

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2022

SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'INDUSTRIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE

Ingénierie, innovation et développement durable

INNOVATION TECHNOLOGIQUE ET ÉCO-CONCEPTION

Durée de l'épreuve : **4 heures**

CORRECTION

Partie 1 : pourquoi implanter la centrale à Porette de Nérone ?

L'objectif de cette partie est de valider les choix qui ont conduit à l'élaboration de cette centrale photovoltaïque sur le site de Porette de Nérone.

Question 1.1

Mise en situation
DT1

citer 3 éléments :

- Engagements de l'état et de l'UE de couvrir 40% de la consommation d'électricité en France grâce aux ENR.
- Corse = ensoleillement très favorable (climat méditerranéen)
- La valorisation agricole des espaces laissés libres au milieu des panneaux.

Mais aussi :

plus grand secteur propice de la Corse pour l'implantation d'une centrale photovoltaïque

postes source < 5 km

Pente < 6°

Besoin local d'énergie

zones protégées, des zones urbanisées et des zones ombrées)...

Question 1.2

Justifier l'utilisation de l'unité « tep »

« tep » permet d'exprimer dans une unité commune la valeur énergétique des diverses sources d'énergie.

calculer le nombre de tep

$$5700/11,63 = 490 \text{ tep}$$

Question 1.3

Calculer l'énergie

$$7,8 \times 7,5 = 58 \text{ tep / an}$$

Question 1.4	Calculer le nombre d'habitants $5700000/2300 = 2478$ habitants comparer aux 1957 habitants de la ville d'Aléria. L'ensemble des habitats de la commune ont leur électricité couverte par la production de la centrale.
Question 1.5 DR1	calculer le coût total de l'investissement Voir DR1
Question 1.6	Calculer le gain sur 20 ans et conclure sur la rentabilité de la centrale. Rentabilité = $17100000 - 16100000 = 1000000$ € = 1 million d'euros pour 20 ans. Conclusion : l'investissement de cette centrale de production est rentable.

Partie 2 : comment optimiser la position des panneaux photovoltaïques ?

Question 2.1 DR2	Tracer le rayon du soleil Voir DR2
Question 2.2 DR2	Dessiner la zone d'ombre Conclure sur l'impact Voir DR2
Question 2.3 DR2	déterminer l'heure L'ombrage sur le panneau 2 disparaît à 10H du matin.

Question 2.4

DR3

Déterminer l'inclinaison des panneaux

Voir DR3

Relever la valeur de l'angle

La valeur trouvée est -20° .

Question 2.5

DR3

Conclure sur la période

Période de backtracking : avant 10H le matin et après 18H le soir.

Période de tracking : entre 10H et 18H.

Partie 3 : comment répartir les panneaux photovoltaïques sur le terrain ?

Question 3.1

Calculer le nombre de panneaux

$13 \times 9 = 117$ panneaux

Question 3.2

Calculer la surface d'un bloc.

$50 \times 15 = 750 \text{ m}^2$

Question 3.3

DR4

Proposer une implantation

Voir DR4

Bande 1 : 34 blocs

Bande 2 : 30 blocs

Bande 3 : 26 blocs

Bande 4 : 11 blocs

Total 101

Question 3.4

DT2

Calculer le nombre

$$\text{Nbre} = 101 \times 117 = 11817 \text{ panneaux}$$

comparer au nombre donné dans le diagramme

Le diagramme de définition de blocs nous donne également la valeur de 11817 panneaux.

Partie 4 : comment assurer le non-renversement des portiques en cas de rafale de vent inattendue ?

Question 4.1

Calculer l'intensité

$$F_p = 13 \times 1 = 13 \text{ kN}$$

Question 4.2

Calculer $F_{am} = F_p/2$, puis F_t ,

$$F_{am} = 13/2 = 6,5 \text{ kN}$$

$$F_t = F_{am}/1,414 = 4,6 \text{ kN}$$

En déduire l'intensité F_v

$$F_v = -F_t = -4,6 \text{ kN}$$

Question 4.3

Expliquer comment $\vec{F}_v$ agit

F_v tend à enfoncer le poteau dans le sol. On peut aussi accepter « le poteau est comprimé ».

