

TB_SRM1 : Structure et résistance des matériaux 1

Chapitre 4. Complément Treillis



Centre Georges Pompidou, Paris, Piano - Rogers, 1977, structpedia.com

Exemples de structures en treillis, triangulées ou réticulées.



Passerelle sur la Limmat entre Baden et Ennetbaden



Centre Georges Pompidou, Paris



i.pinimg.com

Exemples de structures en treillis, triangulées ou réticulées.



Tour Eiffel, Paris



Sainsbury center of visual arts, Norwich



La coupole de Montréal

Ensemble de barres, assemblées les unes aux autres à leurs extrémités articulées, de manière à former une structure portante stable.

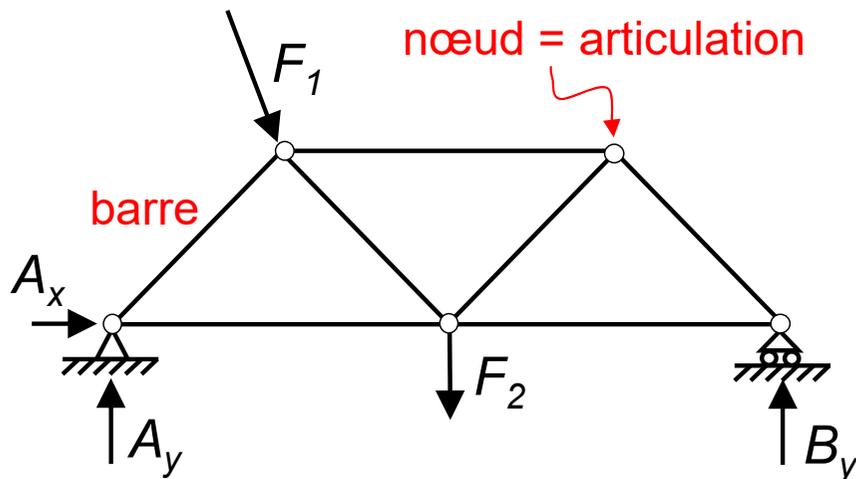
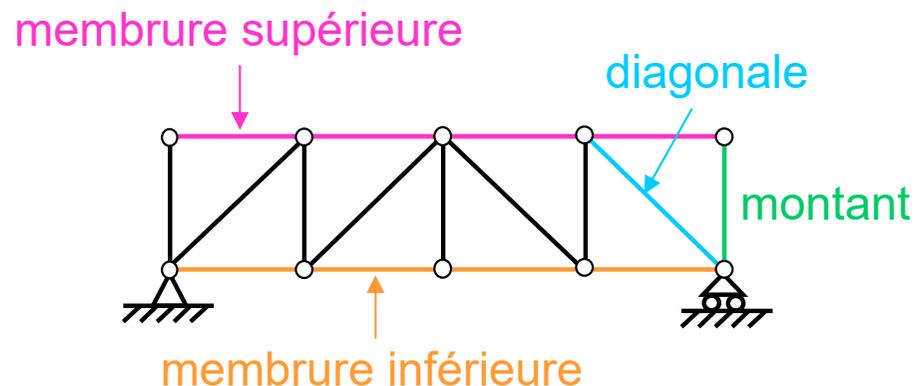


Schéma statique :

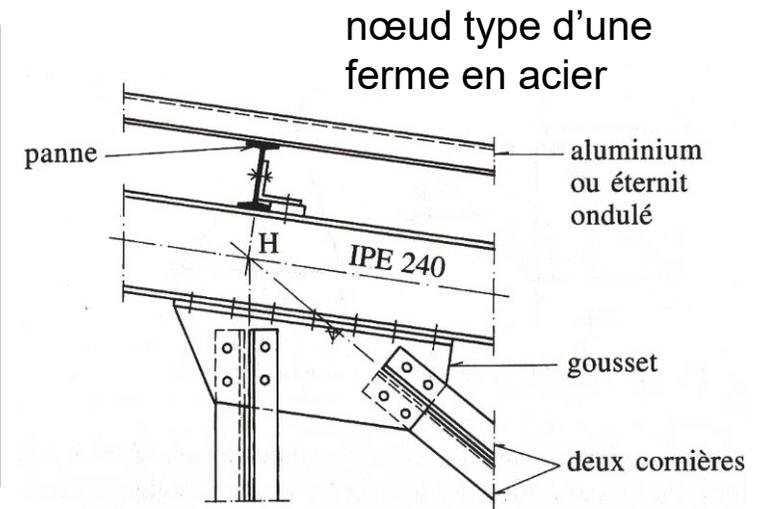
- les **nœuds** sont des **articulations parfaites**
- les **axes des barres** sont **concourants aux nœuds**
- les **charges** agissent **aux nœuds**

Composants :



La modélisation du treillis ne correspond pas souvent à la réalité, spécialement en ce qui concerne les caractéristiques des nœuds, supposés des articulations parfaites.

Les nœuds sont souvent rigides ou semi-rigides.



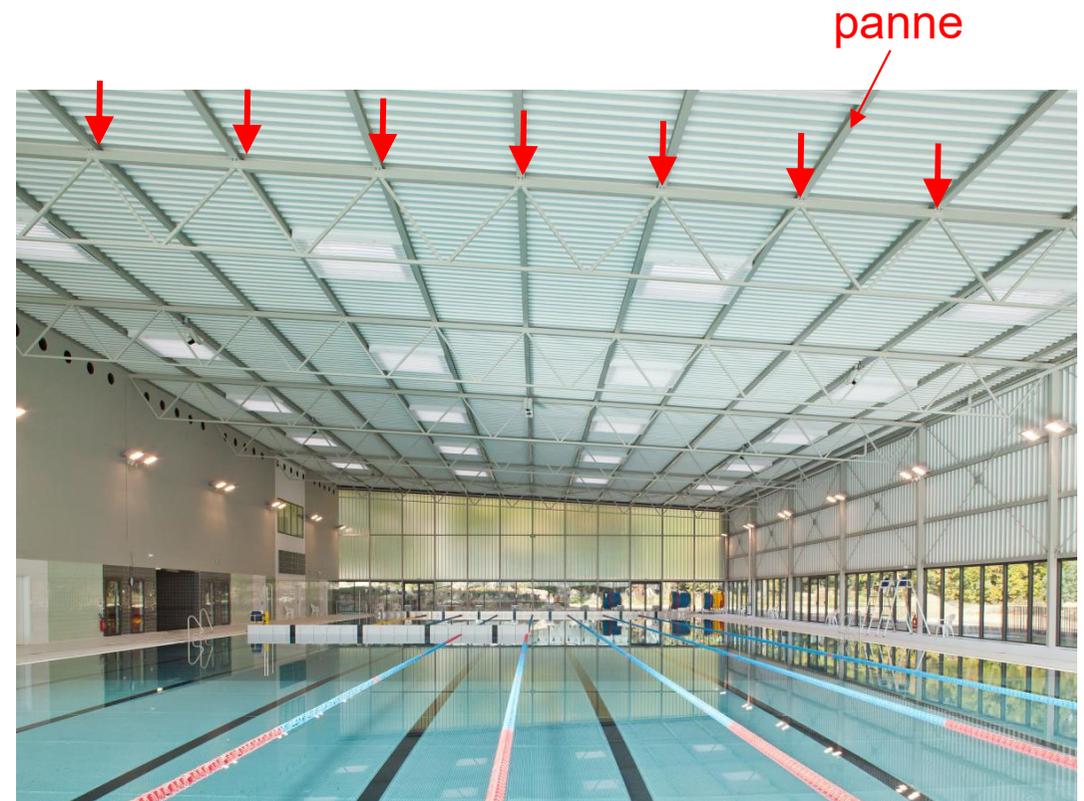
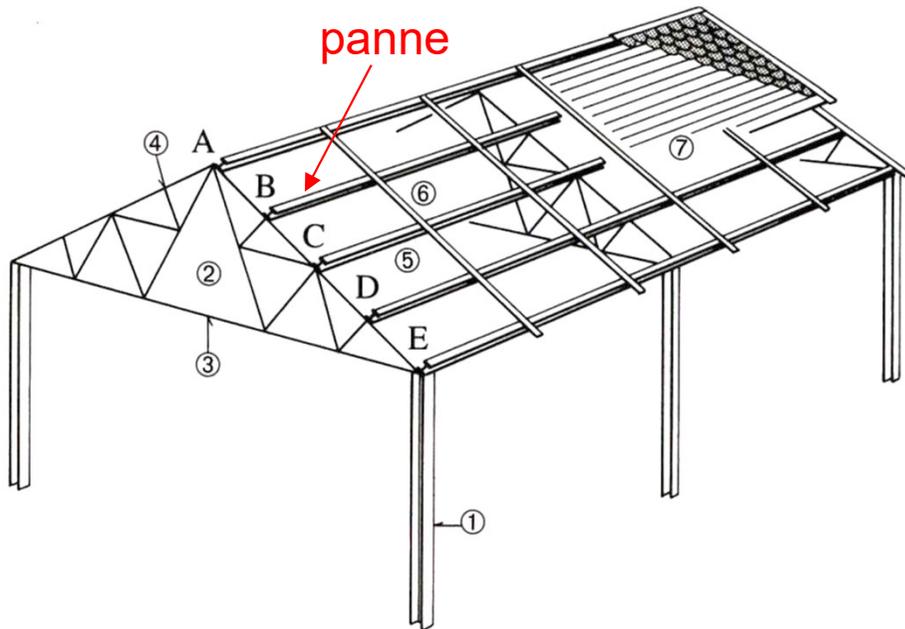
L'expérience et des calculs précis ont montrés que si :

- les nœuds restent petits et les barres élancées
- les axes des barres sont concourants
- les charges sont transmises aux nœuds

le schéma statique théorique (nœuds articulés) donne des résultats très satisfaisants.

Exemples d'halles dont les fermes sont des treillis.

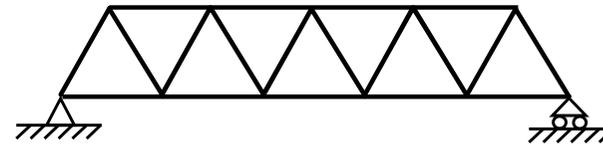
Grâce aux pannes, les charges du toit sont transmises aux nœuds A, B, C, D, E.



