

EXERCICE BAT: CORRIGÉ

CONCEPTION STRUCTURALE D'UNE HALLE DE TENNIS

Question 1

La distance entre les cadres dépend essentiellement des charges et actions agissant sur la toiture (poids propre, neige, vent) et sur les façades (pressions dues au vent). En effet, plus l'écartement des cadres est important, plus la dimension des éléments porteurs secondaires (pannes, filières) est grande. Il y a donc un optimum à trouver entre le nombre de cadres et la dimension des éléments porteurs secondaires. Les écartements courants sont de l'ordre de 5 à 7m. Pour la halle de tennis, on choisit un écartement des cadres de 5.75 m.

Le choix de la composition des façades s'est porté sur des tôles profilées verticales qui s'appuient sur un système de filières horizontales écartées de 3 m (portée maximale des tôles de façade). Les tôles profilées de toiture posées transversalement sont fixées sur un système de pannes écartées de 4.5 m (portées maximales des tôles de toiture). La structure porteuse est donnée par la Figure 1.

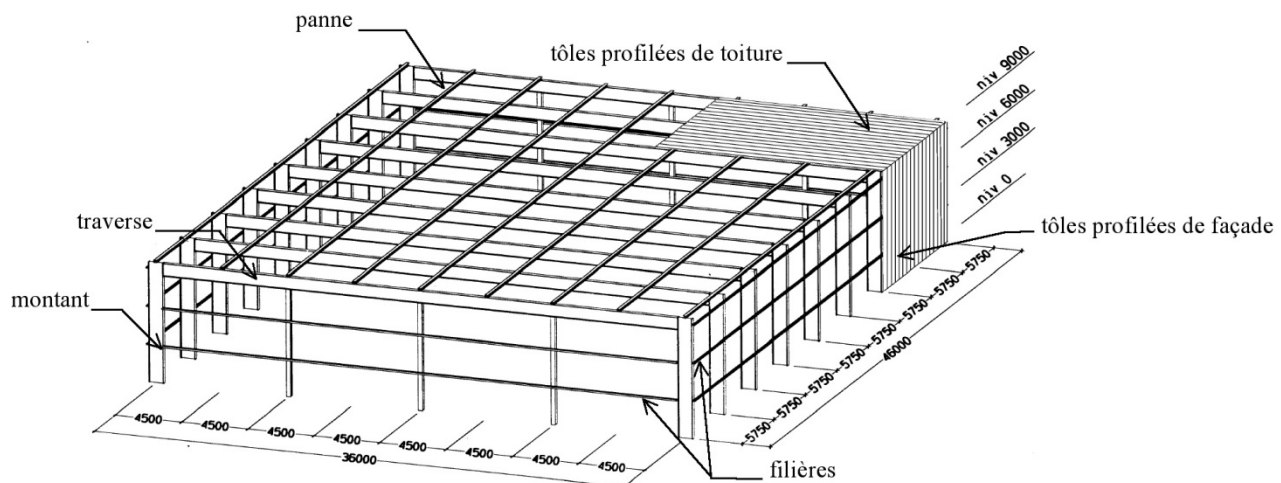


Figure 1 – Axonométrie de la halle de tennis : Eléments principaux

Question 2

Pied de montant: On choisit des pieds de montant articulés.

Cadre: Le choix des pieds de montant articulés permet d'envisager plusieurs solutions, par exemple un cadre à deux articulations, à trois articulations ou à quatre articulations (nécessitant un appui latéral). La structure choisie (Figure 2) pour la halle est un cadre à quatre articulations.

Pannes et filières: Le système statique choisi pour les pannes de toiture est la poutre simple, celui choisi pour les filières est la poutre continue.

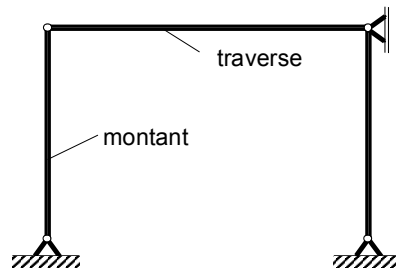


Figure 2 – Système statique du cadre

Remarque : La présence d'un appui latéral (constitué le plus souvent par un système de contreventements) est rendu obligatoire par le choix du système statique du cadre, sans quoi la halle ne serait pas stable.

