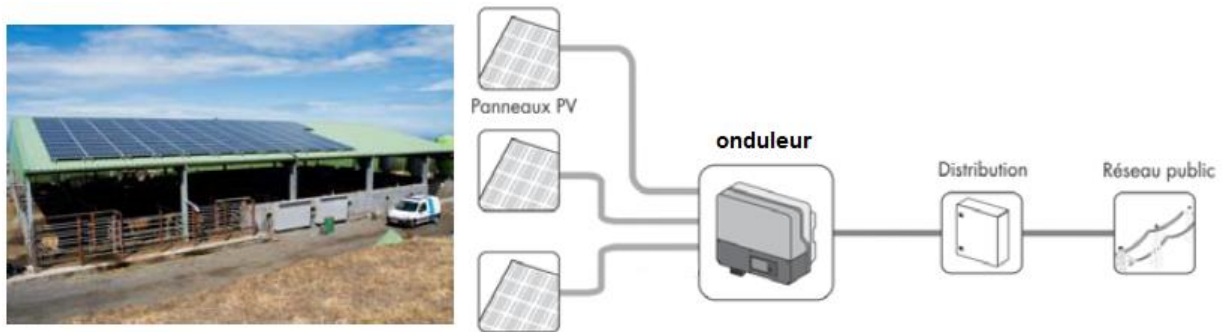
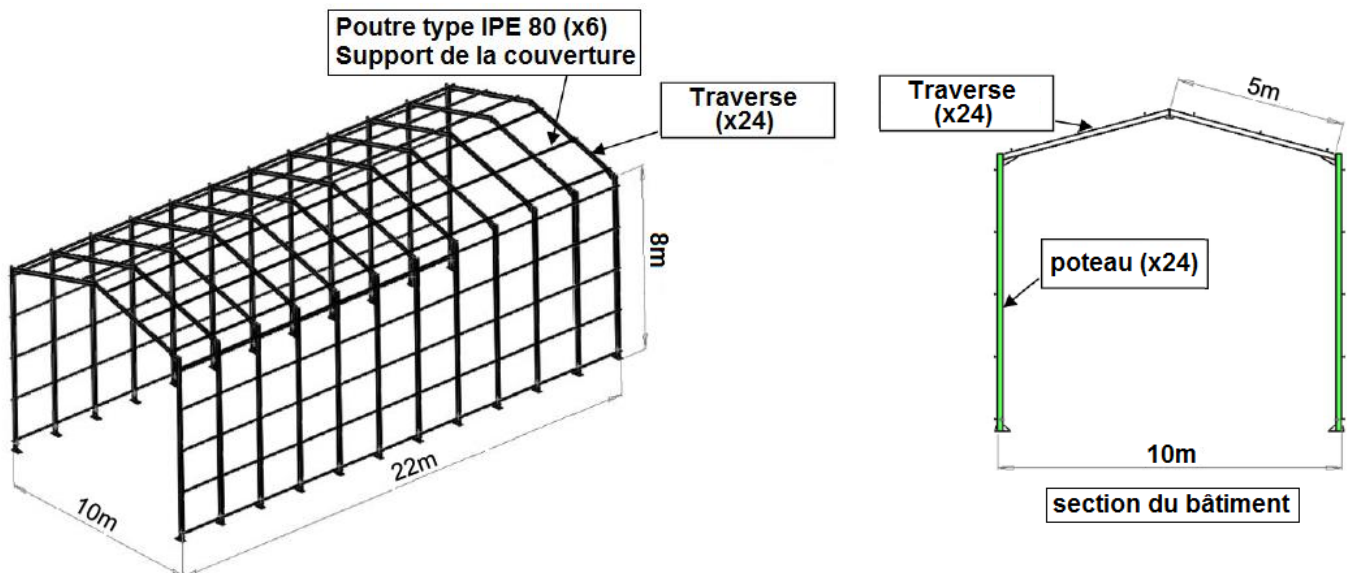


TOITURE PHOTOVOLTAÏQUE D'UN BÂTIMENT AGRICOLE



Objectif : vérifier la résistance de la structure du bâtiment de stockage du fourrage sur lequel vont être installés les panneaux photovoltaïques.

La structure d'un bâtiment agricole, destiné au stockage de fourrage, est décrite ci-dessous.



La structure du bâtiment est composée de 12 sections identiques espacées de 2 m.

Le bâtiment est recouvert par des tôles type bac acier, la structure de la toiture est composée de traverses sur lesquelles sont posées des poutres.

Pour réduire l'empreinte carbone de la ferme, l'installation d'un champ de production d'électricité solaire photovoltaïque est envisagée.

