Pièce n°24

Etude de non-ruine en chaîne

ENTREPOT LOGISTIQUE

SCI VIEILLEVIGNE

Avenue des jeux
4 Rue de Dion Bouton VIEILLEVIGNE

ETUDE DE NON RUINE EN CHAÎNE DE LA STRUCTURE EN CAS D'INCENDIE

Référence document	Etude technique incendie	BRIAND CONSTRUCTION METALLIQUE 29 Avenue des Sables - CS10117 85501 LES HERBIERS CEDEX Tél 02.51.91.03.73 Fax 02.51.66.85.91 contact@groupebriand.fr www.groupebriand.fr
Indice	Ind. B	
Date	21-12-2020	
Rédacteurs	NHE/MRO	

REV	DATE	MODIFICATION	REDACTEURS
A	29.11.2019	Indice d'origine	NHE
B	21.12.2020	Mise à jour suivant mail du 10/12/2020	MRO

1. Introduction

Cette étude a pour objet de justifier la non ruine en chaîne de la structure métallique d'un entrepôt logistique, situé 4 rue de Dion Bouton à Vieillevigne.

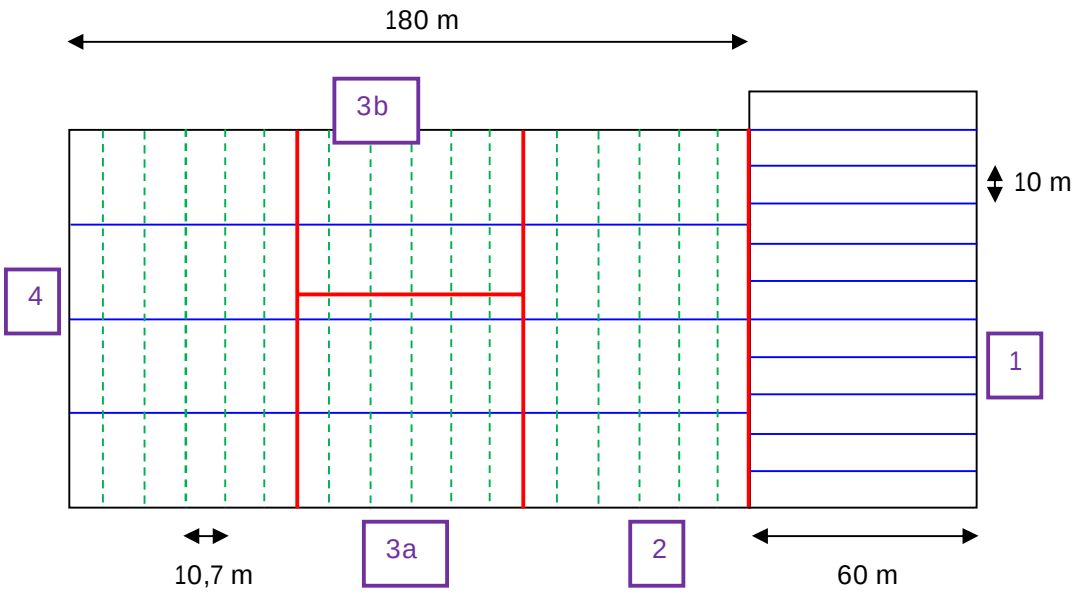
En particulier, l'étude consiste à vérifier qu'en cas d'incendie dans une cellule du bâtiment, les exigences suivantes sont bien respectées :

- Maintien des éléments de compartimentage entre cellules (murs coupe-feu)
- Absence de ruine en chaîne des structures des différentes cellules

La vérification du comportement au feu de la structure est réalisée en suivant la méthodologie présentée dans le « Guide de vérification du comportement au feu des bâtiments à simple rez-de-chaussée en charpente métallique » (document CTICM en date du 29/11/2017).

2. Description succincte du bâtiment

Le bâtiment est composé de 5 cellules séparées par des murs coupe-feu et repérées comme suit :