Question 3

1. Charges permanentes (poids propre des éléments porteurs et non porteurs)
2. Charges climatiques (neige, vent : même si la force globale verticale de vent est souvent faible...)
3. Charges de construction
4. Charges utiles (seulement entretien du toit)
5. Charges accidentelles (séisme, choc, incendie)

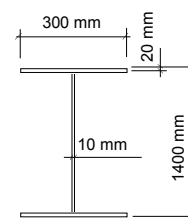
Question 4

Prédimensionnement :

Voici une manière parmi d'autres d'effectuer le prédimensionnement des éléments porteurs de la halle :

- Panne simple : $h = \frac{l}{20} = \frac{5750 \text{ mm}}{20} = 288 \text{ mm}$ **IPE 300**
- Filière continue : $h = \frac{l}{40} = \frac{5750 \text{ mm}}{40} = 144 \text{ mm}$ **IPE 140**
- Traverse : $h = \frac{l}{25} = \frac{36000 \text{ mm}}{25} = 1440 \text{ mm}$ **Poutre composée soudée à âme pleine**

(L'écartement entre les cadres de 5.75 m est relativement faible, d'où le choix de $l/25$ pour la hauteur.)



Aire de la section :
 $A_{trav} = 25600 \text{ mm}^2$

- Montant : **HEB 550** ($A_{mont} = 25400 \text{ mm}^2$)

Cheminement des charges verticales

On effectue le cheminement de la charge de neige depuis la toiture jusqu'aux fondations, pour un cadre intermédiaire (fig. 8). Le calcul des différentes réactions d'appui est effectué sans tenir compte du facteur de charge :

- Charge linéaire agissant sur la panne : $q_s = 1.2 \text{ kN/m}^2 \cdot 4.5 \text{ m} = 5.4 \text{ kN/m}$
- Réactions d'appui de la panne : $R_p = 5.4 \text{ kN/m} \cdot \frac{5.75 \text{ m}}{2} = 15.5 \text{ kN}$

- Réactions d'appui de la traverse : $R_t = \frac{1}{2} \cdot 8 \cdot 2 \cdot 15.5 \text{ kN} = 124 \text{ kN}$
- Réactions d'appui aux fondations : $R_f = 124 \text{ kN}$

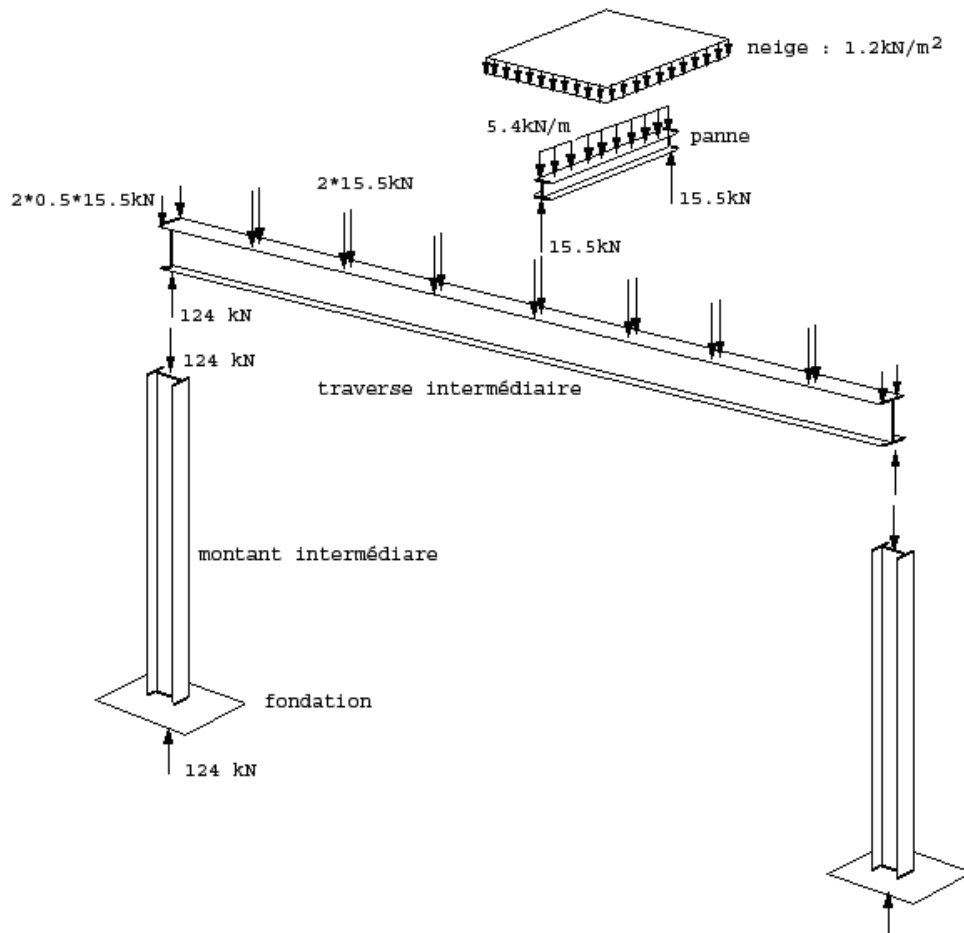


Figure 3 – Cheminement des charges verticales (exemple: neige).

