20 | 15,36 | 11,52 | 7,68 | 3,84 | 0,00 | -1,92 |



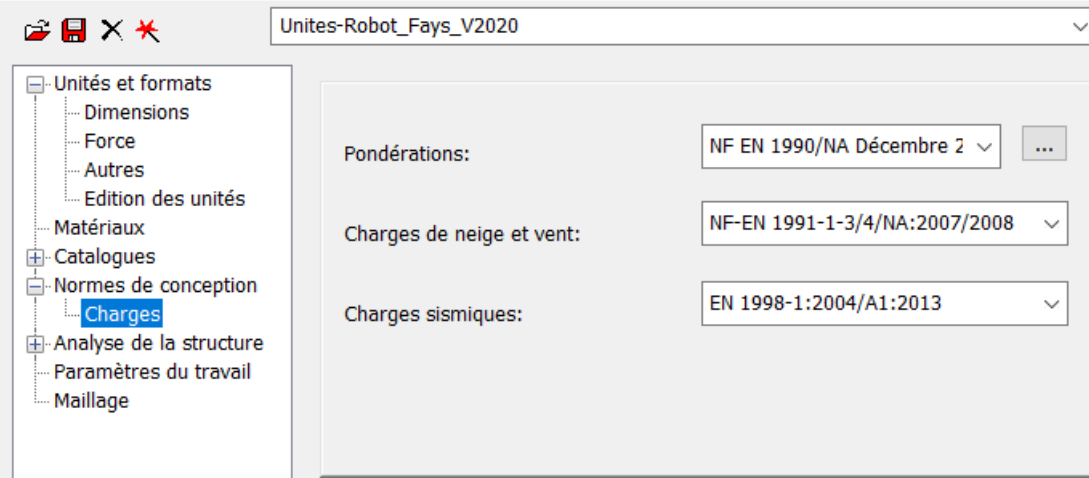
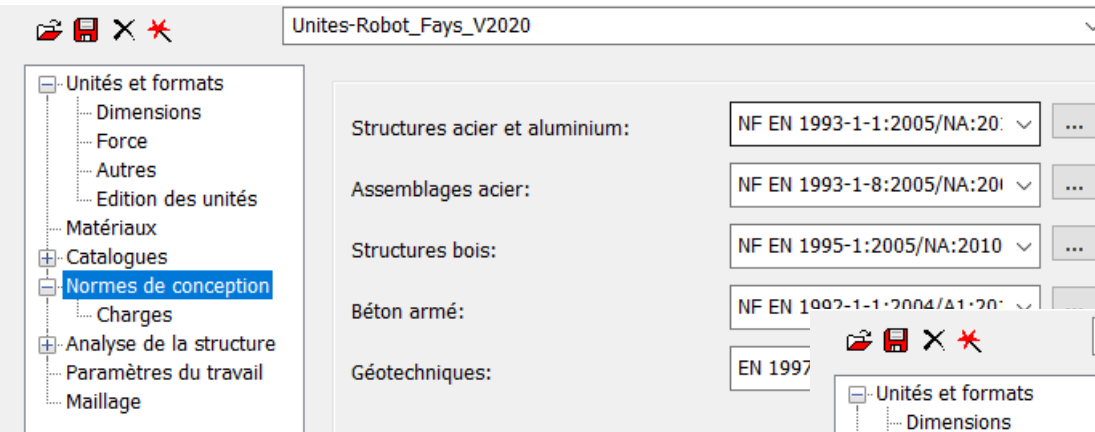
Modèle de calcul initial avec Robot ou Scia

Mise au point du modèle de calcul initial

b) Modifications à apporter :

Créer les relâchements à chaque extrémité des sablières/butons ainsi qu'aux extrémités de la bielle de contreventement