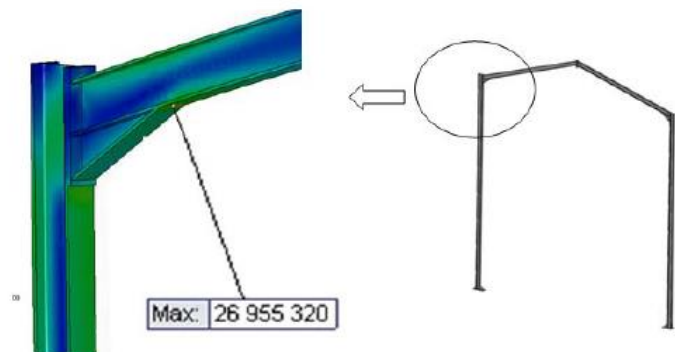
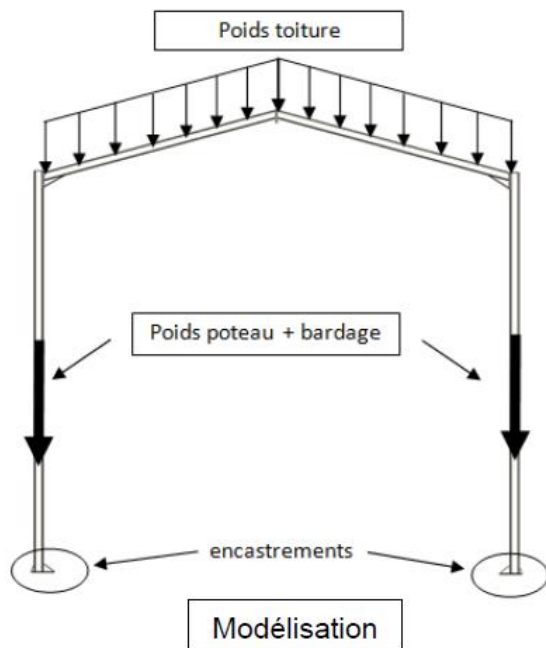
Il est prévu que l'énergie électrique continue produite par les panneaux solaires photovoltaïques soit intégralement renvoyée sur le réseau électrique alternatif en passant par un onduleur.

1 / Modélisation du bâtiment sans les panneaux photovoltaïques

On considère une section du bâtiment.

Les résultats de la simulation sous charge de la structure sans panneaux photovoltaïques sont donnés ci-dessous.

La limite élastique « **Re** » de l'acier est de 275 MPa.



Contrainte de Von Mises dans la zone la plus sollicitée de la structure

La zone la plus sollicitée de la structure est mise en évidence sur la simulation. La contrainte équivalente de Von Mises maximum est de $26\,955\,320 \text{ Nm}^{-2}$.

Q1 / CITER le type de sollicitation subie par :

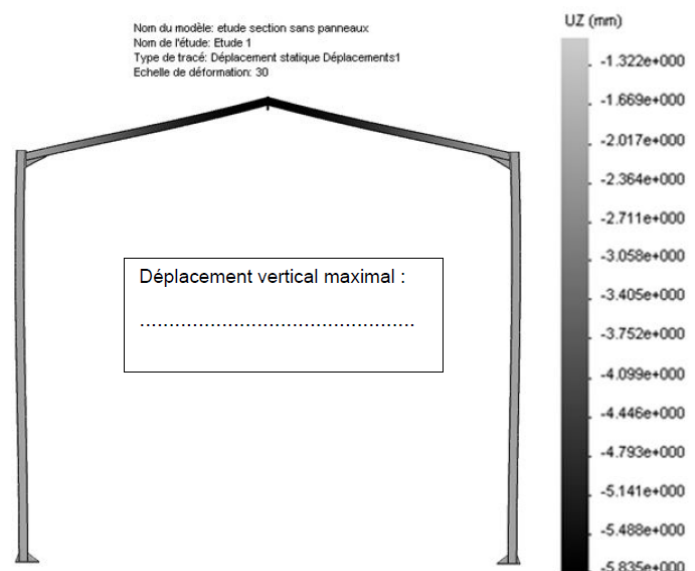
- une traverse
- l'ensemble (poteau + bardage)

PRÉCISER, pour chaque élément, s'il s'agit d'un chargement ponctuel ou réparti.

Q2 / DÉTERMINER la valeur du coefficient de sécurité « **CS** ».

Les résultats d'une simulation donnée ci-contre permettent d'estimer la valeur du déplacement vertical maximum dans la structure.

Q3 / ENTOURER, sur la figure, la zone où se situent les plus forts déplacements.
NOTER la valeur maximale du déplacement vertical.