Question 5

Lors de la conception de la halle de tennis, un système statique de cadres à quatre articulations a été choisi. La présence d'un contreventement est obligatoire, sans quoi la halle ne serait pas stable. De même, pour la direction perpendiculaire au plan des cadres, les cadres doivent être stabilisés hors de leur plan. La conception des contreventements est donnée à la figure 4. Il s'agit d'une solution parmi d'autres.

L'élancement des treillis de contreventements $\frac{h}{l}$ doit être compris entre $\frac{1}{5}$ et $\frac{1}{8}$.

Les élancements des contreventements choisis sont bons, soit :

6. pour le contreventement longitudinal : $\frac{9 \text{ m}}{46 \text{ m}} = \frac{1}{5.1}$
7. pour le contreventement transversal : $\frac{5.75 \text{ m}}{36 \text{ m}} = \frac{1}{6.3}$

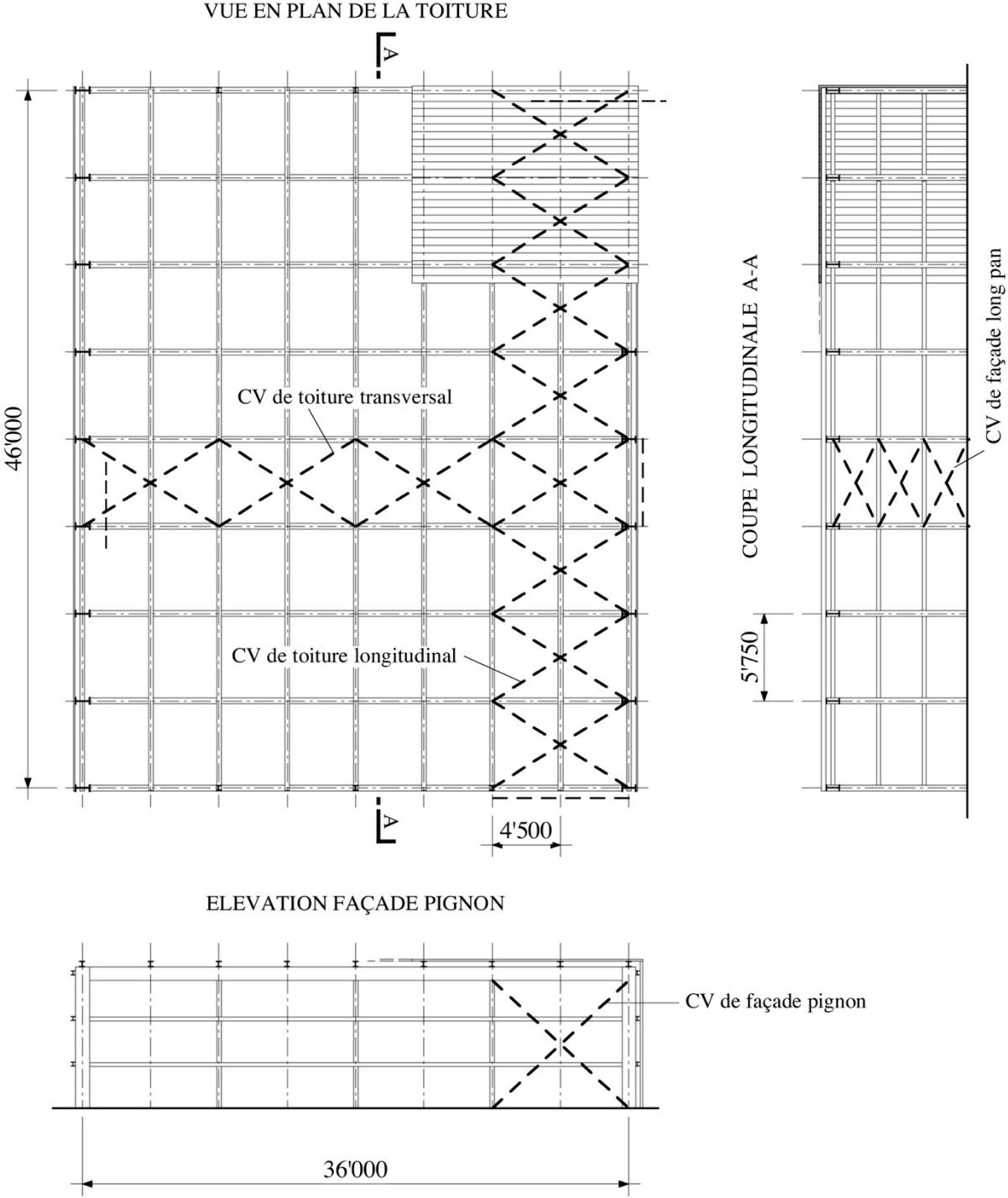


Figure 4 – Contreventements transversal et longitudinal de la halle

Question 6

Le cheminement des forces de vent transversal et de vent longitudinal se fait de manière semblable en admettant que la pression du vent agissant sur la façade se répartit à moitié dans les fondations, et à moitié dans les traverses des cadres. Le calcul des forces est fait sans facteur de charge.