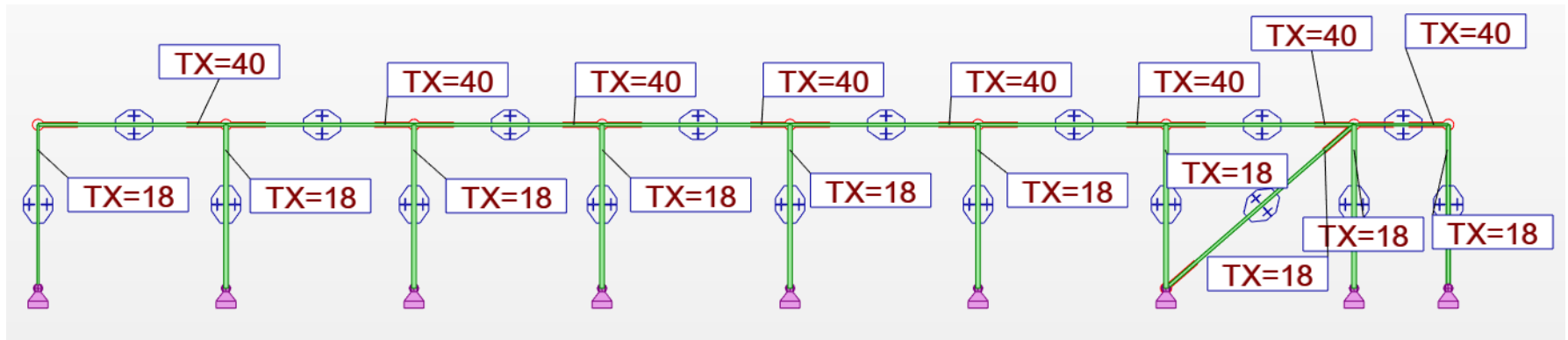
c) Paramètres de calcul



Modèle de calcul initial avec Robot ou Scia

Mise au point du modèle de calcul initial

c) Résultats du calcul



| Cas | Type de charge | Liste | | |
|----------|----------------|--------|-------|--------|
| 1:En été | thermique | 10A17 | TX=40 | TZ=0,0 |
| 1:En été | thermique | 1A9 20 | TX=18 | TZ=0,0 |

d) Modèle enregistré sous : « 21_DELTA_T_modele_ELS_V04.RTD »

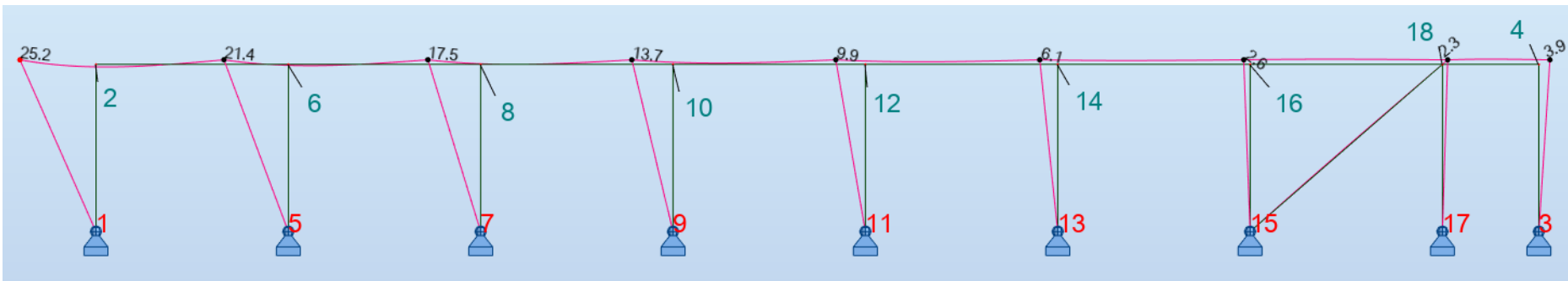
L'allongement de la ligne de sablières est libre : étude ELS

Allongement par effet de la température

a) Déplacements selon X des nœuds

| Nœud | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 |
|---------|-------|-----|-------|-------|-------|------|------|------|-----|
| UX (mm) | -25,2 | 3,7 | -21,3 | -17,5 | -13,6 | -9,8 | -6,0 | -2,1 | 1,7 |

b) Le graphe des déplacements UX des têtes des poteaux n'est pas directement accessible dans Robot ; les valeurs ci-dessous sont les valeurs combinées X et Z