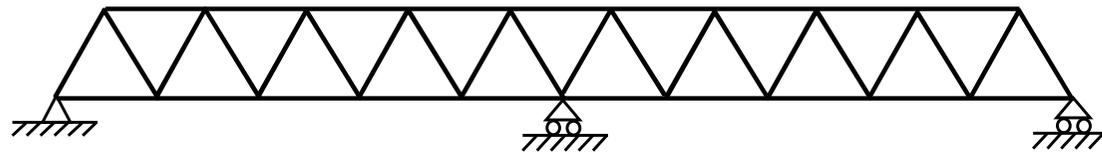
Campus sportif du CNSD, tess.fr

Les barres sont chargées entre les nœuds par leur poids propre mais l'effet de celui-ci est négligeable par rapport à ceux des actions extérieures.

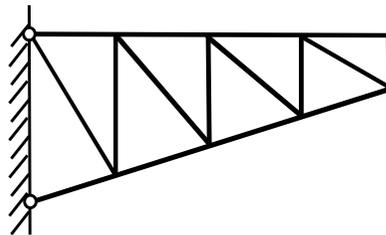
Treillis : Systèmes porteurs



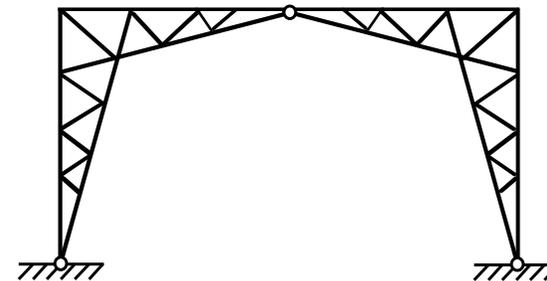
Poutre simple



Poutre continue



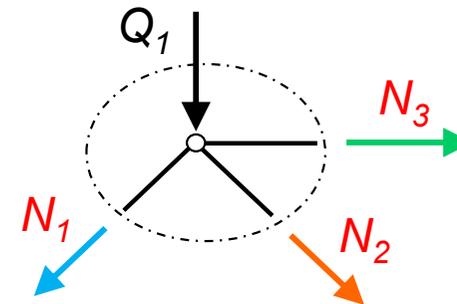
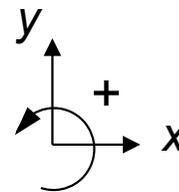
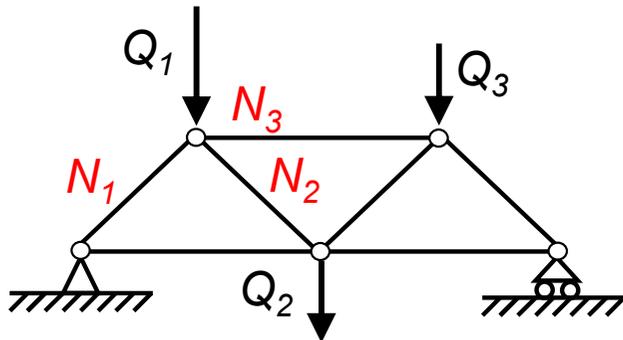
Poutre en porte-à-faux



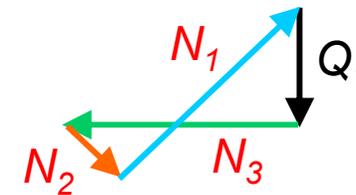
Cadre à 3 articulations

- Isoler un nœud du treillis en coupant les barres y aboutissant
- Extérioriser sur chacune d'elles l'effort normal et sur le nœud les charges extérieures

- Ecrire les équations d'équilibre $\begin{cases} \Sigma F_{x \text{ nœud}} = 0 \\ \Sigma F_{y \text{ nœud}} = 0 \end{cases}$
($\Sigma M_{\text{nœud}} = 0$ est intrinsèquement remplie)

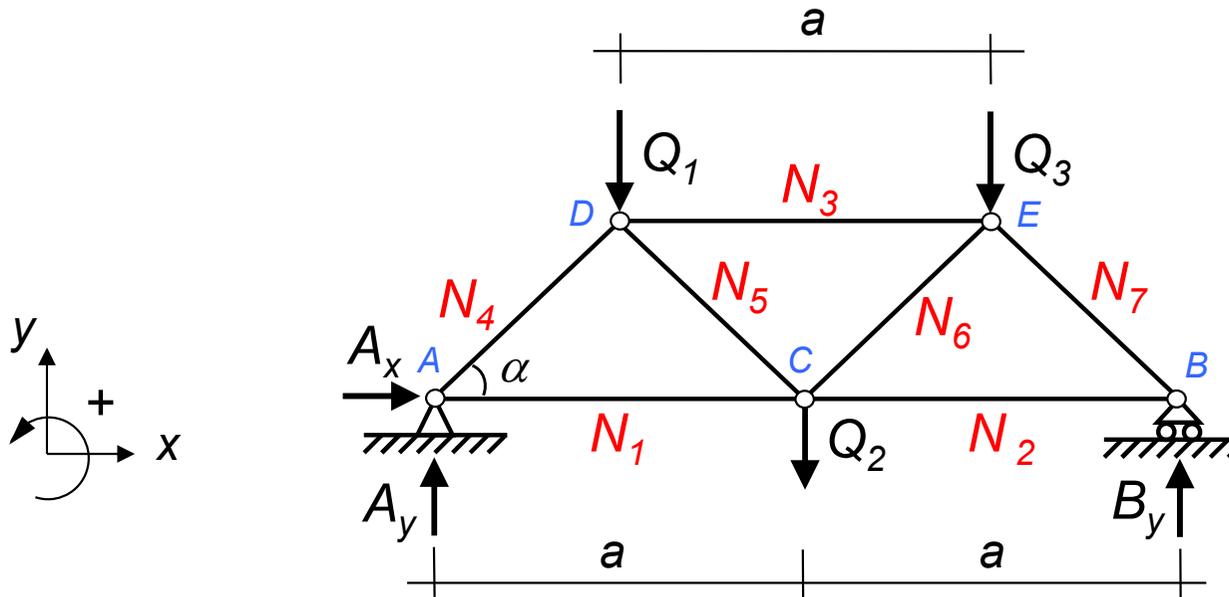


Résolution graphique : polygone des forces fermé



Respecter la convention de signe de l'effort normal : $N(+)$ agit en traction

Treillis : Équilibre successif des nœuds

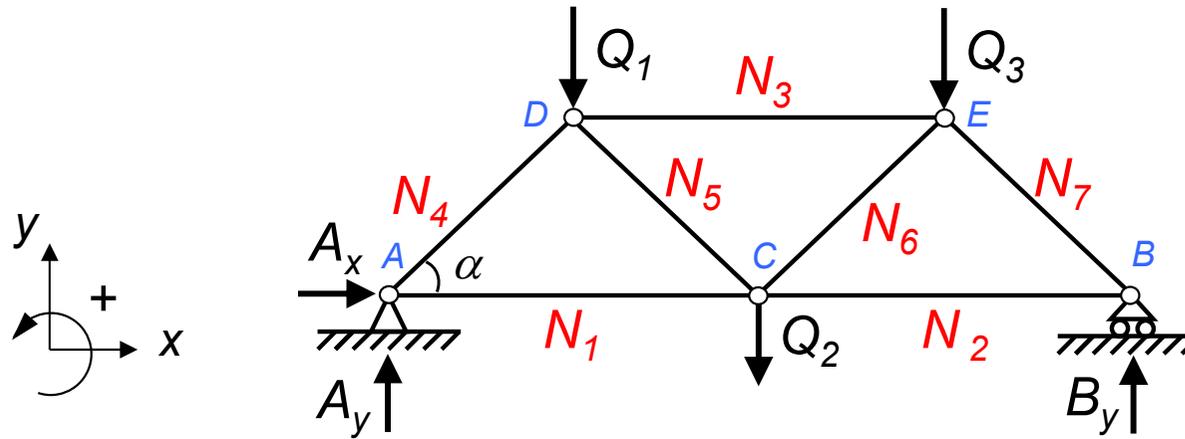


Q_1, Q_2, Q_3 : charges extérieures (connues)

A_x, A_y, B_y : 3 réactions d'appuis (calculées)

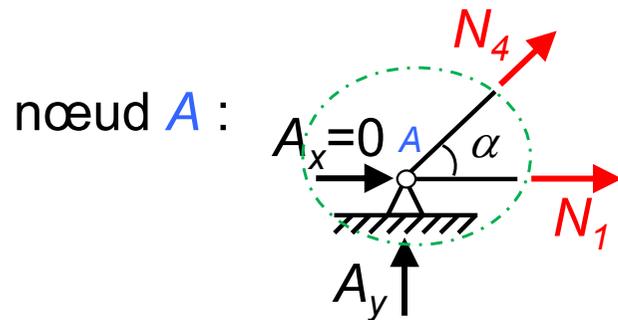
$N_1 - N_7$: 7 efforts normaux dans les barres (inconnus)

Treillis : Équilibre successif des nœuds

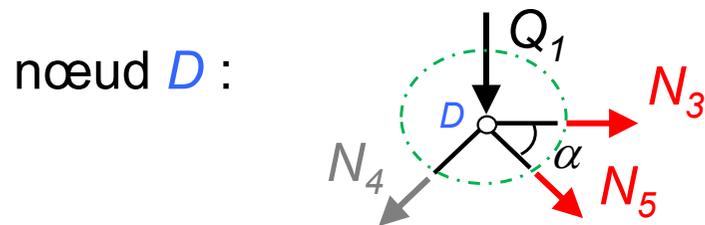


Équilibre des nœuds : 2 conditions d'équilibre : $\sum F_{x\text{nœud}} = 0$; $\sum F_{y\text{nœud}} = 0$

Isoler les nœuds de manière à avoir uniquement 2 efforts normaux inconnus.



$$\left. \begin{aligned} \sum F_x = 0 & : N_4 \cdot \cos \alpha + N_1 = 0 \\ \sum F_y = 0 & : A_y + N_4 \cdot \sin \alpha = 0 \end{aligned} \right\} N_1, N_4$$



$$\left. \begin{aligned} \sum F_x = 0 & : -N_4 \cdot \cos \alpha + N_5 \cdot \cos \alpha + N_3 = 0 \\ \sum F_y = 0 & : -N_4 \cdot \sin \alpha - Q_1 - N_5 \cdot \sin \alpha = 0 \end{aligned} \right\} N_3, N_5$$