Dans le sens transversal, la force reprise par une traverse intermédiaire est:

$$F_{Ed} = \frac{1}{2} \cdot 9 \text{ m} \cdot 5.75 \text{ m} \cdot 0.9 \text{ kN/m}^2 = 23.3 \text{ kN} \quad (\text{en compression})$$

Les traverses transmettent ces forces jusqu'au contreventement de toiture, qui les transmettra à son tour aux contreventements de façade et aux fondations.

La réaction du CV de façade est : $R_{CV} = \frac{1}{2} \cdot (7 \cdot 23.3 \text{ kN} + 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 23.3 \text{ kN}) = 93.2 \text{ kN}$

Les fondations doivent reprendre les réactions d'appui R_{CV} du contreventement de toiture :

$$R_h = R_{CV}$$

$$R_v = \frac{R_{CV} \cdot h}{b} = \frac{93.2 \text{ kN} \cdot 9 \text{ m}}{9 \text{ m}} = 93.2 \text{ kN}$$

La Figure 5 montre le cheminement de l'action du vent transversal jusqu'aux fondations.

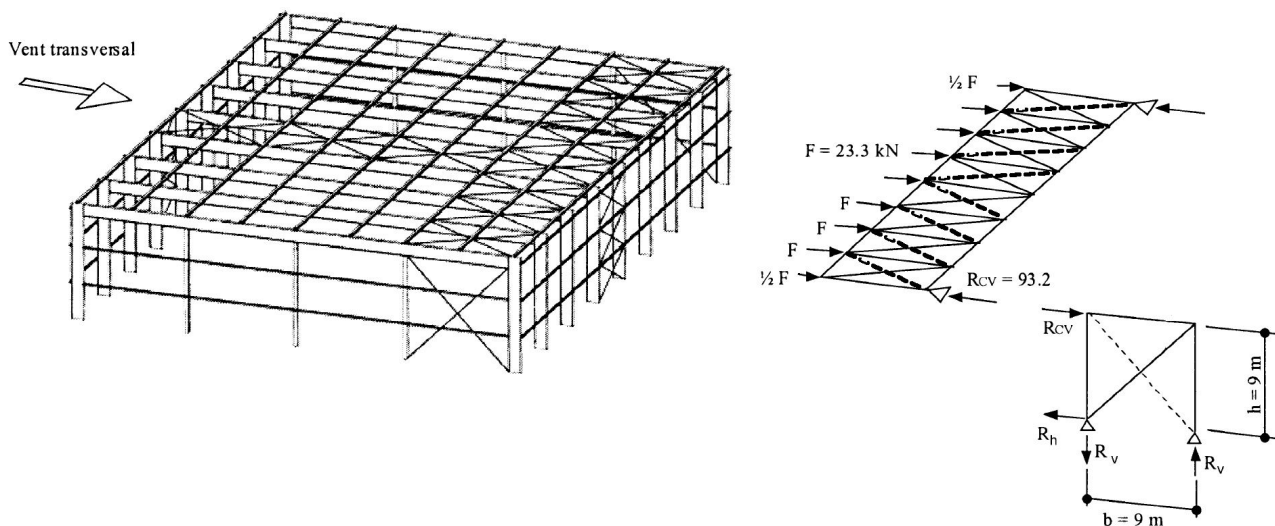


Figure 5 – Cheminement des forces de vent transversal aux fondations

Remarque :

Le cheminement des forces est similaire **dans le sens longitudinal**.