L'allongement de la ligne de sablières est libre : étude ELS

Allongement par effet de la température

c) Déplacements comparés selon X des nœuds

Calcul manuel avec les hypothèses plus simples

| 56000 | 48000 | 40000 | 32000 | 24000 | 16000 | 8000 | 0 | -4010 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|
| 26,88 | 23,04 | 19,20 | 15,36 | 11,52 | 7,68 | 3,84 | 0,00 | -1,92 |

Selon Robot (Scia donne les mêmes résultats)

| 2 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 4 |
|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|------|------|
| -25,20 | -21,30 | -17,50 | -13,60 | -9,80 | -6,00 | -2,10 | 1,70 | 3,70 |

La prise en compte de l'élévation de température de la bielle décale les têtes de poteaux de 1,70 mm vers la droite.

Il semble que ce soit le paramètre principal des différences entre les 2 séries de valeurs.

L'allongement de la ligne de sablières est libre : étude ELS

Critère ELS de l'EuroCode 3-1-1 - §7.2.2.

d) Critère ELS

Selon EC3-1-1 §7.2.2 déplacements horizontaux

Clause 7.2.2 (1)B - Flèches horizontales :

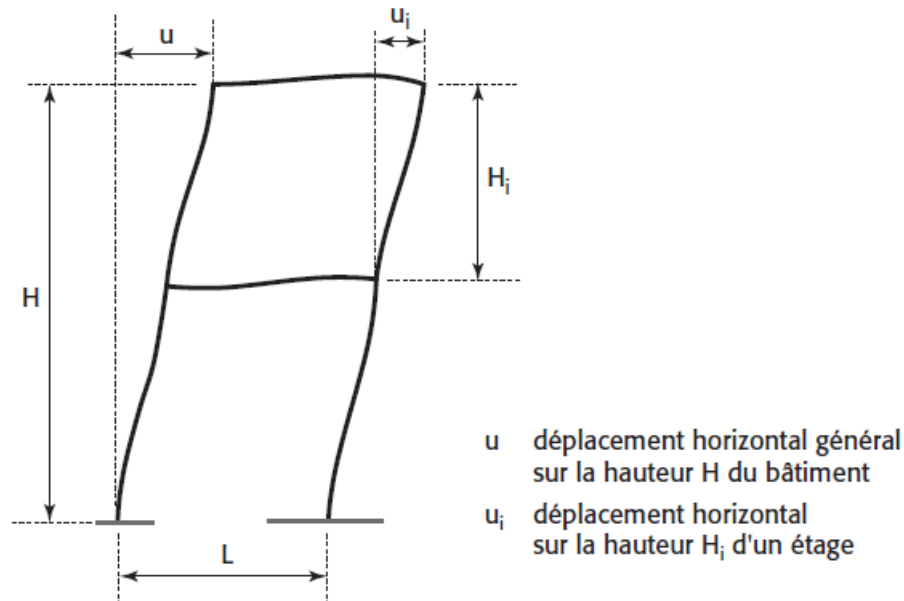


Figure A1.2 - Définition des déplacements horizontaux

(1) Pour les bâtiments, les limites recommandées de flèches horizontales dues aux charges variables sous combinaison caractéristique sont :

- Portiques sans pont roulant :
 - déplacement en tête de poteaux

$$H_i / 150$$

L'allongement de la ligne de sablières est libre : étude ELS

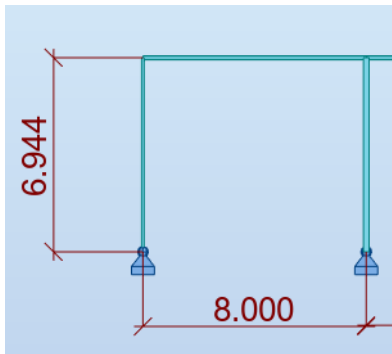
Critère ELS de l'EuroCode 3-1-1 - §7.2.2.

e) Comparaison ELS

(1) Pour les bâtiments, les limites recommandées de flèches horizontales dues aux charges variables sous combinaison caractéristique sont :