Mur CF

Portique

Ossature toiture sheds

x Cellules

Surface cellules

cellule 1 : 6 552 m² = 109,72 m x 59,72 m

cellule 2 : 6 000 m² = 100,0 m x 60,0 m

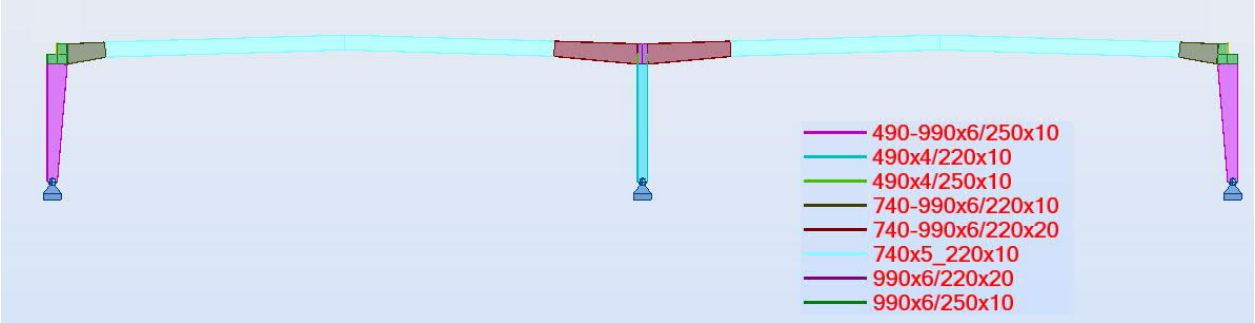
cellule 3a : 3 367 m²= 56.12 m x 60.0 m

cellule 3b : 2 621 m² = 43.68 m x 60.0 m

cellule 4 : 6 000 m² = 100.0 m x 60.0 m

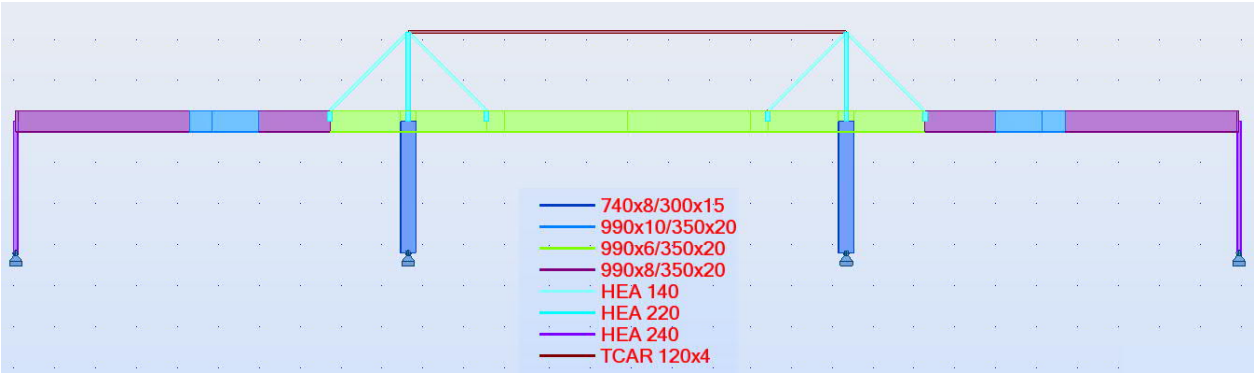
Cellule 1

La structure porteuse de la cellule 1 est composée de portiques PRS espacés de 10 m, avec les sections suivantes :

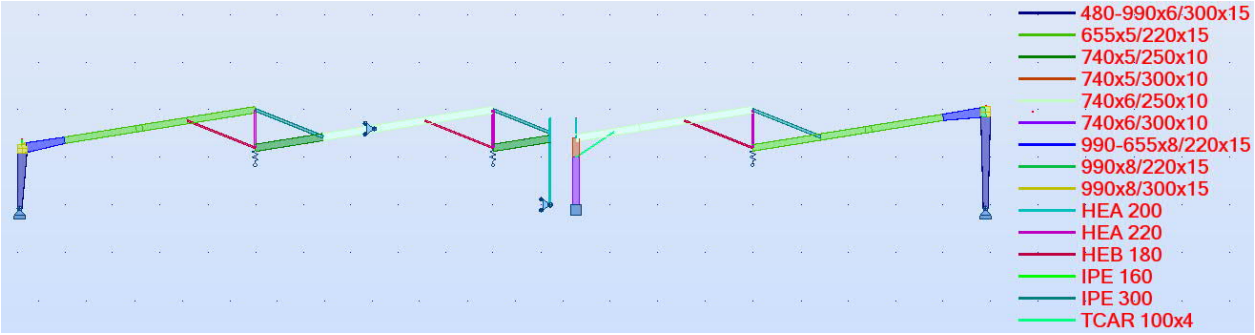


Cellules 2 à 4

La structure principale des cellules 2 à 4 est composée de portiques PRS, espacés de 25 m, avec les sections suivantes :

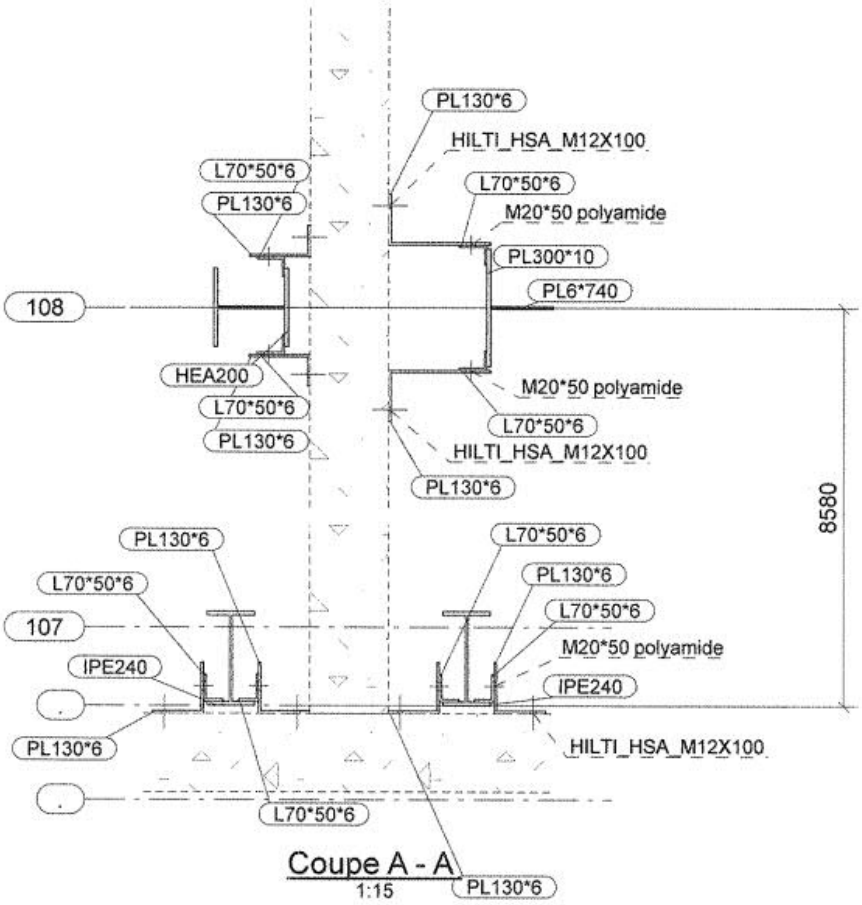


Dans le sens longitudinal, l'ossature porteuse de la toiture est en forme de sheds. Par ailleurs, dans la cellule 3, un mur CF a été créé et l'ossature de toiture est décomposée en 2 parties, comme le montre la figure ci-dessous :



Attaches fusibles

Dans toutes les cellules, les éléments de structure sont liaisonnés aux murs CF par des attaches fusibles en boulons polyamide 20x50.



Exemple détail attaches structure/murs CF au droit des cellules 2, 3a et 3b

3. Vérifications du comportement au feu

Lorsqu'une structure porteuse d'un bâtiment à simple rez-de-chaussée en structure métallique est soumise à l'incendie, son comportement mécanique est décomposé en deux phases distinctes :

- Phase de poussée : Au début de l'incendie, la dilatation thermique de la structure de toiture induite par l'augmentation de température se traduit par un déplacement vers l'extérieur de la cellule exposée au feu. Ce phénomène se poursuit jusqu'à ce que les éléments de toiture concernés soient soumis à des phénomènes d'instabilité ou de plastification importante.
- Phase de traction : Une fois l'apparition des premiers phénomènes d'instabilité ou de plastifications importantes, les efforts transmis à la partie de

structure non échauffée passent progressivement d'une force de poussée à une force de traction, et la structure de la cellule en feu s'effondre vers l'intérieur.