En déduire ce qui se passe si le vent souffle par l'arrière.

F_v tend à soulever le poteau du sol. On peut aussi accepter « le poteau est tendu ».

Question 4.4

Calculer l'intensité M_E du moment

$$M_E = -F_t \times 1,5 = -6,9 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Indiquer comment ce moment agit sur l'ancrage du poteau.

Ce moment tend à renverser le poteau. On peut aussi accepter « le poteau est fléchi ».

Question 4.5 | **justifier** le choix technologique

L'ancrage profond dans le sol permet d'éviter l'arrachement ou l'enfoncement du poteau ainsi que son renversement

Partie 5 : comment obtenir la vitesse du vent pour piloter le tracker.

Question 5.1 | **déterminer** la tension

DR5

$90 \times 1000 / 3600 = 25 \text{ m/s}$

Voir DR5

Réponse 5V

Question 5.2 | **Déterminer** l'augmentation de tension

=

$10 / 255 = 0,039 \text{ V} = 39 \text{ mV}$

Question 5.3 | **Vérifier** si ce convertisseur permet d'obtenir la précision exigée

$3 \times 1000 / 3600 = 0,8 \text{ m/s}$

10V donne 50 m/s donc 0,8 donne 166,7 mV > 39 mV donc largement OK

Question 5.4 | **Déterminer** combien d'hôtes

256 adresses – adresse du réseau (.0), - adresse de broadcast (.255) = 254 hôtes

Question 5.5	Vérifier si la station météo1 et le contrôleur principal appartiennent au même réseau. Station météo 1 : 192.168.200.201 Contrôleur principal : 192.168.200.100 Conclure quant à leur possibilité de communiquer. L'adresse réseau des 2 appareils est 192.168.200.0 (ET logique bit par bit entre l'adresse IP et le mask), ils appartiennent au même réseau et peuvent donc communiquer.
--------------	---

Partie 6 : comment assembler la chaîne de production d'énergie électrique ?

Question 6.1 DT2, DR6	compléter le DR6 Voir DR6
Question 6.2 DT3	relever les côtes Largeur 1046 mm longueur 1559 mm calculer sa surface. Surface : $1,046 \times 1,559 = 1,63 \text{ m}^2$
Question 6.3 DT3	Calculer la puissance $P_{RP} = 1000 \times 1,63 = 1631 \text{ W}$ Calculer le rendement $\eta_{PV} = 320/1631 = 19,6 \%$
Question 6.4	donner le type d'association Figure 1 = montage série Figure 2 = montage parallèle ou dérivation
Question 6.5	En déduire la tension et le courant La tension égale $13 \times 54,7 = 711,1 \text{ V}$ Le courant est égal à $9 \times 5,86 = 52,74 \text{ A}$

Question 6.6
DR7

déterminer le nombre de blocs
Voir DR7

Question 6.7

Déterminer le courant d'entrée

17 (blocs) x 52,74 (courant pour 1 bloc) = 897A

conclure sur la puissance nominale d'un onduleur.

La puissance nominale d'un onduleur doit être supérieure à $P_{\text{ond}} = 711 \times 897 = 638 \text{ kW}$