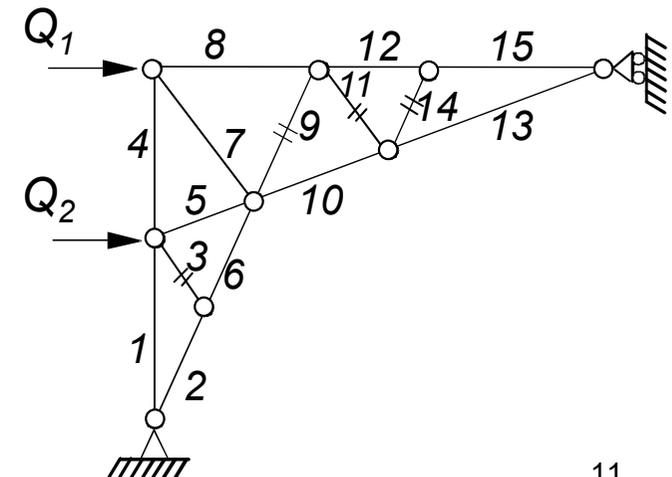
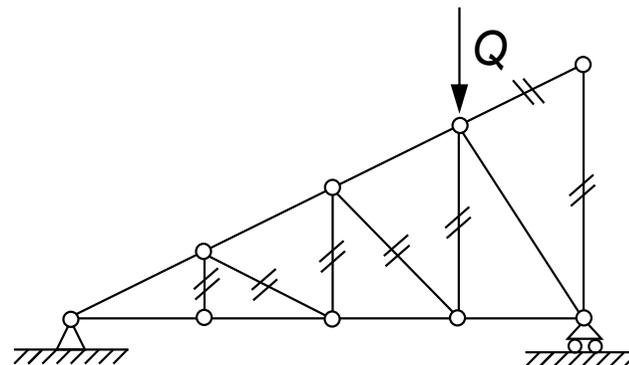
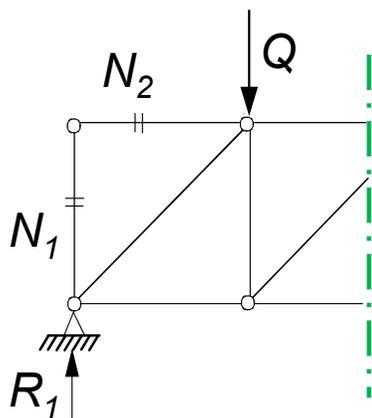
nœud C et nœud E

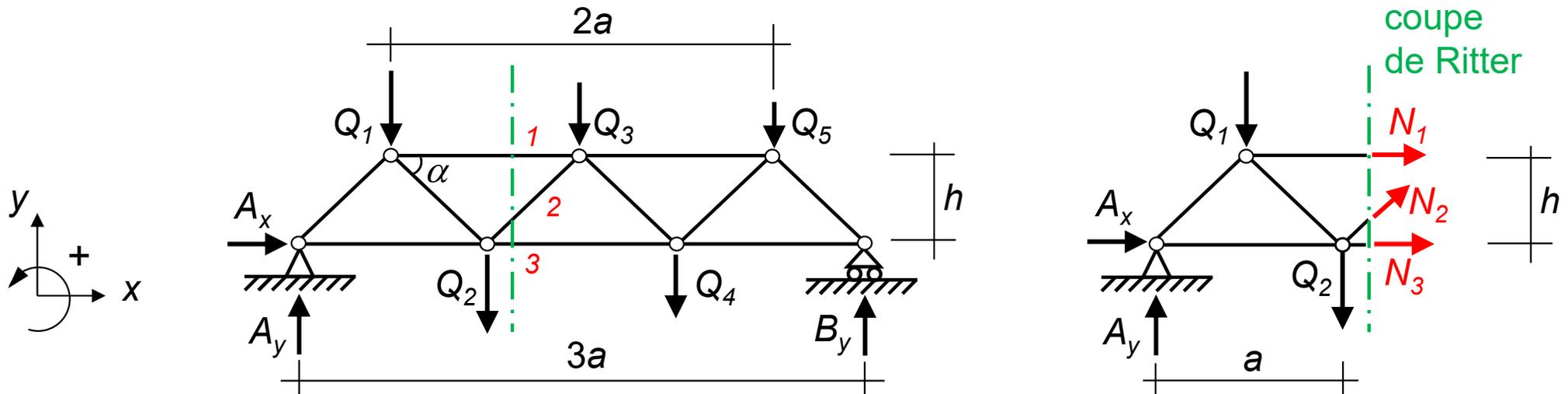
Treillis : Nœuds particuliers

4 nœuds particuliers, isolés et non chargés d'actions extérieures.

Géométrie				
	Barres alignées	Barres non alignées	Barres 1 et 2 alignées	Barres alignées deux à deux
Propriété	$N_1 = N_2$	$N_1 = 0$ $N_2 = 0$	$N_1 = N_2$ $N_3 = 0$	$N_1 = N_3$ $N_2 = N_4$

Barres à efforts nuls





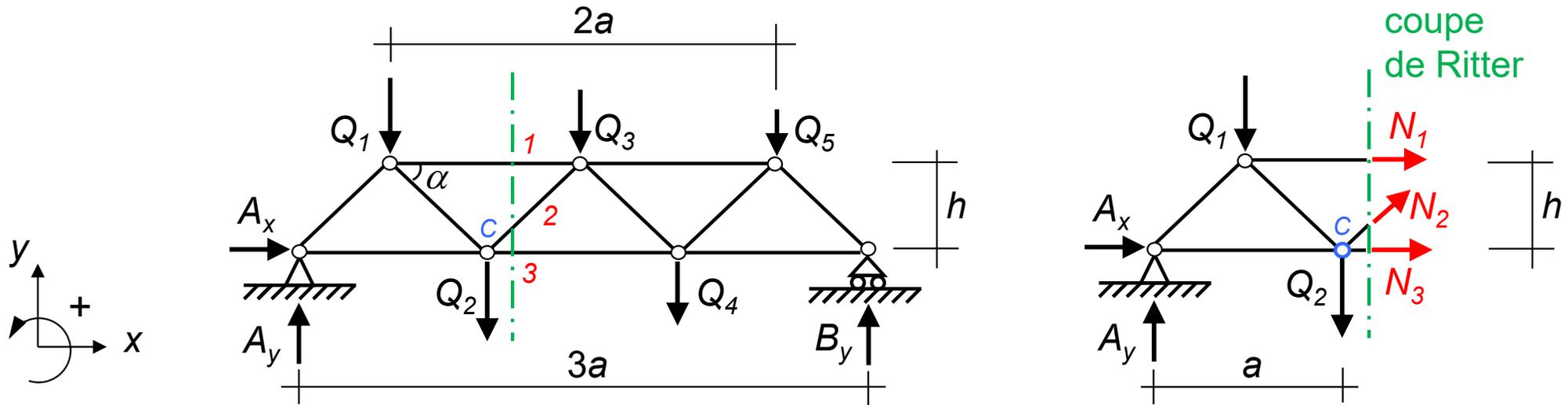
Couper le treillis en deux fragments par une **coupe de Ritter** (coupe simple).

Couper 3 barres au maximum (3 inconnues) car il n'y a que 3 équations d'équilibre dans le plan.

Procédure :

- Déterminer les réactions d'appuis A_x , A_y et B_y
- Effectuer la **coupe à travers les barres dont les efforts sont recherchés (1,2,3)**
- Introduire les efforts normaux inconnus N_1 , N_2 , N_3 des barres coupées (en traction) dans un des fragments du système

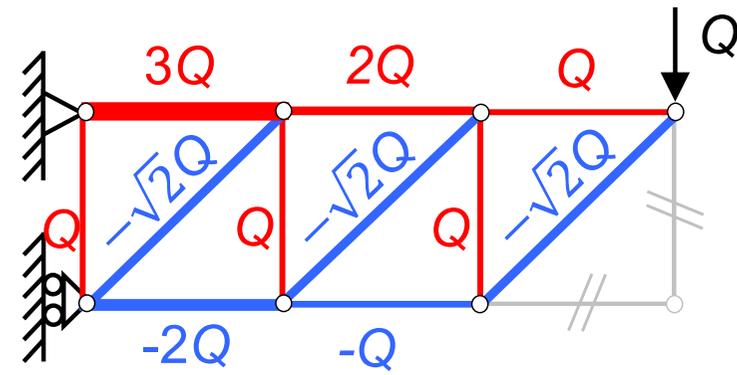
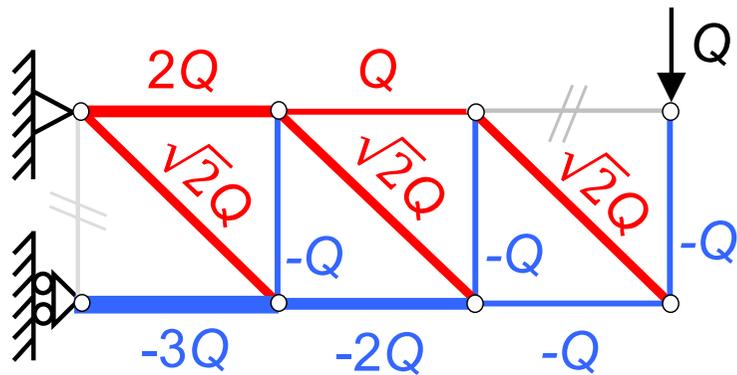
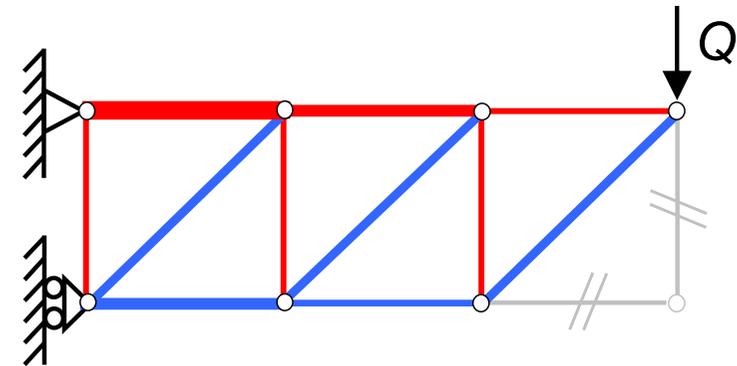
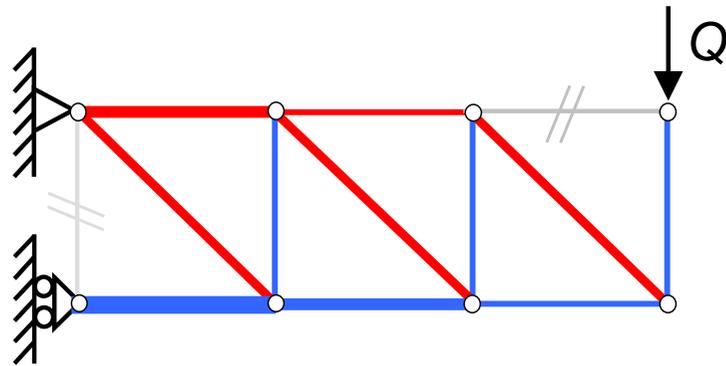
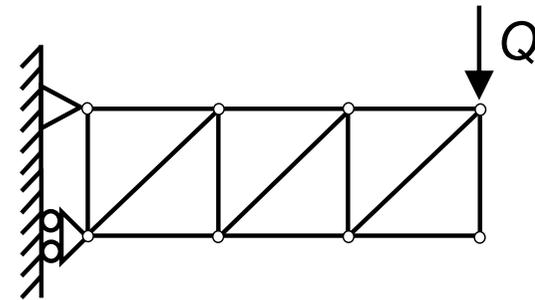
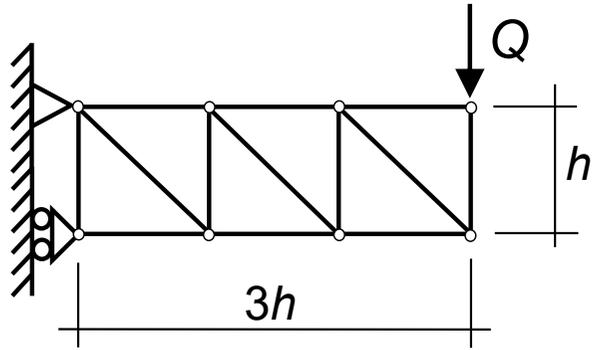
Treillis : Méthode de Ritter