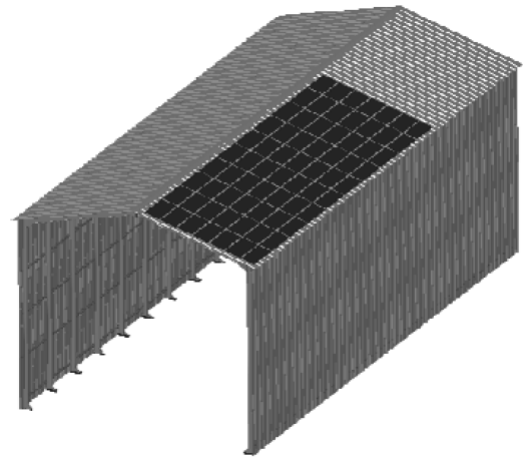
2 / Ajout de panneaux photovoltaïques

On souhaite vérifier la résistance de la structure lorsque l'on ajoute des panneaux photovoltaïques sur le toit.

Une augmentation maximum de 25% sera tolérée, tant du point de vue de la contrainte que du déplacement.

Dimensions	
Longueur (mm)	1500
Largeur (mm)	708
Profondeur (avec la boîte de connexions) (mm)	25
Masse (kg)	10.9
Performances sous irradiance de 1000W/m²	
Tension au point de puissance maximum (V)	17.7
Courant au point de puissance maximum (A)	7.63
Puissance (W)	135
Tension de circuit ouvert (V)	22.1
Courant de court-circuit (A)	8.37

Module solaire Kyocera FD135GH

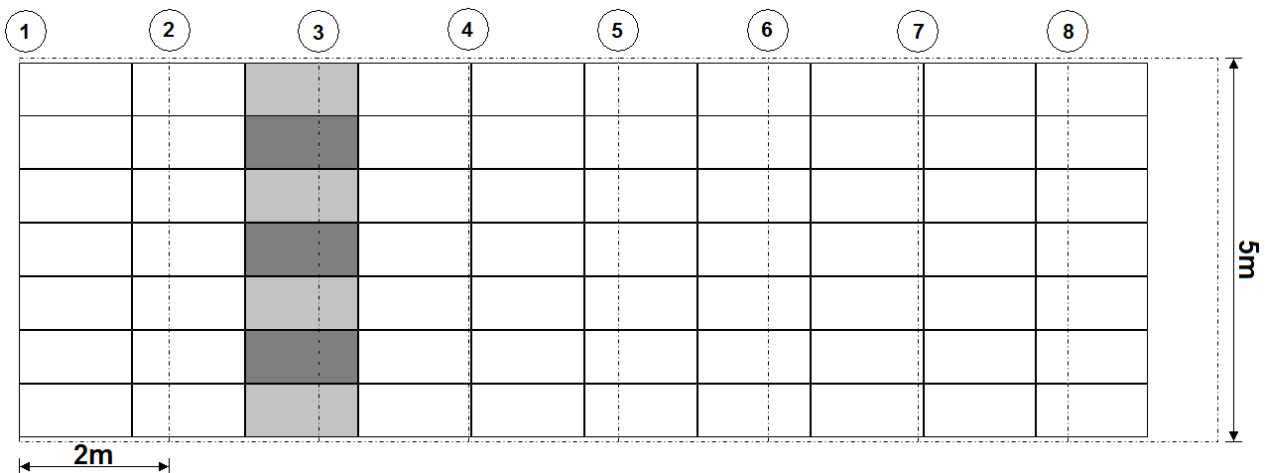


La figure ci-dessus indique la disposition des 70 panneaux, en 7 lignes de 10 panneaux.

Quelques-unes des caractéristiques des panneaux photovoltaïques sont indiquées dans le tableau ci-dessus.

Q4 / DÉTERMINER la masse d'un panneau par unité de surface « m_s » (en kg/m²).

La portion de toiture qui supporte les panneaux est représentée ci-dessous.



Q5 / INDIQUER combien de traverses sont concernées par la surcharge induite par les panneaux.
PRÉCISER les numéros des deux traverses les moins sollicitées.