3.1. Justification en phase de poussée

Lors de cette phase, on calcule les déplacements latéraux induits aux extrémités de la cellule en feu.

Dans un premier temps, la raideur des portiques est déterminée au moyen du logiciel Robot (voir détails en Annexe 1) :

Elément étudié	Raideur calculée (N/m)
Portiques cellule 1	1 923 077
Portiques cellules 2 à 4	5 263 158
Ossature shed cellule 3a	16 666 667
Ossature shed cellule 3b	2 702 703

Ensuite, on étudie la dilatation thermique de chaque portique, toujours en utilisant Robot. On impose une température supérieure à 800°C afin d'avoir un coefficient de dilatation thermique $\Delta l/l$ égal à 0.011, conformément à l'EN1993-1-2 :

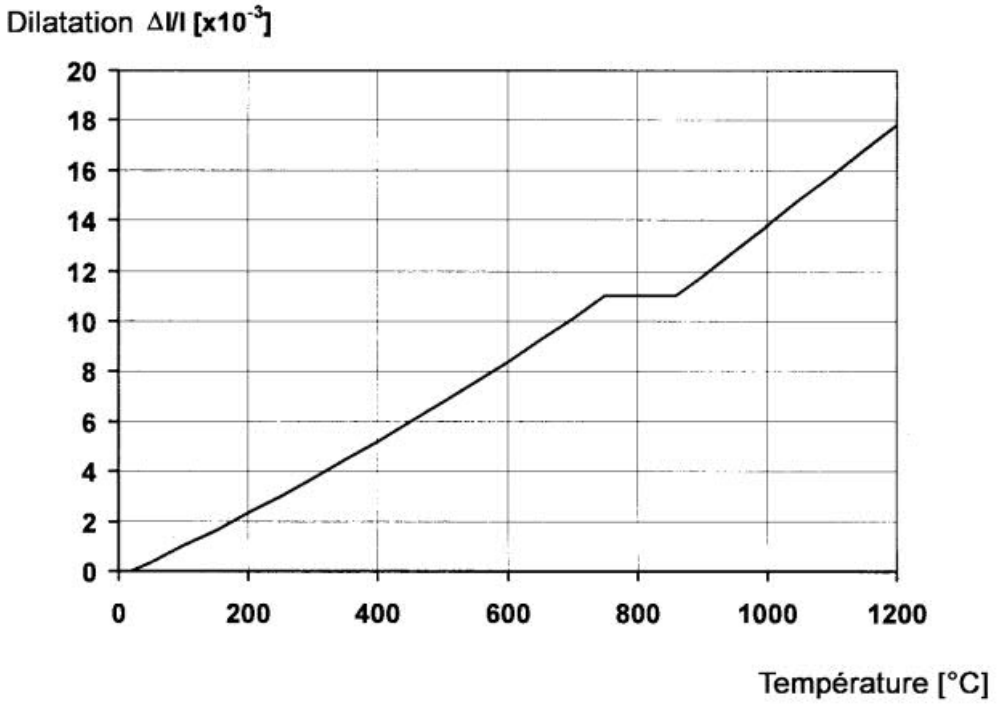


Figure 3.3 - Dilatation thermique de l'acier au carbone en fonction de la température

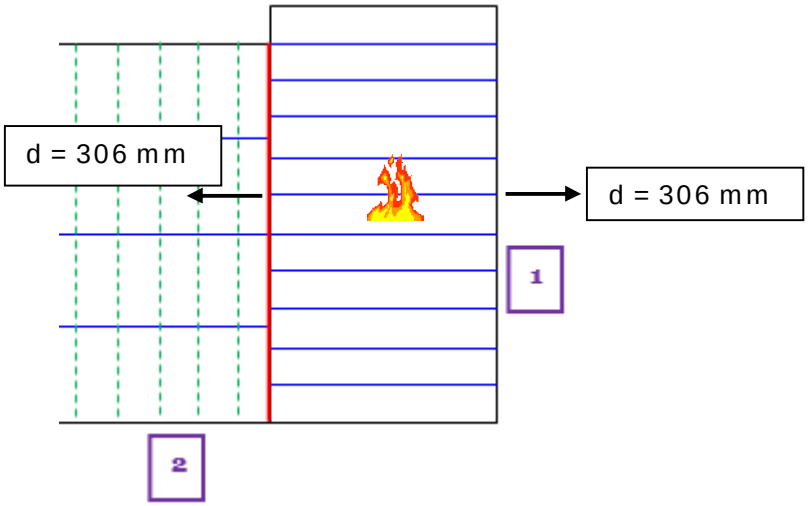
Cette hypothèse est très sécuritaire, car la ruine d'une structure métallique de type portique se produit généralement lorsque sa température est aux alentours de 650°C.

Conformément au guide du CTICM, les rigidités des cellules froides adjacentes à la cellule en feu sont prises en compte dans le modèle Robot, en ajoutant aux extrémités du portique étudié la raideur des portiques des cellules froides.

Les déplacements aux extrémités des portiques calculés avec ces hypothèses sont présentés ci-dessous, pour chaque cas de cellule en feu (résultats Robot en Annexe 2).

Feu dans la cellule 1

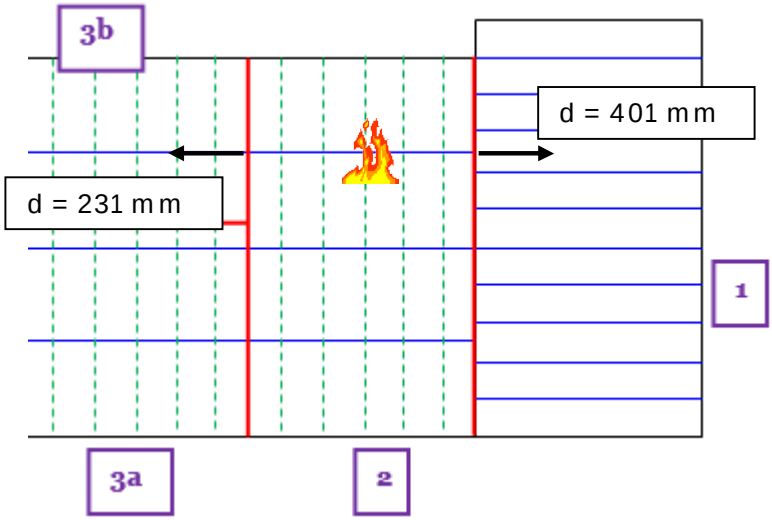
Pour ce cas, on prend l'hypothèse d'un portique qui n'est pas en vis-à-vis d'un portique de la cellule 2, et donc la rigidité de la cellule 2 n'est pas prise en compte dans le calcul (hypothèse sécuritaire).