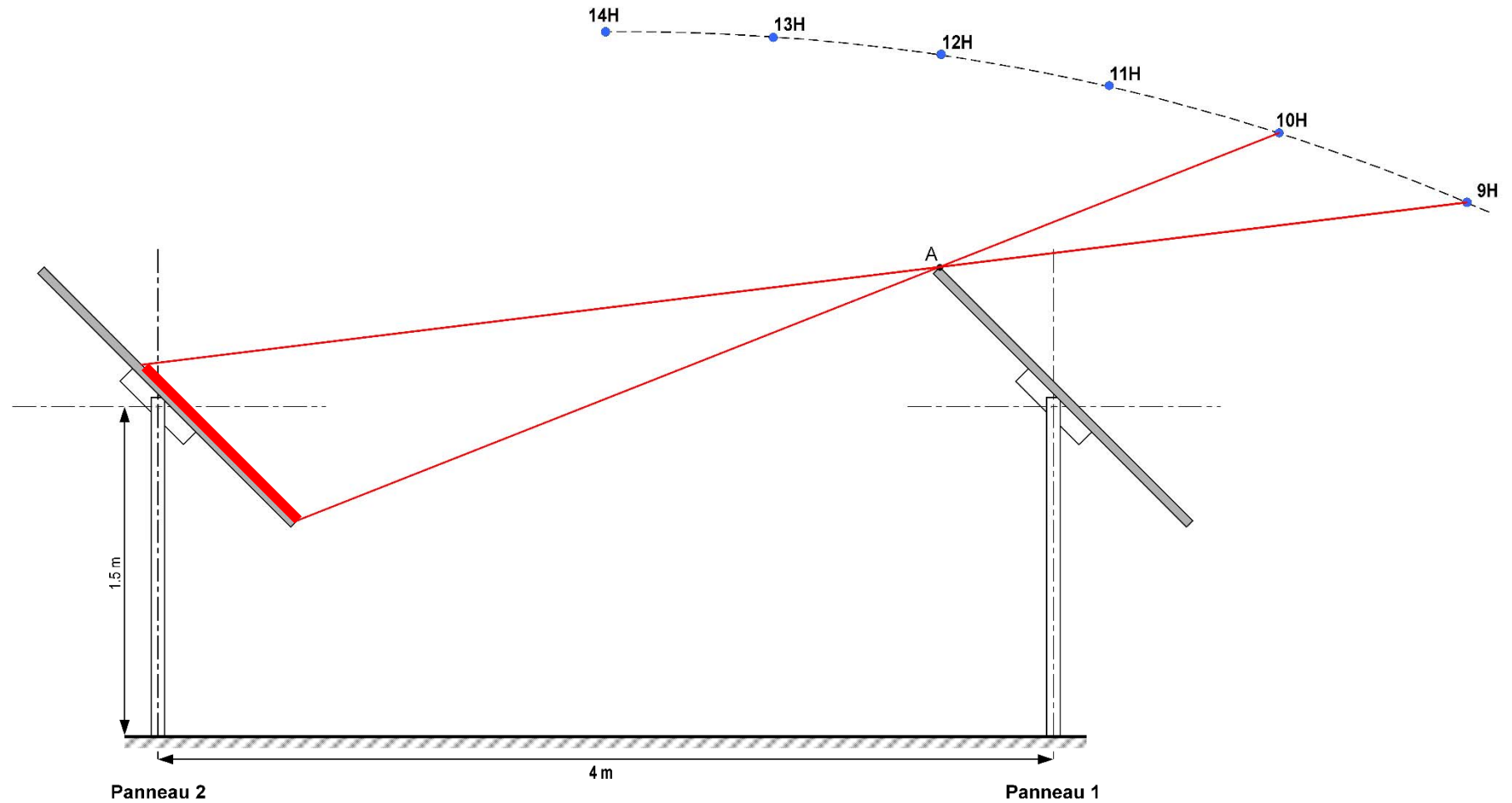
DOCUMENT RÉPONSE DR1

Question 1.5

	Investissement	Dépenses annuelles	Dépenses sur 20 ans	Recettes annuelles	Recettes sur 20 ans
Construction de la centrale	11800000				
Compensation financière liée aux impacts du projet	110 000 €				
Enfouissement de la ligne électrique sur 5 km.	390 000 €				
Taxe locale		106500	2130000		
Maintenance		83 500 €	1678000		
Rachat EDF				855000	17100000
Total	12300000		3800000		17100000