- Portiques sans pont roulant :
 - déplacement en tête de poteaux

$$H_i / 150$$



Valeur calculée = 26,7 ≤ valeur autorisée = 6944/150 = 46.2

f) Donc le critère ELS est respecté **SI ON NE CONSIDERE QUE l'effet de la température. Attention au vent concomitant !**

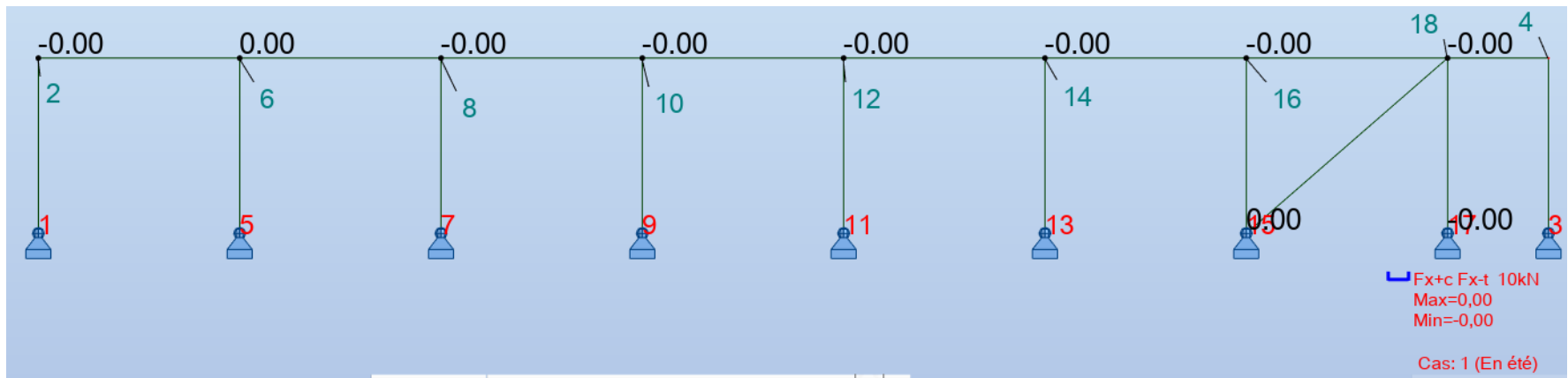
Remarque : la hauteur totale du poteau file 9 est de 7000 (maquettes)

L'allongement de la ligne de sablières est libre : étude ELS

Efforts normaux

- g) La structure est libre de se déplacer ; les efforts normaux dans toutes les barres sont nuls en l'absence d'actions extérieures.

Un calcul Robot nous le montre :