Le maintien du mur CF doit donc être vérifié avec un déplacement δ de 306 mm. Les attaches mises en œuvre pour la fixation des éléments de compartimentage sur les poteaux doivent résister aux efforts générés par le poids propre des éléments séparatifs sous l'effet du déplacement latéral induit par la structure métallique :

- Poids propre de la paroi : p = 200 kg/m²
- Espacement entre portiques : d = 10 m
- Nombre total de fixations sur la hauteur du mur : n = 8 boulons polyamides
- Effort d'arrachement au niveau d'un boulon :
  - $F = 5*p*\delta*d/n = 3825$ N
- Résistance au cisaillement d'un boulon polyamide 20x50 :
  - R = 8590 N > 3825 N OK

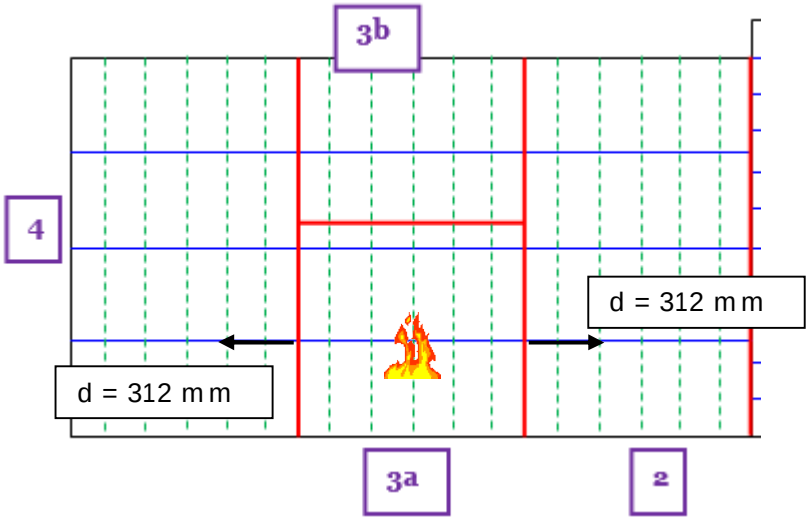
Feu dans la cellule 2



Le maintien du mur doit être vérifié avec un déplacement de 401 mm (cas majorant) :

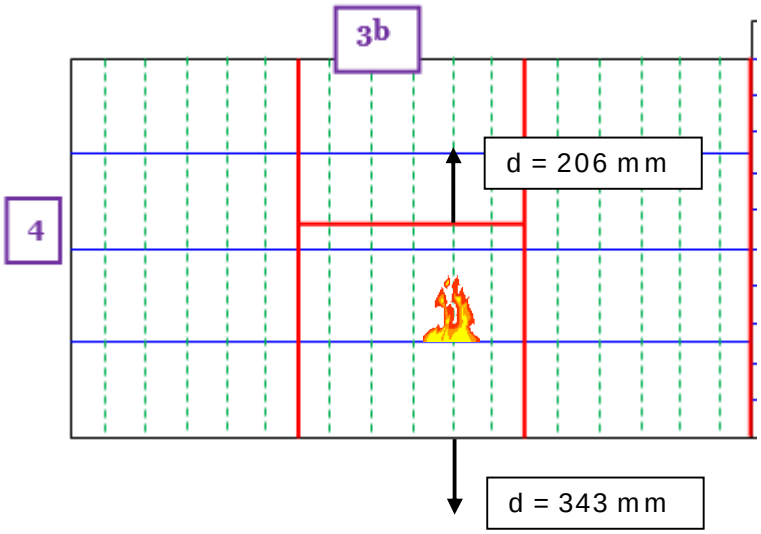
- Espacement entre portiques : d = 25 m
- Nombre total de fixations sur la hauteur du mur : n = 16 boulons polyamides
- Effort d'arrachement au niveau d'un boulon :
  - F = 5*p*δ*d/n = 6266 N < 8590 N OK

Feu dans la cellule 3 (dilatation du portique)

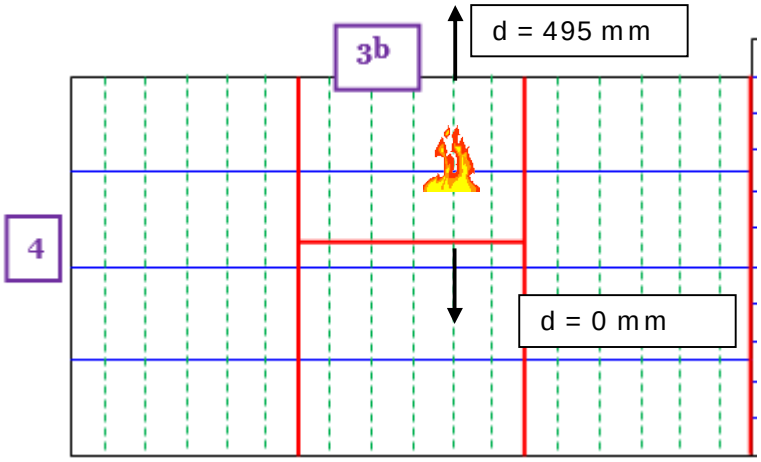


- Effort d'arrachement au niveau d'un boulon :
  - F = 5*p*δ*d/n = 4875 N < 8590 N OK

Feu dans la cellule 3a (dilatation de l'ossature en shed)