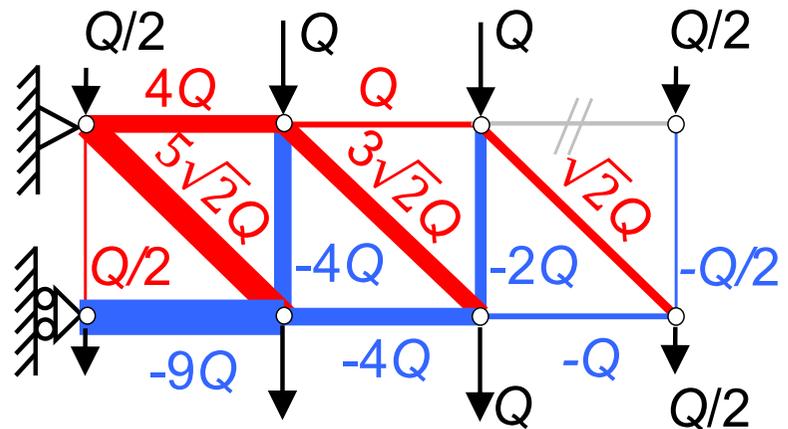
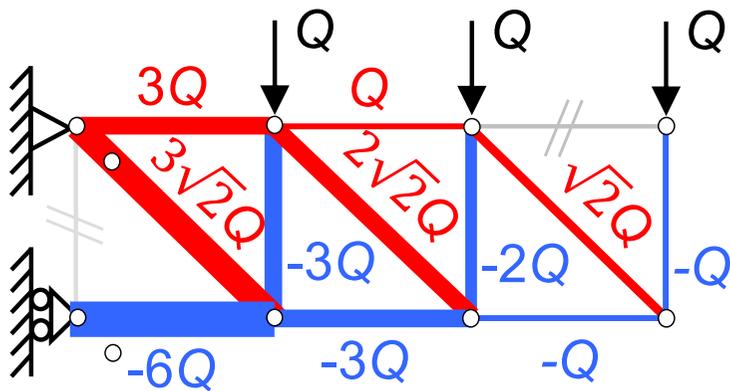
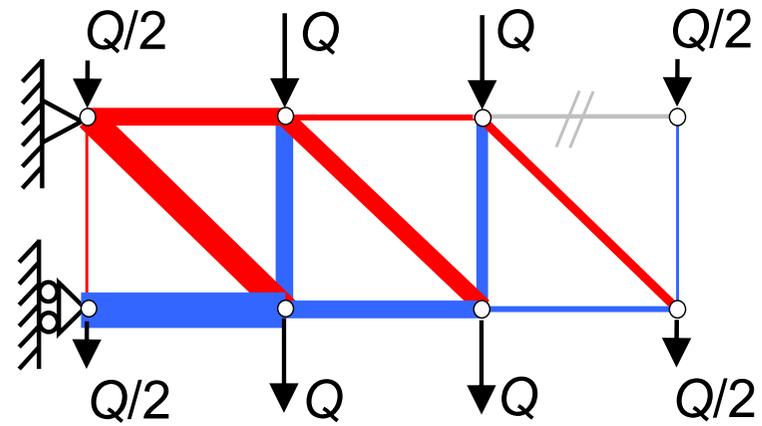
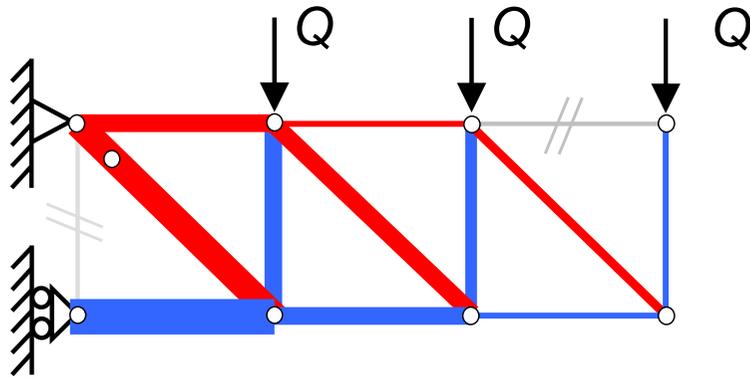
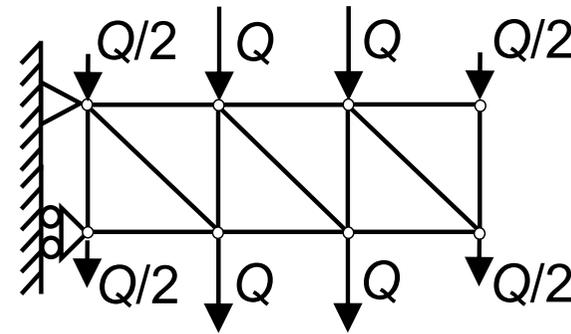
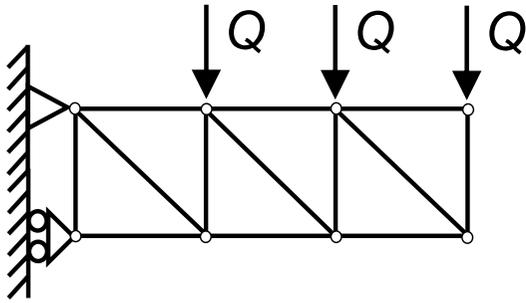
- Formuler des **conditions d'équilibre pour le fragment** (placer les centres de rotation aux points d'intersection des axes de deux barres avec efforts inconnus)

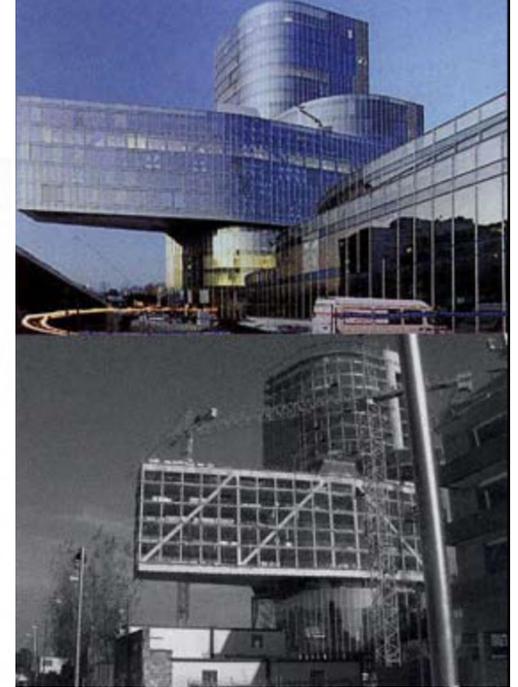
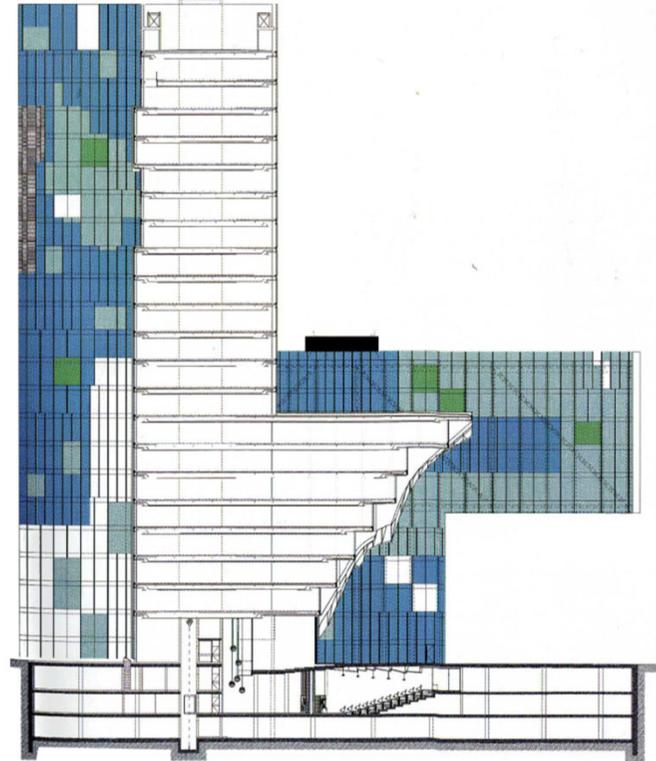
$$\left\{ \begin{array}{l} \sum M_C = 0 : \quad -A_y \cdot a + Q_1 \cdot a/2 - N_1 \cdot h = 0 \quad \Longrightarrow \quad N_1 \\ \sum F_y = 0 : \quad A_y - Q_1 - Q_2 + N_2 \cdot \sin \alpha = 0 \quad \Longrightarrow \quad N_2 \\ \sum F_x = 0 : \quad A_x + N_1 + N_2 \cdot \cos \alpha + N_3 = 0 \quad \Longrightarrow \quad N_3 \end{array} \right.$$