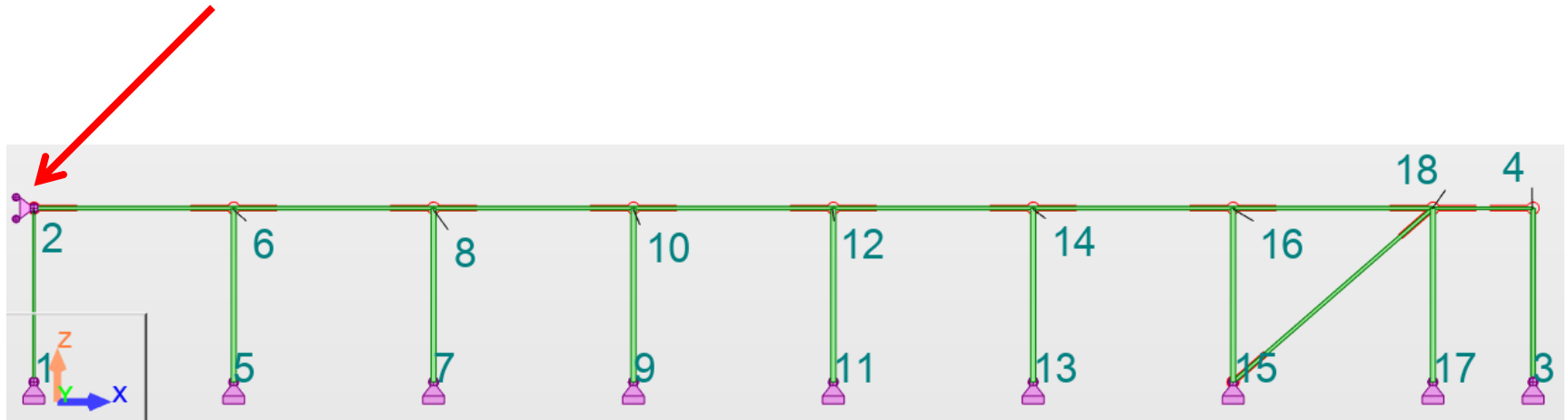


Partie B

Nous supposons maintenant que le long pan est malencontreusement bloqué contre le bâtiment en béton lors du montage.

Cela peut résulter d'un défaut dans la cotation relative entre les deux ouvrages : celui en béton et celui en acier.

Modèle de calcul modifié



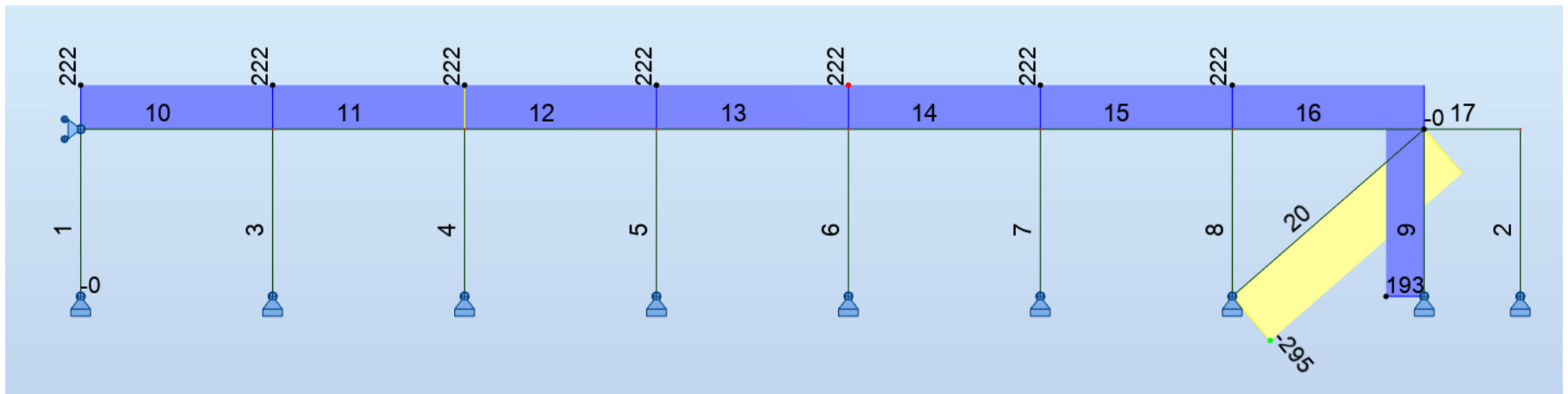
| Combinaison | Nom | Type d'analyse | Type de la combinaison | Nature du cas | Définition |
|-------------|------------|----------------------|------------------------|---------------|------------|
| 100 (C) | 1,5*En été | Combinaison linéaire | EFF | température | 1*1.50 |

Modèle enregistré sous : « 22_DELTA_T_modele_ELU_V04.RTD »