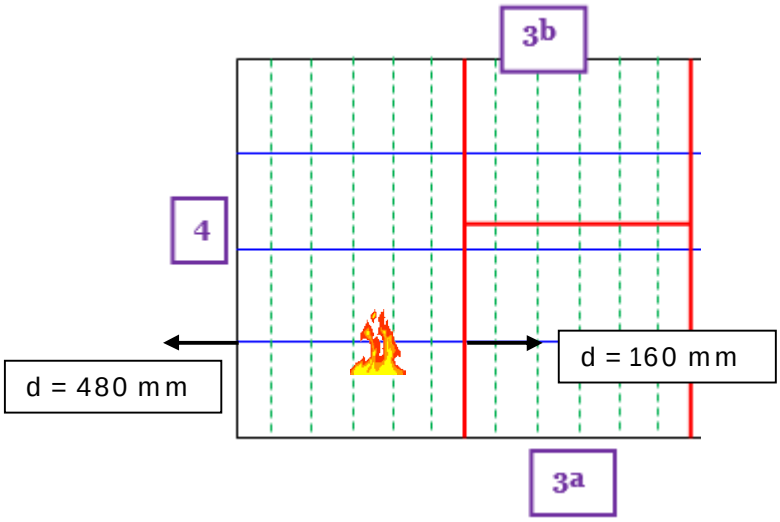
Feu dans la cellule 3b (dilatation de l'ossature en shed)



Le maintien du mur doit être vérifié avec un déplacement de 206 mm (cas majorant) :

- Espacement entre portiques : d = 10,7 m
- Nombre total de fixations sur la hauteur du mur : n = 8 boulons polyamides
- Effort d'arrachement au niveau d'un boulon :
  - $F = 5*p*\delta*d/n = 2755\ N < 8590\ N$ OK

Feu dans la cellule 4



- Effort d'arrachement au niveau d'un boulon :
  - F = 5*p*δ*d/n = 2500 N < 8590 N OK

Conclusion : En phase de poussée, les déplacements ne sont pas préjudiciables pour la tenue des murs coupe-feu. Dans le cas de la suppression du mur situé entre la cellule 3a/3b et sous réserve de la mise en place d'attache de liaison au droit des portiques, le comportement de la charpente de la cellule sera identique aux cellules 2 et 4. En effet, les structures métalliques des cellules 2, 3 et 4 sont identiques.

3.2. Justification en phase de traction

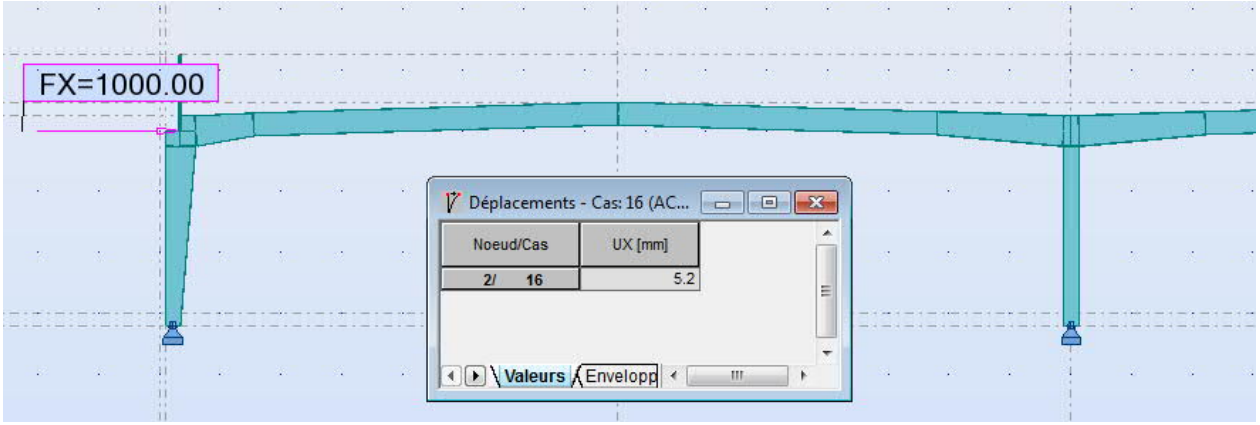
En phase de traction, lorsque la ruine de la structure survient, les boulons polyamides situés dans la cellule en feu ont fondu sous l'effet de la température, et dans ce cas ce sont les boulons situés de l'autre côté du mur dans la cellule adjacente qui stabilisent le mur CF (conformément au § 7.3 du guide du CTICM, utilisation d'attaches dites « fusibles »).

En d'autres termes, la structure de la cellule en feu s'effondre sans entraîner avec elle le mur CF.

Conclusion : En cas d'incendie dans une des cellules du bâtiment, les dispositions constructives empêchent toute ruine en chaîne du bâtiment.