Treillis : Exemples

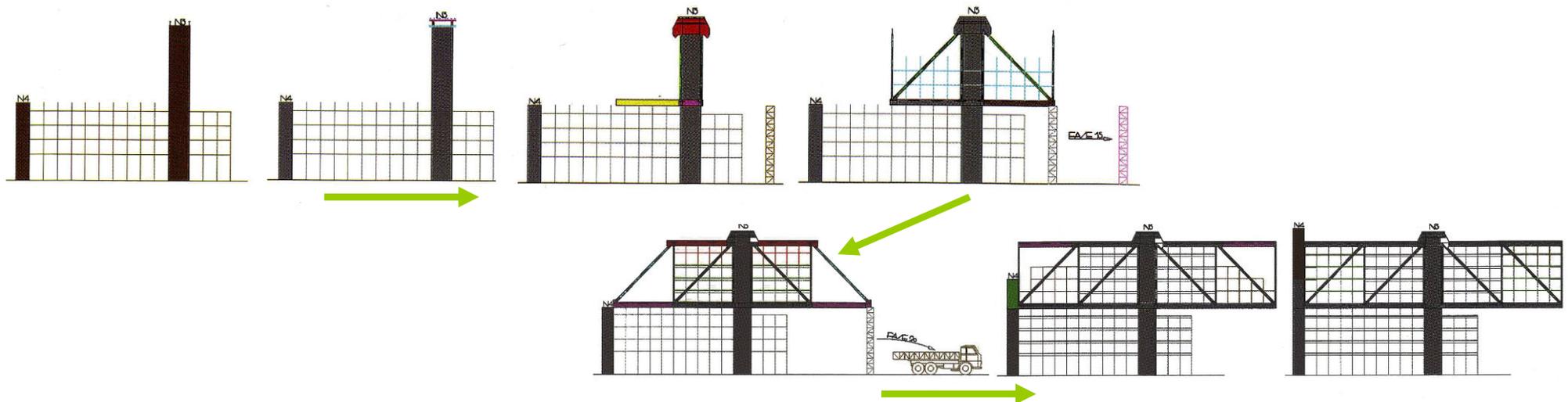


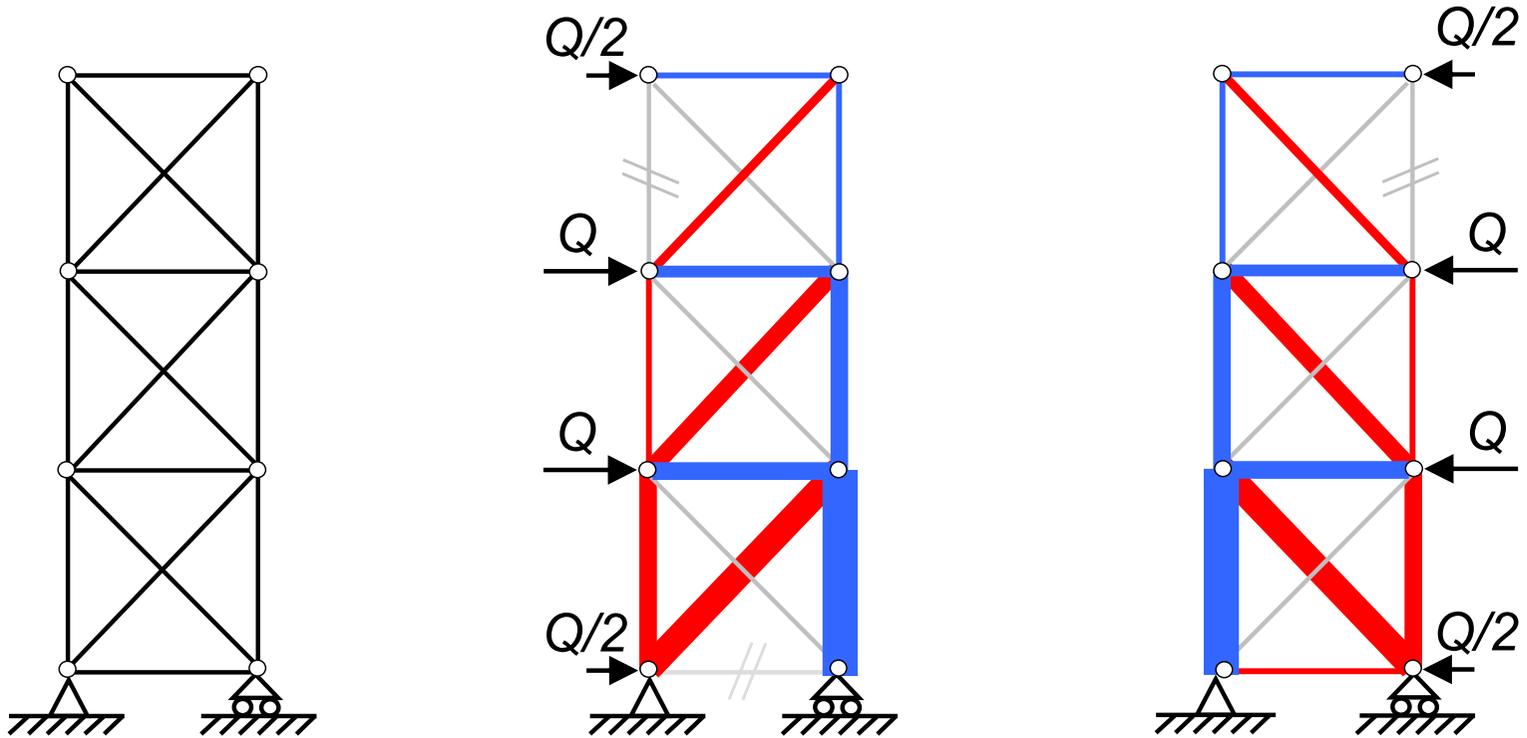
Treillis : Exemples





Tour Gas Natural à Barcelone





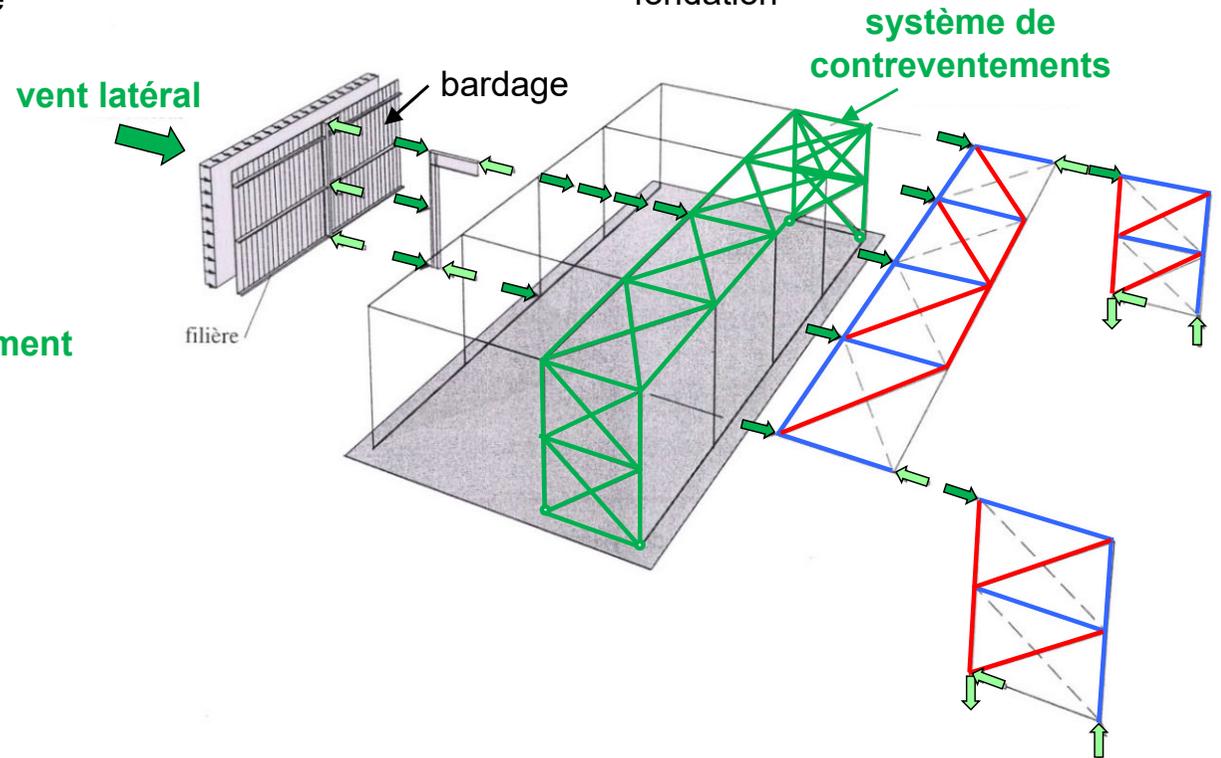
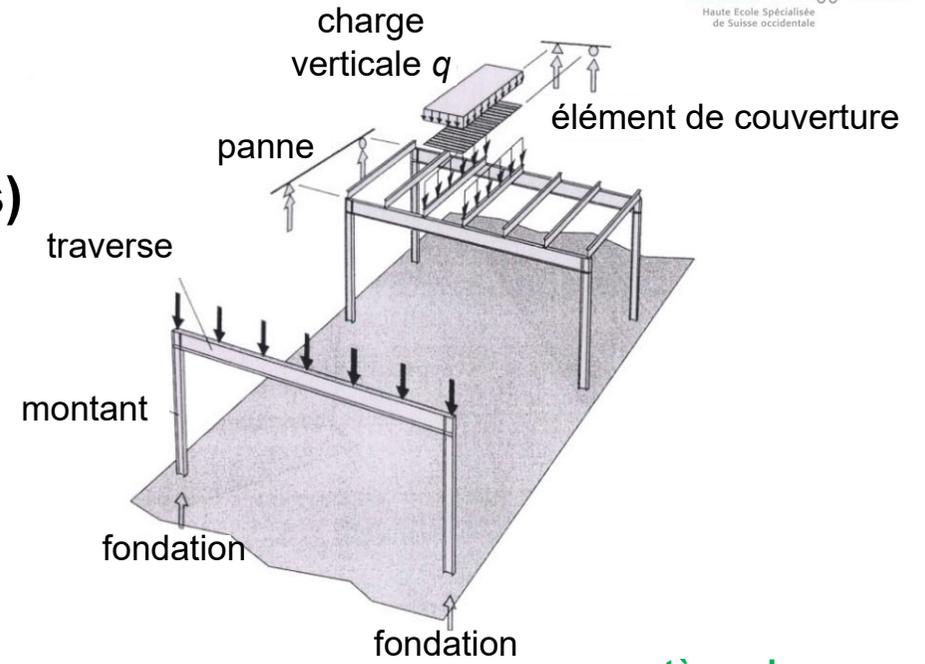
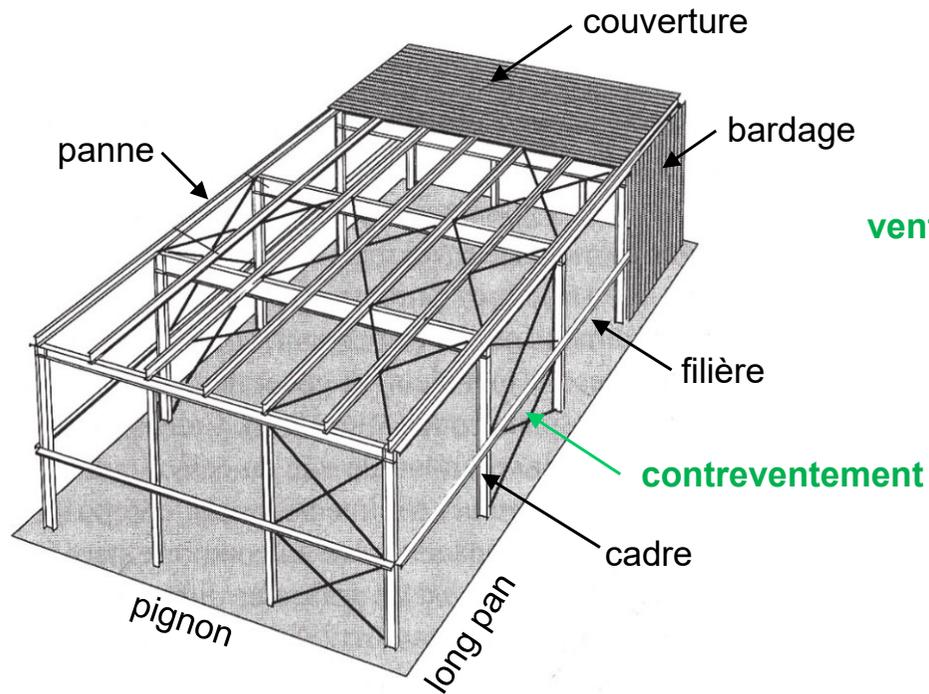