L'allongement de la ligne de sablières est bloqué : étude ELU

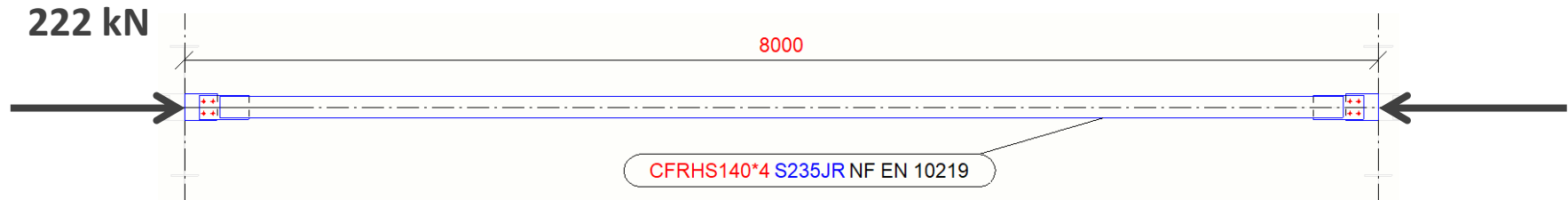
Efforts normaux

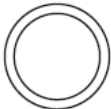


| barre | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 20 |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----|----------|
| effort normal en KN | 222 | 222 | 222 | 222 | 222 | 222 | 222 | 222 | 0 |
| | compression | compression | compression | compression | compression | compression | compression | | traction |





L'allongement de la ligne de sablières est bloqué : étude ELU

Vérification des sablières avec Robot



| | | | | | |
|------------------|---|-----------------|------------|---|----------------|
| Sections creuses |    | Finies à chaud | Quelconque | a | a ₀ |
| | | Formées à froid | Quelconque | c | c |

| | | | |
|--|---|--|---|
| <input type="radio"/> réelle | <input type="text" value="1,00"/> | <input type="radio"/> réelle | <input type="text" value="1,00"/> |
| <input checked="" type="radio"/> coefficient | | <input checked="" type="radio"/> coefficient | |
| Coeff. de longueur de flamb. y: | | Coeff. de longueur de flamb. z: | |
| <input type="text" value="1,00"/> |  | <input type="text" value="1,00"/> |  |
| avec translation | | avec translation | |
| Courbe de flambement y | <input type="text" value="c"/> | Courbe de flambement z | <input type="text" value="c"/> |

L'allongement de la ligne de sablières est bloqué : étude ELU


Vérification des sablières avec Robot



| | |
|----------------|---|
| CARF 140x140x4 | Point / Coordonnée: 1 / x = 0.00 L = 0 mm |
| | Cas de charge: 100 1,5 En été 1*1.50 |



Résultats simplifiés Résultats détaillés

FORCES
N,Ed = 222406 N
Nc,Rd = 500550 N
Nb,Rd = 150992 N

Classe de la section = 1

DEVERSEMENT
 XLT = 1.00

FLAMBEMENT y
 Ly = 8000 mm Lam_y = 1.54
Lcr,y = 8000 mm Xy = 0.30
 Lamy = 144.71

FLAMBEMENT z
 Lz = 8000 mm Lam_z = 1.54
Lcr,z = 8000 mm Xz = 0.30
 Lamz = 144.71

CONTROLE DE LA SECTION
N,Ed/Nc,Rd = 0.44 < 1.00 (6.2.4.(1))

CONTROLE DE LA STABILITE DE LA BARRE
Lamy = 144.71 < Lam,max = 210.00 Lamz = 144.71 < Lam,max = 210.00 STABLE
N,Ed/Nb,Rd = 1.47 > 1.00 (6.3.1.1.(1))

L'allongement de la ligne de sablières est bloqué : étude ELU

Vérification des sablières avec l'application « EC3 Steel member calculator »



EC3 Steel Member Calculator 17+
CMM - Associação Portuguesa de Construção Metálica e Mista
Designed for iPad
★★★★★ 4.5 • 2 Ratings
Free - Offers In-App Purchases