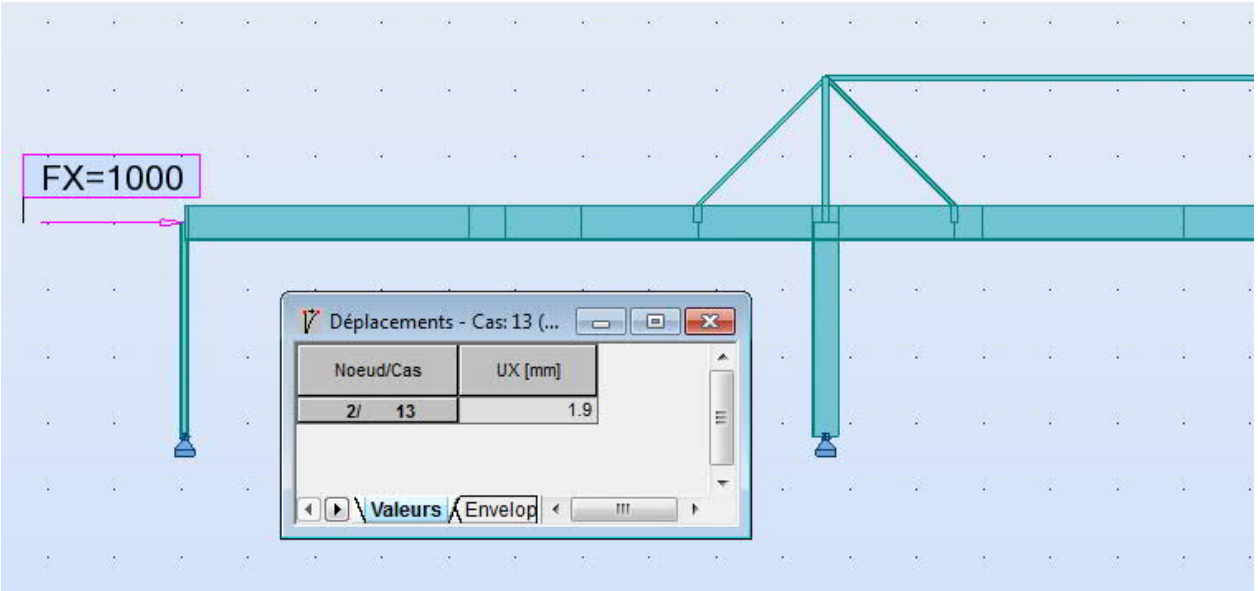
4. Annexe 1 : Calcul des raideurs

4.1. Portique de la cellule 1



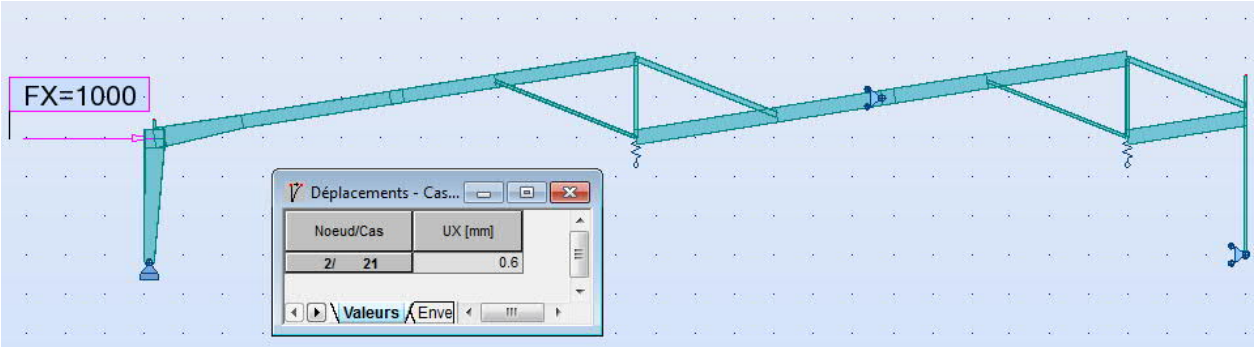
Avec un effort horizontal de 1000 dN on obtient un déplacement de 5,2 mm, donc la raideur est k = 10000 / 0.0052 = 1 923 077 N/m.

4.2. Portique des cellules 2 à 4



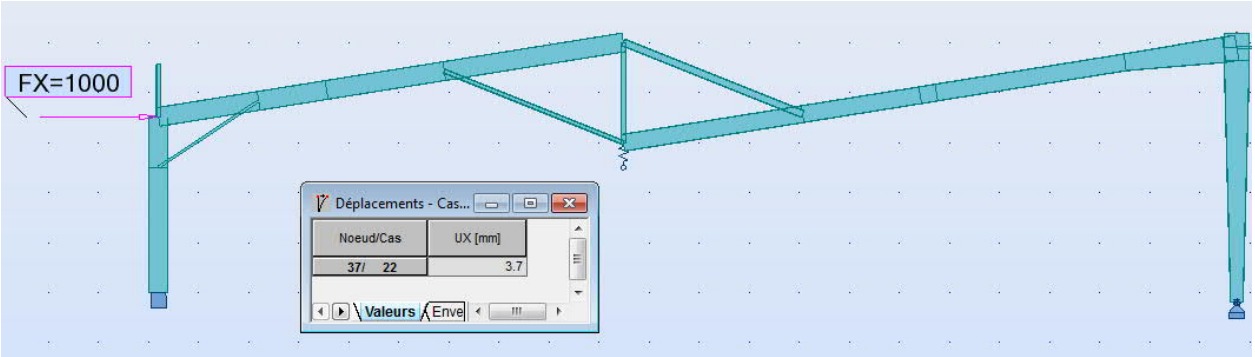
k = 10000 / 0.0019 = 5 263 158 N/m.

4.3. Portique de la cellule 3a



k = 10000 / 0.0006 = 16 666 667 N/m.