John Hancock Center, Chicago



Bank of China Tower, Hong Kong

Treillis de stabilisation (contreventements)



Treillis de stabilisation (contreventements)

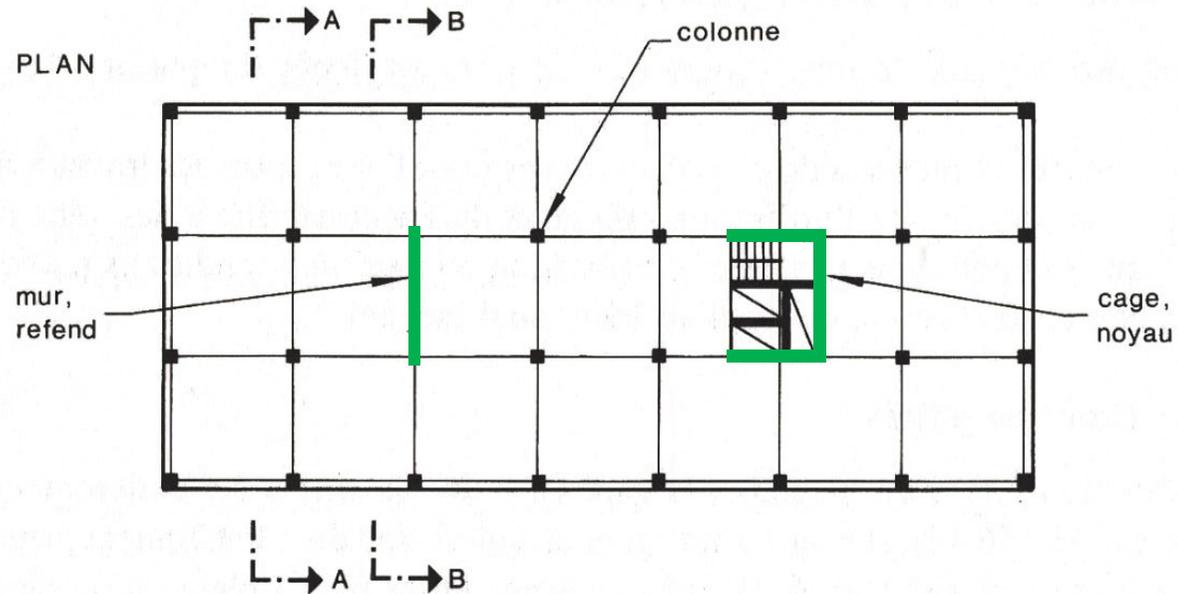


Immeuble les Hauts d'Évian

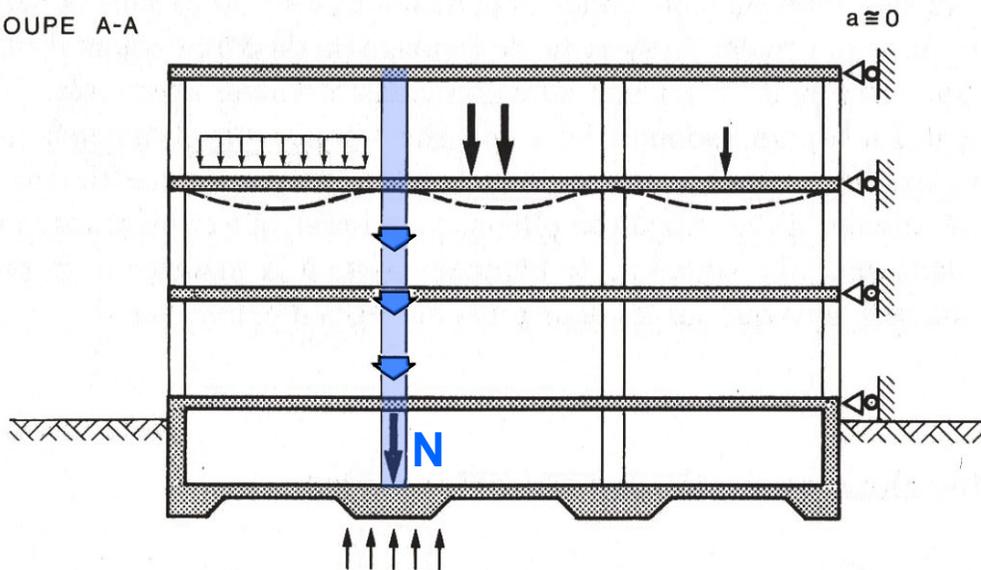


Académie de formation à Herne-Sodingen

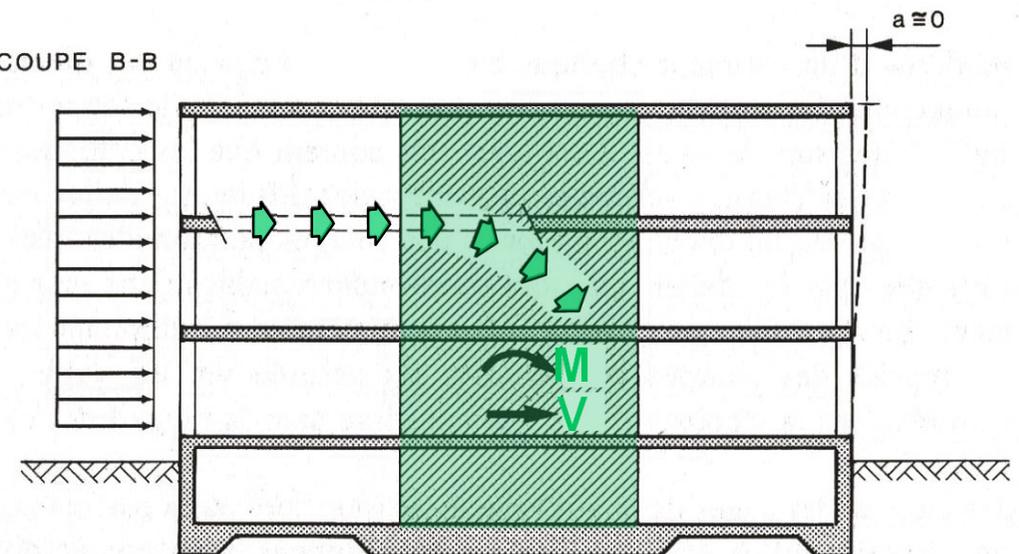
Murs de contreventement en béton armé



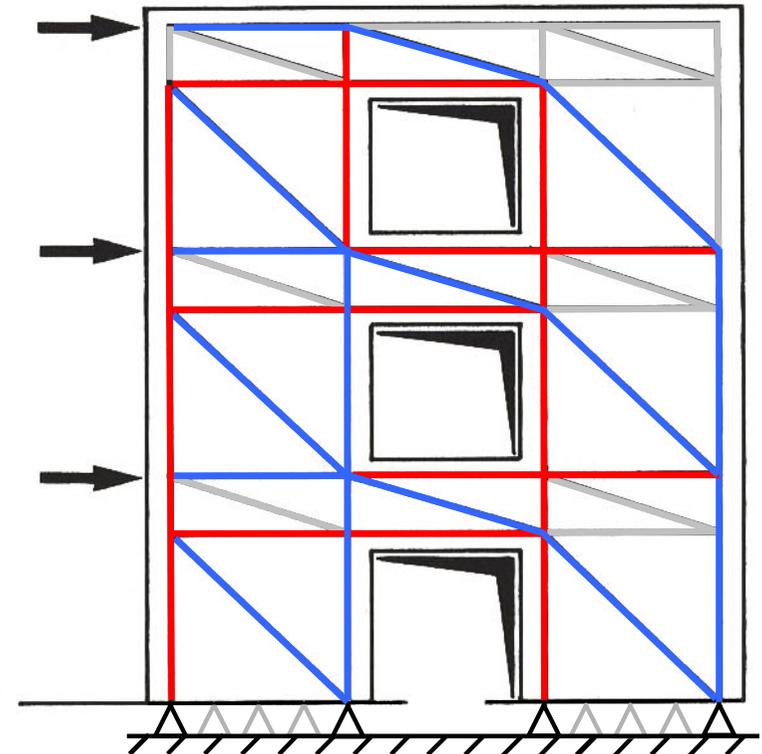
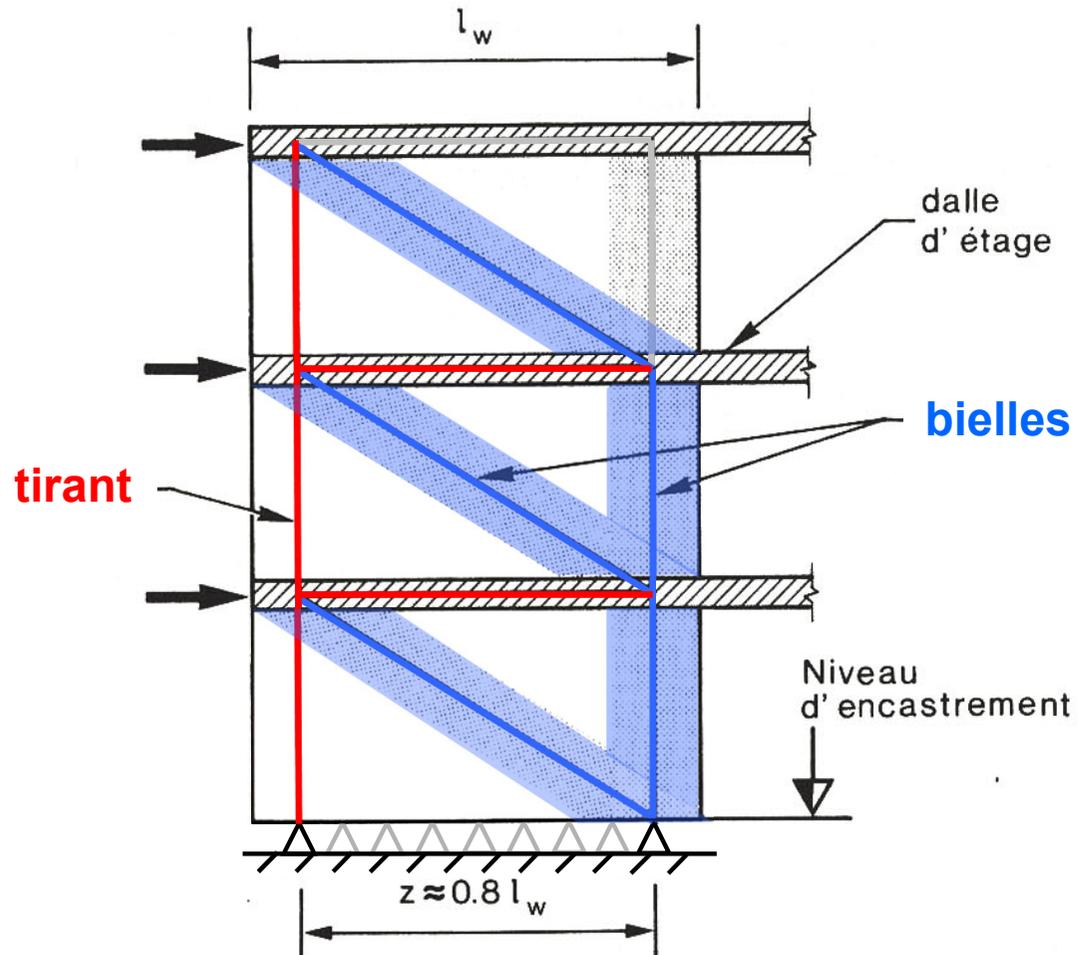
COUPE A-A



COUPE B-B



Murs de contreventement en béton armé



Murs de contreventement – Renforcements