La force reprise par une panne de toiture sur deux est : $F = \frac{1}{2} \cdot 9 \text{ m} \cdot 9 \text{ m} \cdot 0.9 \text{ kN/m}^2 = 36.45 \text{ kN}$

La réaction d'appui du contreventement de toiture soumis aux forces des pannes est de :

$$R_{CV} = \frac{1}{2} \cdot (3 \cdot F + 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot F) = 2F = 72.9 \text{ kN}$$

Le moment transmis aux fondations est alors de : $M = R_{CV} \cdot h = 72.9 \text{ kN} \cdot 9 \text{ m} = 656.1 \text{ kNm}$

Par conséquent, les réactions d'appui verticales valent alors : $R_h = R_{CV}$

$$R_v = \pm \frac{M}{b} = \pm \frac{656.1 \text{ kN.m}}{5.75 \text{ m}} = \pm 114.1 \text{ kN}$$

La figure 6 illustre ce cheminement.

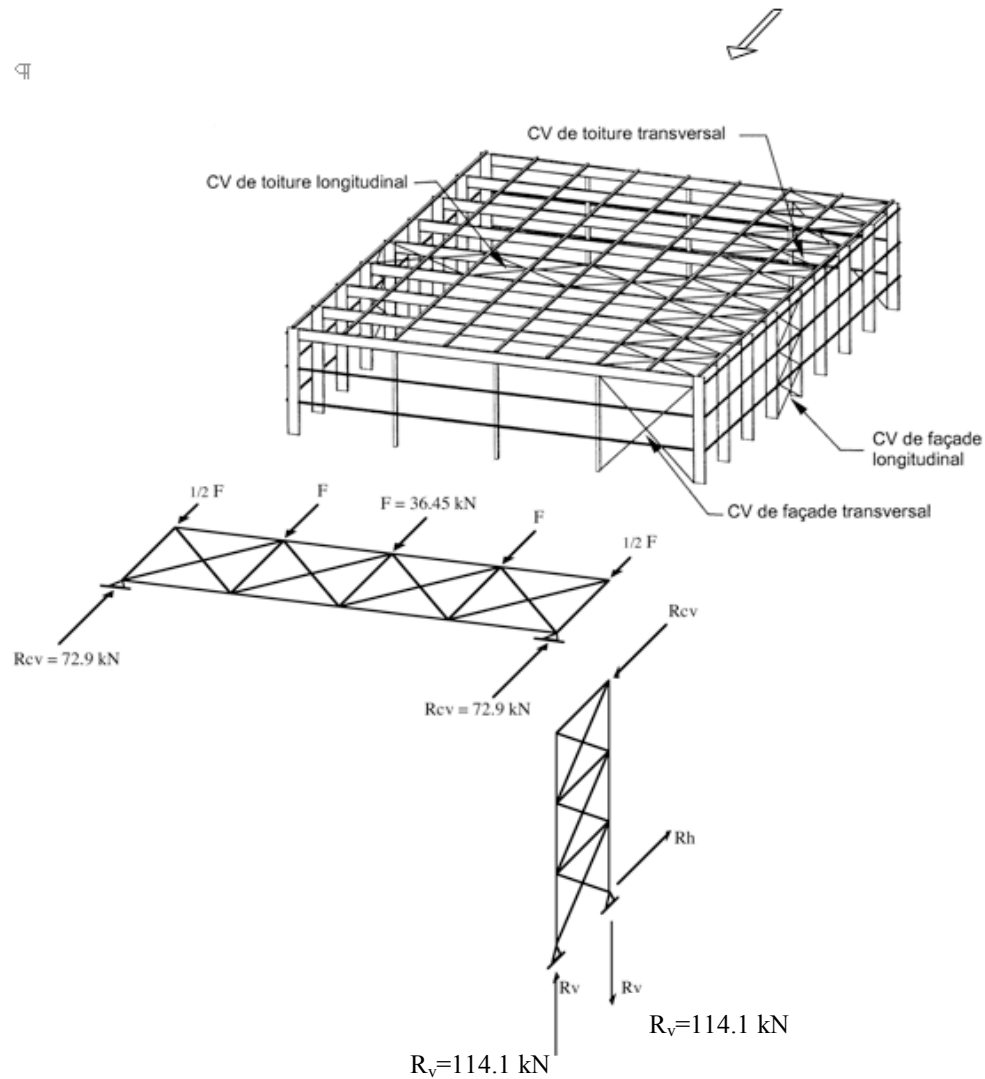


Figure 6 – Cheminement des forces du vent longitudinal aux fondations