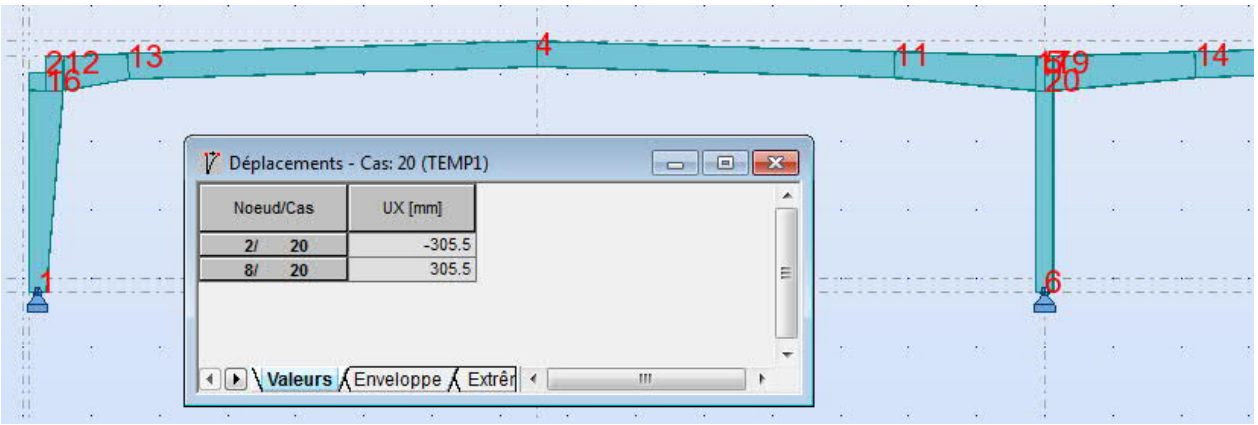
4.4. Portique de la cellule 3b



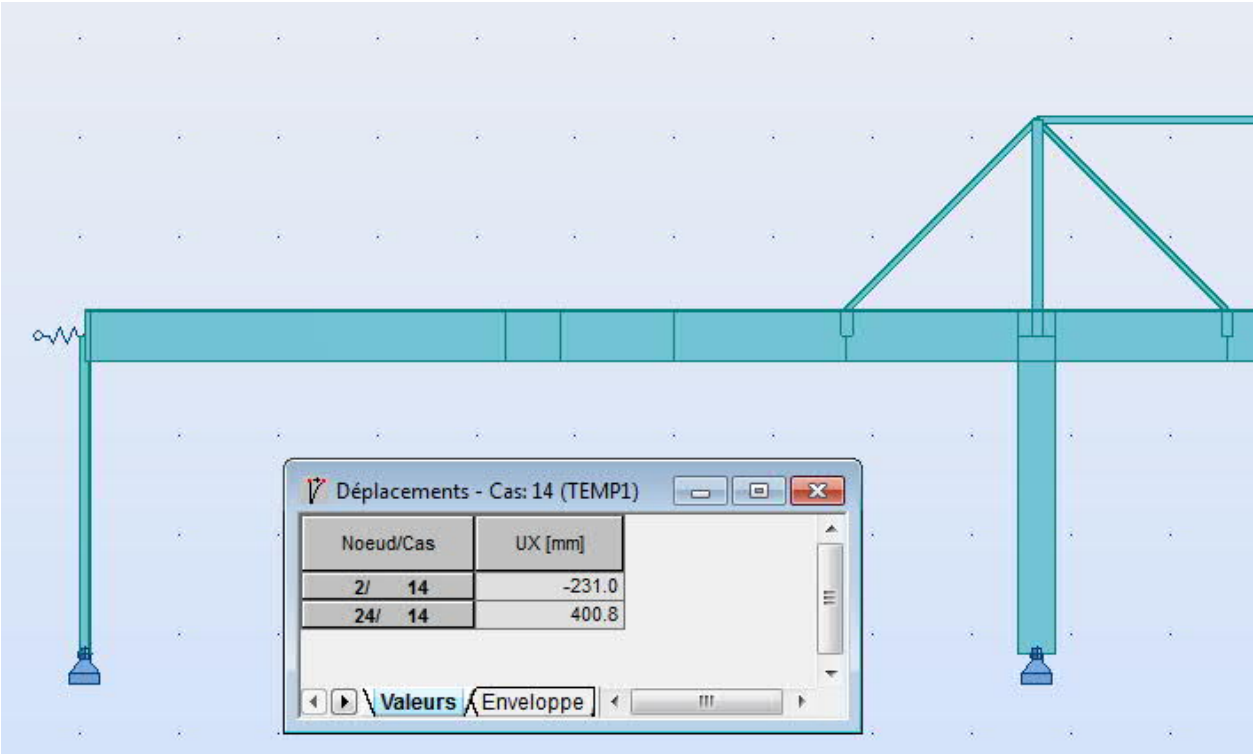
k = 10000 / 0.0037 = 2 702 703 N/m.

5. Annexe 2 : Calculs de dilatation thermique

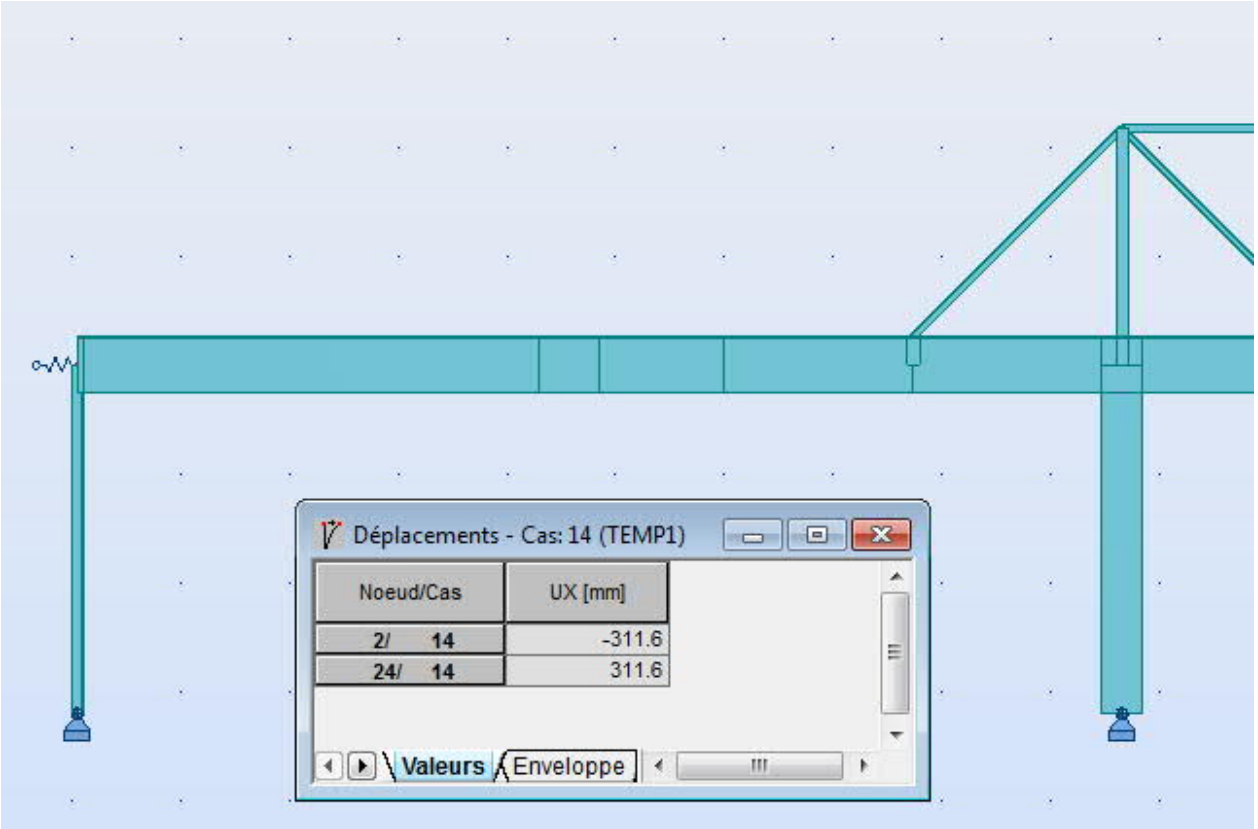
5.1. Echauffement d'un portique de la cellule 1