Material Properties

Grade: S235
Quality: JRH
 f_y [Mpa]: 235.00
Fabrication Procedure: Cold Formed

Loading

N_{Ed} [kN]: 222.00

Member length

L [m]: 8.00

ECCS ECS Steel REPORT - SHS 140 x 4 | S235 JRH

SUMMARY OF RESULTS

Cross-section class
Pure Compression: 1

Cross-section resistance
 $N_{c,Rd}$ [kN]: 501.68

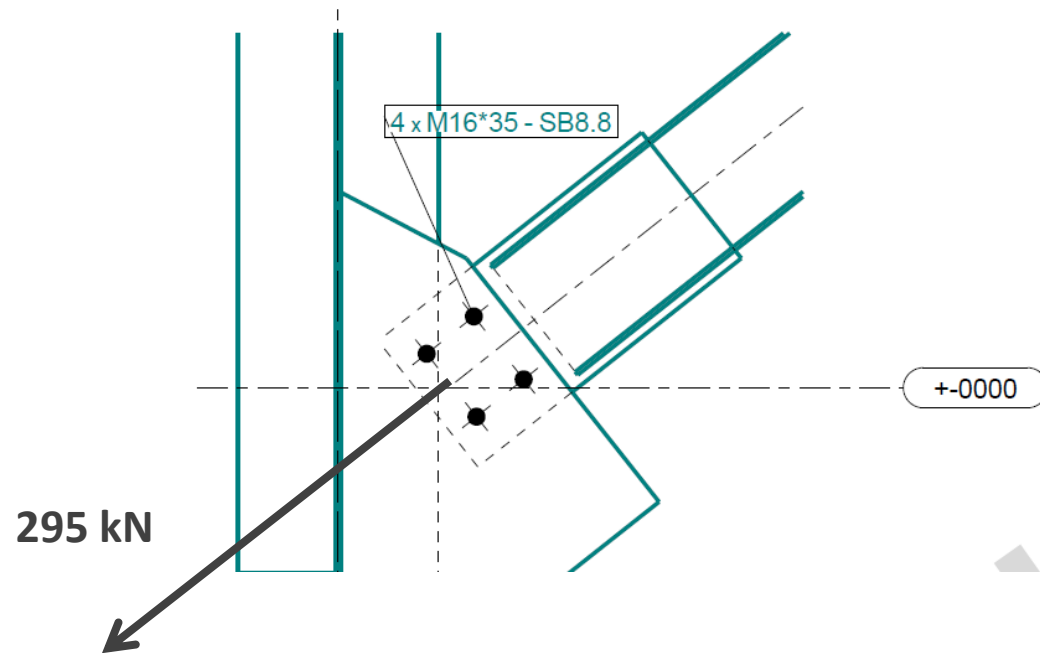
Flexural Buckling Resistance
 $N_{b,y,Rd}$ [kN]: 151.18
 $N_{b,z,Rd}$ [kN]: 151.18

Column Resistance
 N_{Rd} [kN]: 151.18

L'allongement de la ligne de sablières est bloqué : étude ELU

Cisaillement des boulons attachant la bielle

e) Les boulons sont définis dans les maquettes (Tekla ou IFC)



L'allongement de la ligne de sablières est bloqué : étude ELU

Cisaillement des boulons attachant la bielle

f) Résistance au cisaillement par plan selon EC3-1-8 : 60288 N

g) Sollicitation par plan = 295 kN/4 = 73.75 kN

| | | | | | | | |
|----|-------------------------------|--------------------|-----------------|--|------------------|--|---|
| d | classe | | | | | | |
| 16 | 8,8 | | | | | | |
| | diamètre du trou normal | d0=18 | mm | | | | |
| | diamètre du trou modifié | d0=18 | mm | | | | |
| | aire de la section résistante | As=157 | mm ² | | | | |
| | facteur de cisaillement | $\alpha_v=0,6$ | | | | | |
| | résistance ultime du boulon | fub=800 | Mpa | | | | |
| | résistance par plan | $F_{v,Rd}=60\ 288$ | N | | | | |
| | | | | résistance au cisaillement d'un boulon | $F_{Rd}=60\ 288$ | | N |

$F_{v,Ed} = 74\text{ kN} > F_{v,Rd} = 60\text{ kN}$ donc la résistance n'est pas vérifiée

L'allongement de la ligne de sablières est bloqué : étude ELU

Conclusion

- g) Sur les deux points vérifiés la résistance de la solution proposée est insuffisante si l'ouvrage en acier est bloqué contre l'ouvrage en béton. Au montage par exemple.

Partie C

On impose que le bâtiment en acier ne vienne pas au contact du bâtiment en béton, même lors des déplacements à l'ELU.