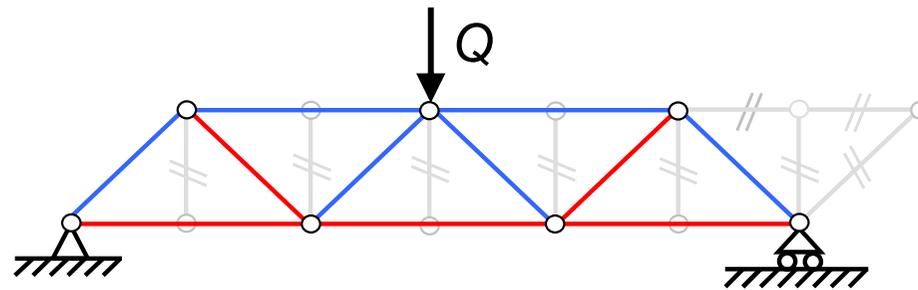
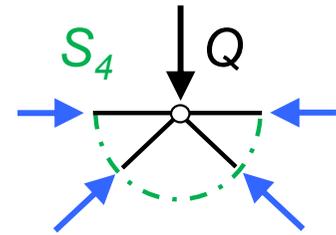
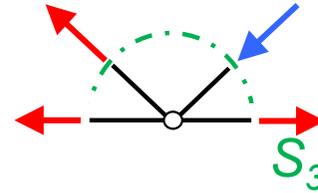
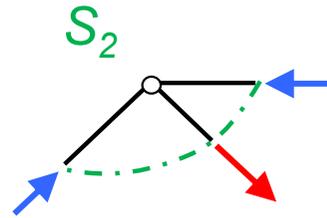
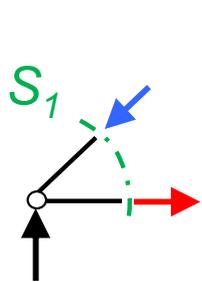
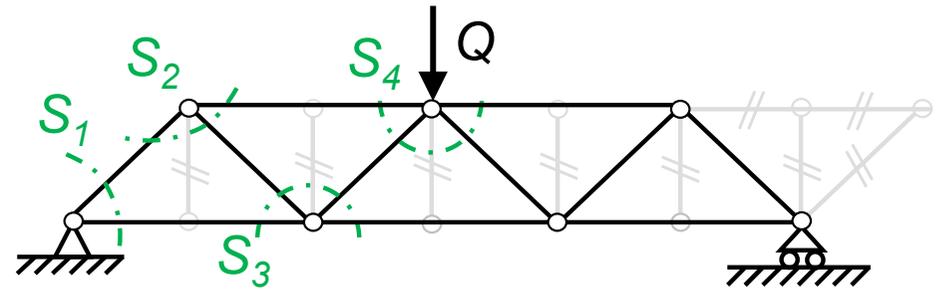
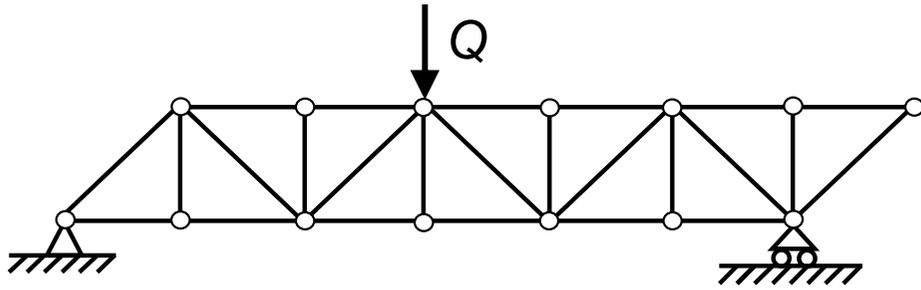


Renforcement mur en béton armé
pour création d'ouvertures

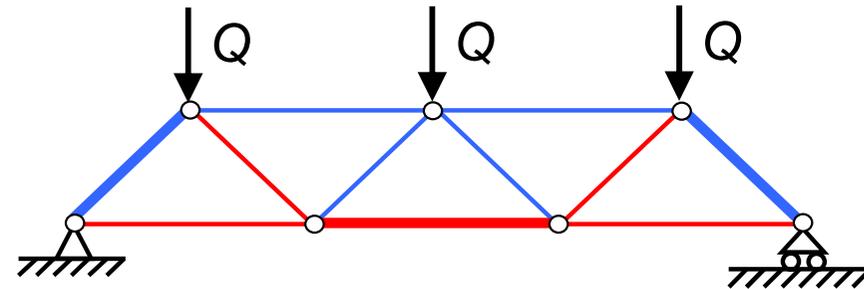
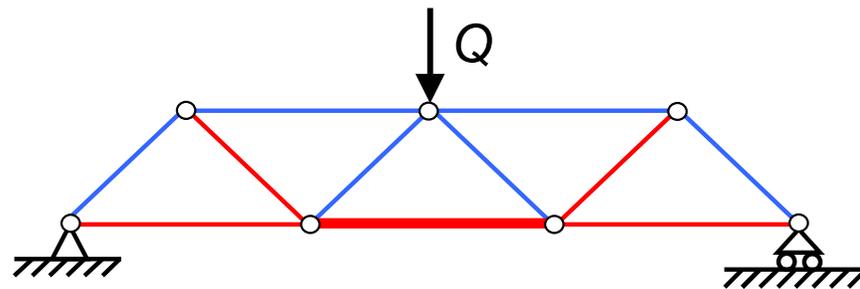
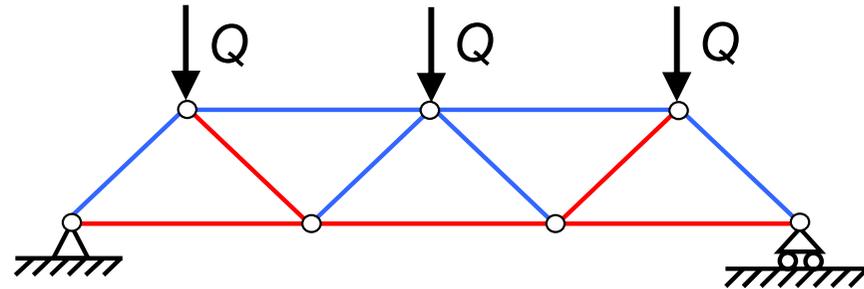
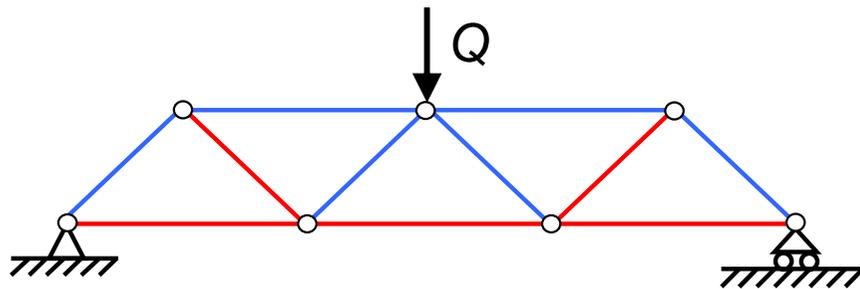
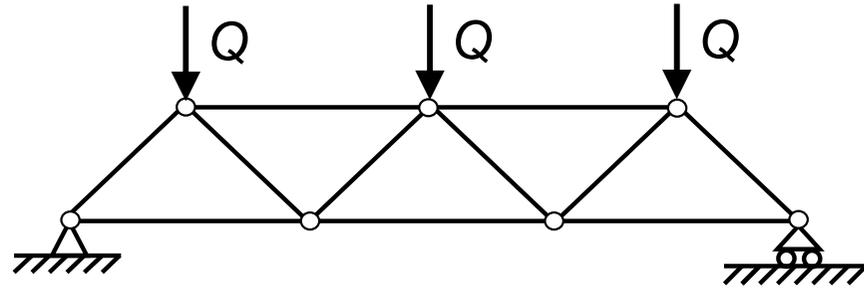
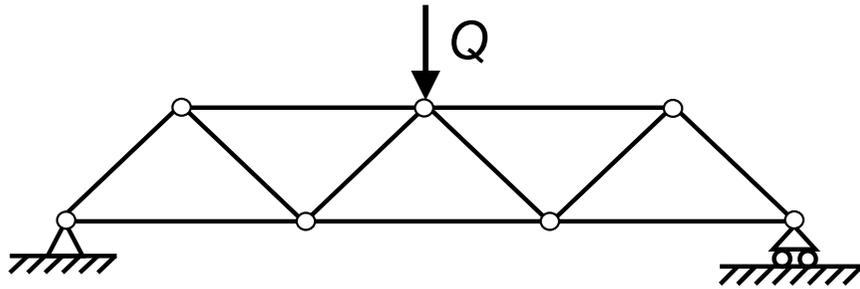