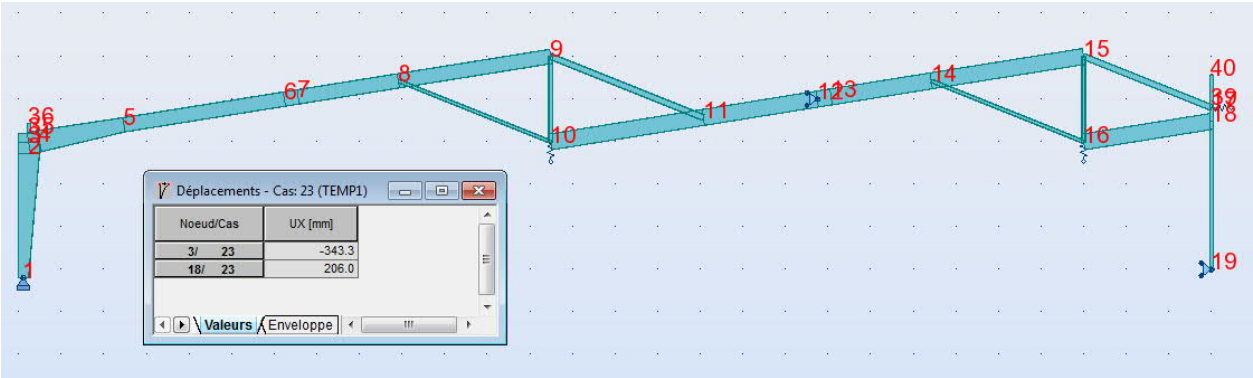
5.2. Echauffement d'un portique de la cellule 2



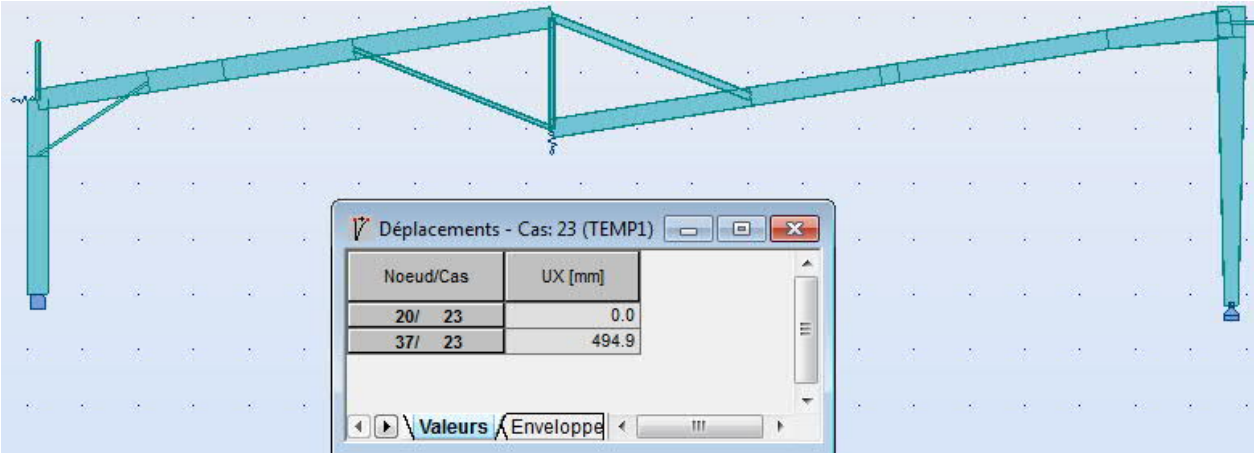
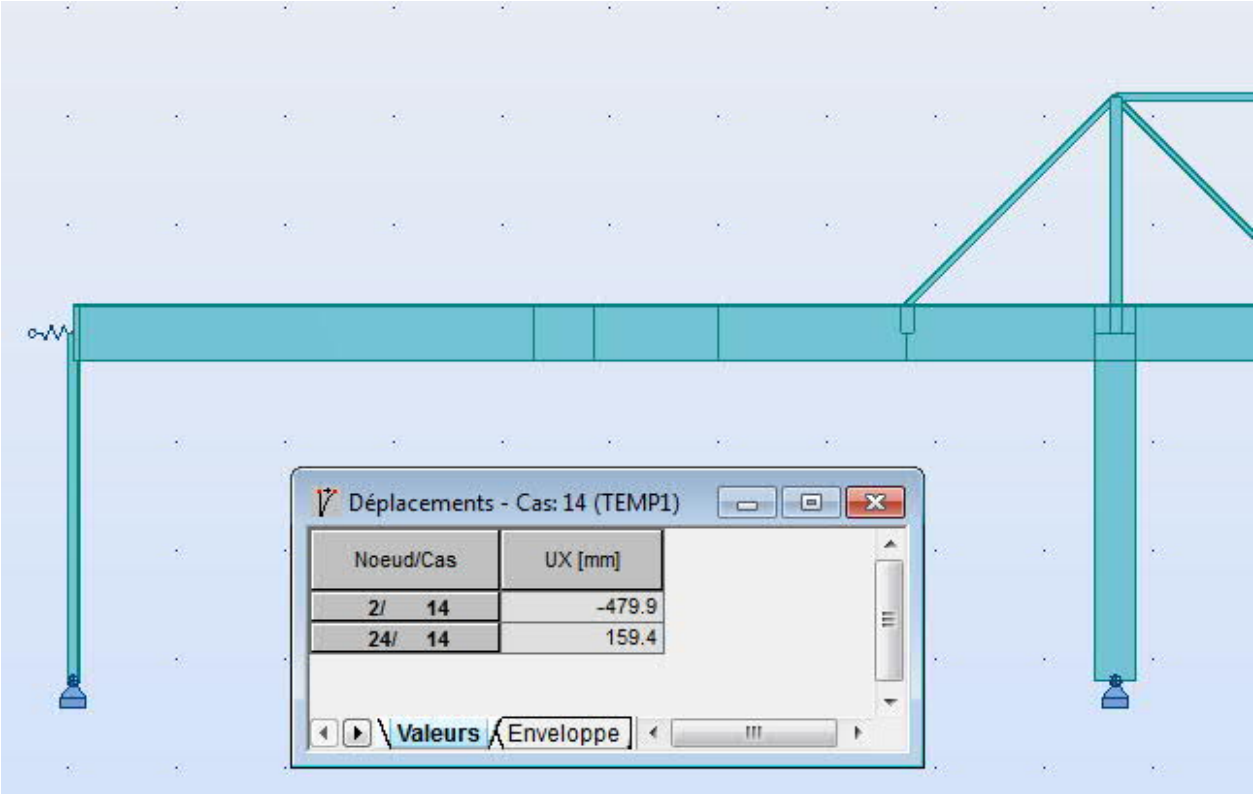
5.3. Echauffement d'un portique de la cellule 3



5.4. Echauffement de l'ossature en shed de la cellule 3a



5.5. Echauffement de l'ossature en shed de la cellule 3b



5.6. Echauffement d'un portique de la cellule 4