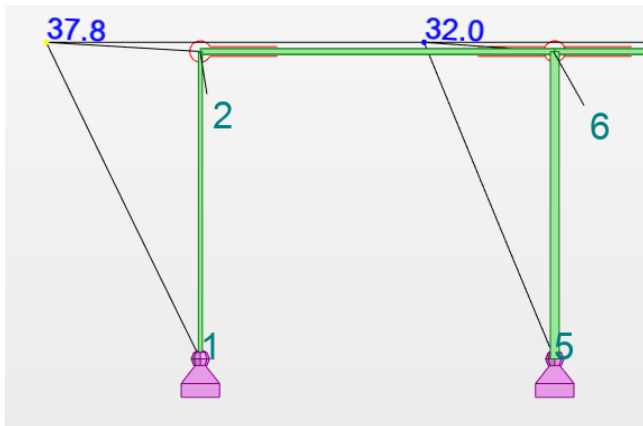
On désire donc revenir au modèle initial, sans appui simple file 9.

Il faut donc prévoir un jeu suffisant au montage. Jeu qui est à prescrire en phase EXE.

Détermination de la cote minimale entre acier et béton

Le déplacement ELU dû à la température est donné par le modèle de calcul si on enlève l'appui simple.

La valeur qui nous intéresse est le déplacement selon X du nœud 2 ; il vaut 37,7 mm



Déplacements ELU

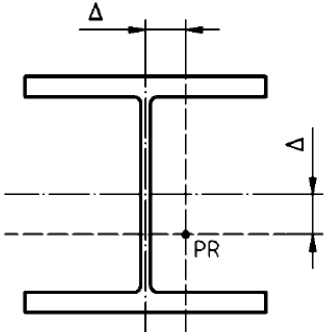
| Nœud | 2 | 6 |
|---------|-------|-------|
| UX (mm) | -37.7 | -32.0 |
| UZ (mm) | 2.2 | 2.2 |

Modèle enregistré sous : « 23_DELTA_T_modele_ELU-LIBRE_V04.RTD »

Détermination de la cote minimale entre acier et béton

a) La tolérance en classe 1 sur le positionnement des pieds de poteaux est de 10 mm

D.2.22 Tolérances fonctionnelles de montage — Positions des poteaux

| N° | Critère | Paramètre | Écart autorisé Δ | |
|----|---|---|------------------------------|-----------------------------|
| | | | Classe 1 | Classe 2 |
| 1 | Emplacement  | Position en plan de l'axe du poteau au niveau de sa base, par rapport au point de référence (PR) de la position | $\Delta = \pm 10 \text{ mm}$ | $\Delta = \pm 5 \text{ mm}$ |

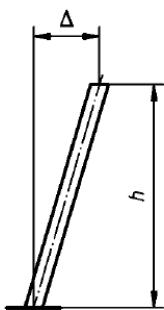
Détermination de la cote minimale entre acier et béton

b) La tolérance en classe 1 sur l'inclinaison des poteaux est de $H/300$.

Le poteau de la file 9 est fondé au niveau ± 0000 ; sa hauteur totale est à chercher dans les maquettes numériques. Elle vaut 7000 avec la platine de pré-scellement.

$$7000/300=23.4$$

D.2.23 Tolérances fonctionnelles de montage — [A1[Poteaux de bâtiments à un seul niveau]A1]

| N° | Critère | Paramètre | Écart autorisé Δ | |
|----|--|--------------------|-------------------------|----------------------|
| | | | Classe 1 | Classe 2 |
| 1 | <p>Inclinaison (A_1) en général de poteaux de bâtiments à un seul niveau (A_1) :</p>  | Inclinaison totale | $\Delta = \pm h/300$ | $\Delta = \pm h/500$ |

Prescription

- a) Au cumul des tolérances, du déplacement ELU de 37.7 il faut ajouter la demi-hauteur du profil IPE 180 (qui lui aussi a une tolérance dont on pourrait tenir compte)

$$\text{Au total } 180/2 + 10 + 23.4 + 37.7 = 161.1 \text{ mm}$$

- b) Prescription 170 mm ; à adapter si nécessaire – vers la hausse – en fonction des détails d'exécution.