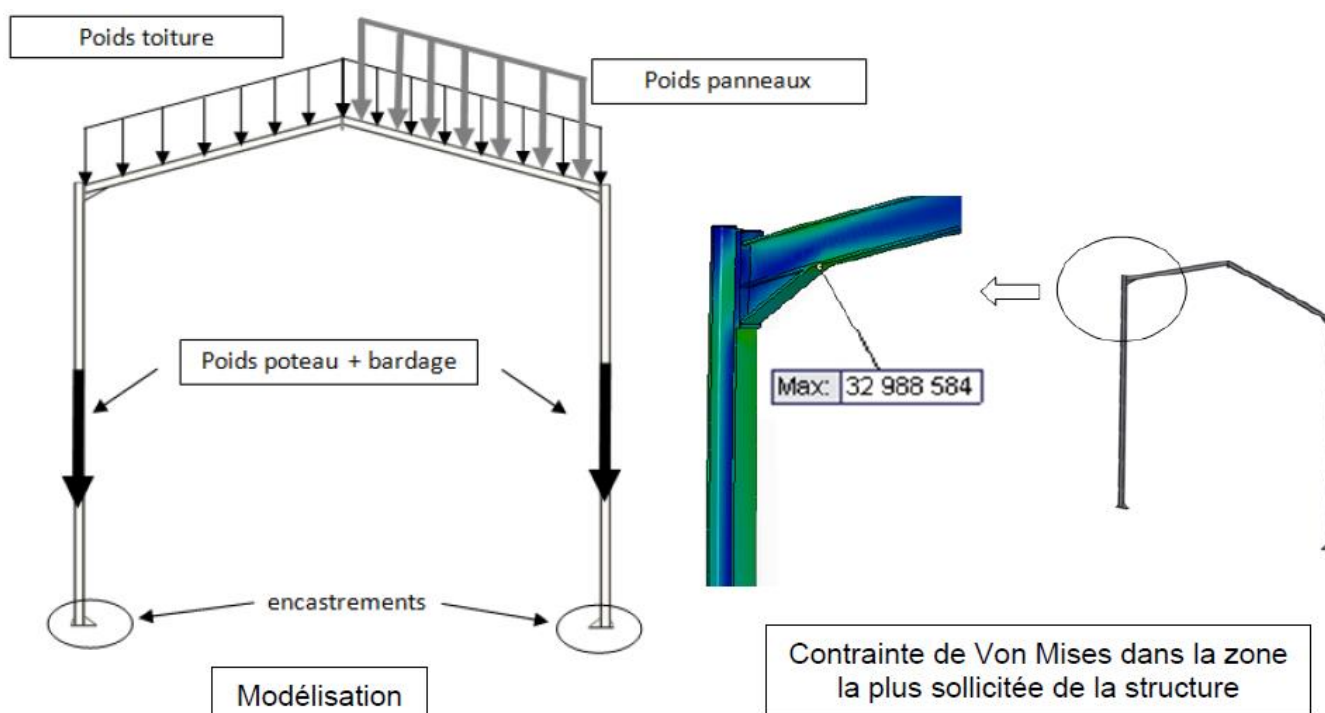
Q6 / REPRÉSENTER, sur la figure ci-dessus, la surface d'influence « S » de la surcharge sur la traverse n°4.

MONTREZ que la valeur de S est d'environ 10m².

Q7 / DÉTERMINER la surcharge engendrée par la surface d'influence sur une traverse courante.
PRENDRE $g = 10 \text{ ms}^{-2}$.

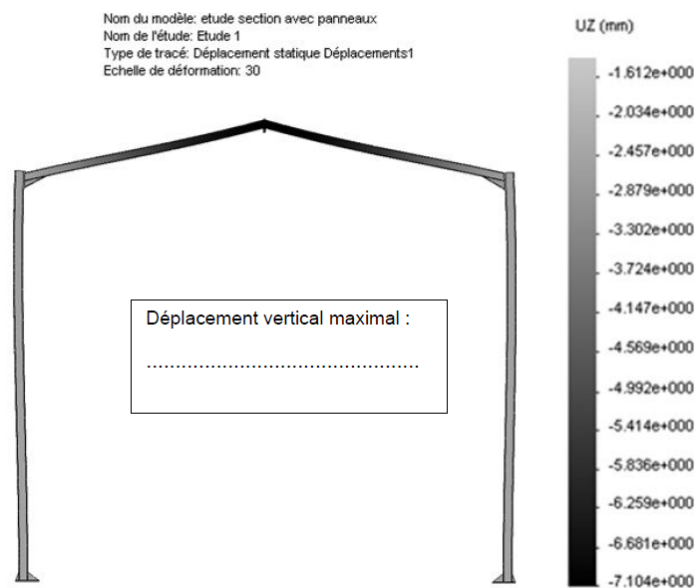
Q8 / EN DÉDUIRE la surcharge linéique « p » en Nm^{-1} supportée par chaque traverse supportant les panneaux.

Les résultats de simulation sous ce chargement sont donnés ci-dessous pour ce qui concerne la contrainte équivalente de Von Mises :



Q9 / RELEVER la valeur de la contrainte équivalente de Von Mises maximum dans la structure du bâtiment équipé de panneaux solaires.

Q10 / ENTOURER, sur la figure ci-dessous, la zone où se situent les plus forts déplacements.
NOTER la valeur maximale du déplacement vertical.



Q11 / CONCLURE sur la possibilité d'installer des panneaux photovoltaïques sur le toit du bâtiment.