Renforcement mur en maçonnerie
(parasismique)

Treillis : Exemples



Treillis : Exemples





Centre Georges Pompidou, Paris

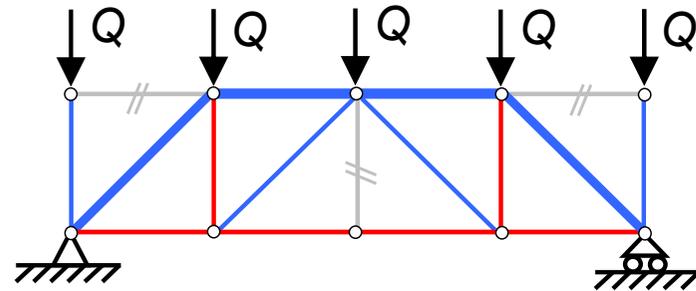
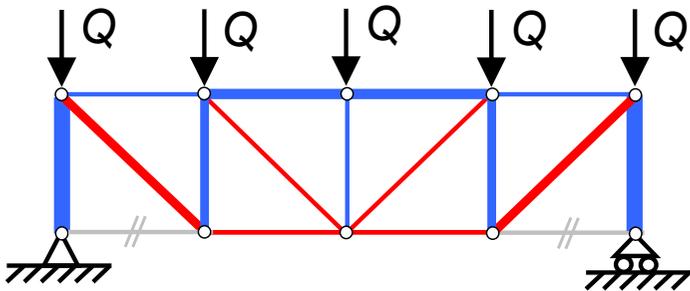
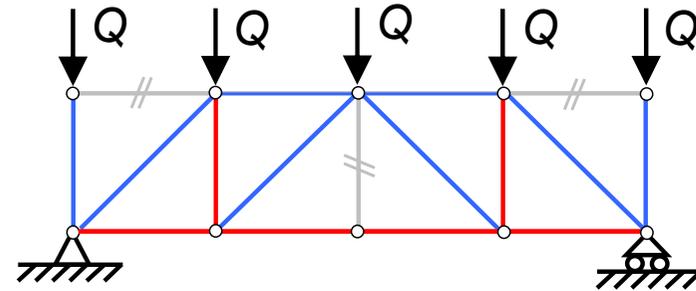
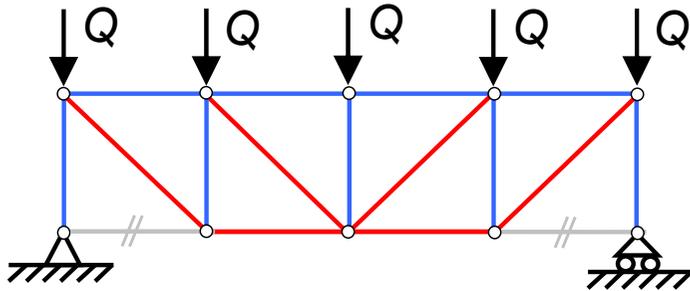
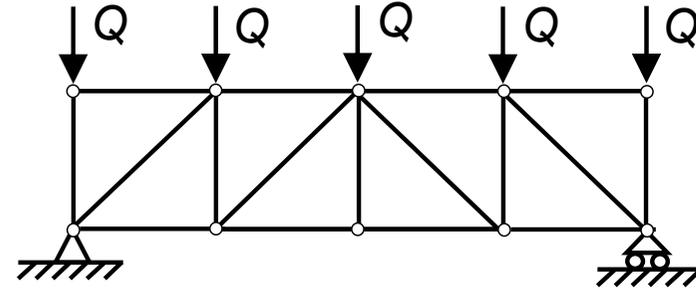
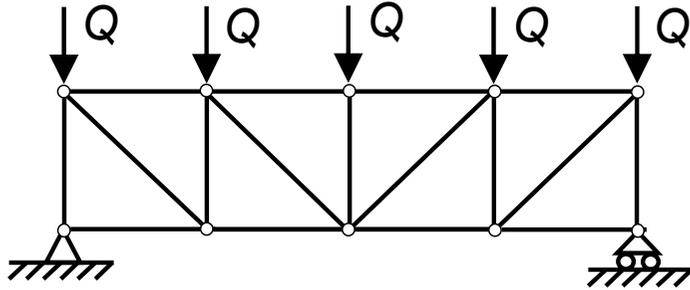


Schulhaus, Leutschenbach



Passerelle sur la Limmat entre Baden et Ennetbaden

Treillis : Exemples





Passerelle piétonne sur le Gave, www.pau-circulation.fr

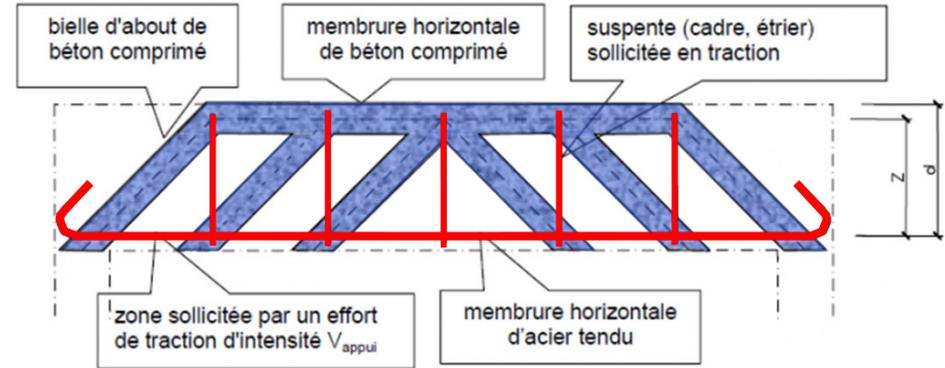
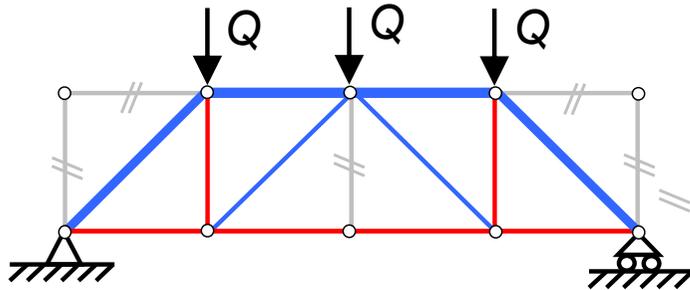


i.pinimg.com

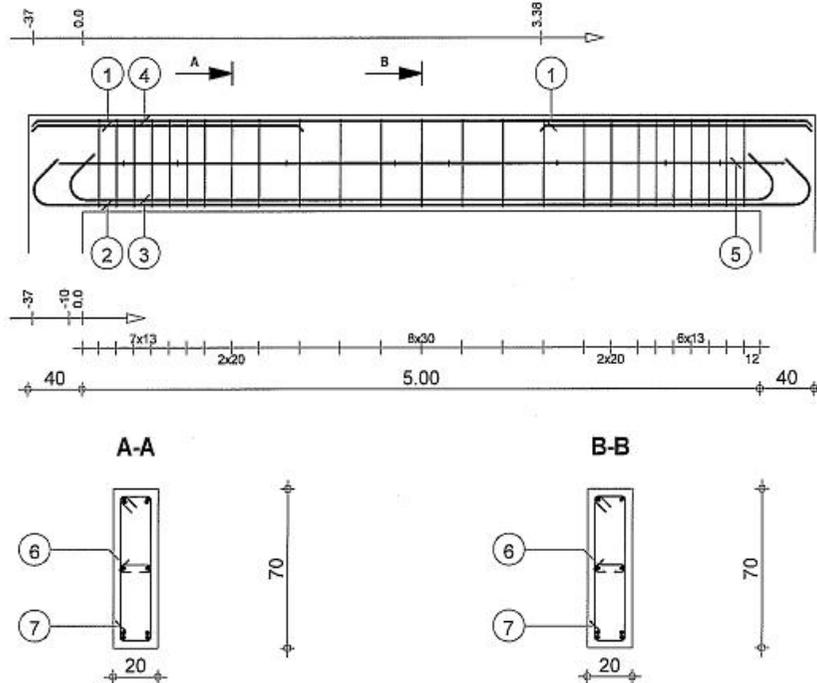


Halle 3000 Nord / Parc Expo, Mulhouse, www.ajeance.fr

Poutre en béton armé



www.civilmania.com



Pos.	Armature	Code	Forme
①	4HA 12	l=1.99	00
②	2HA 20	l=6.42	00
③	2HA 20	l=5.88	00
④	2HA 8	l=5.74	00
⑤	2HA 10	l=5.34	00
⑥	12HA 6	l=26	00
⑦	25HA 6	l=1.68	31



www.pointp.fr

www.sg-structuralmodeling.com