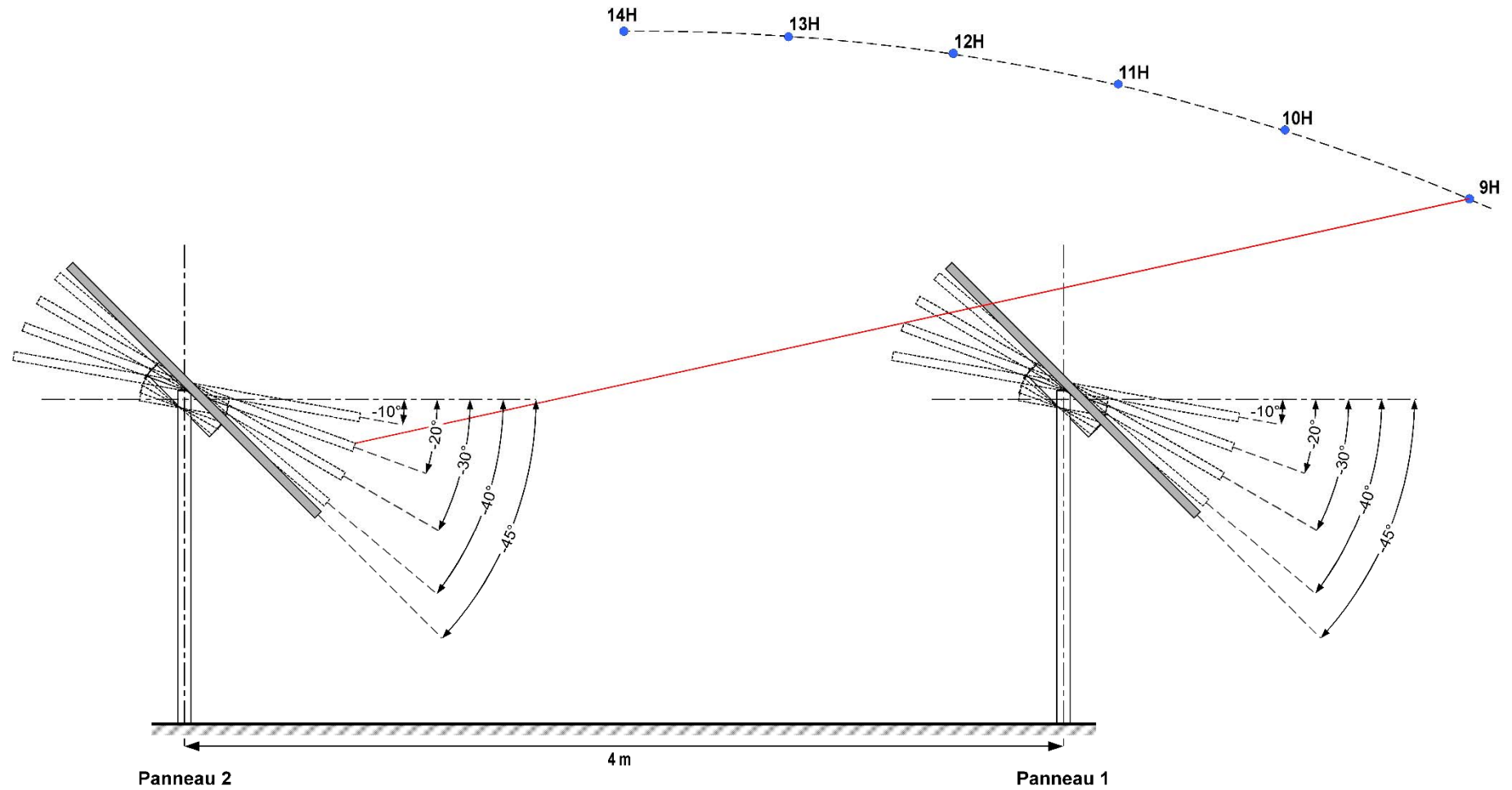
DOCUMENT RÉPONSE DR2

Question 2.1 – 2.2 – 2.3

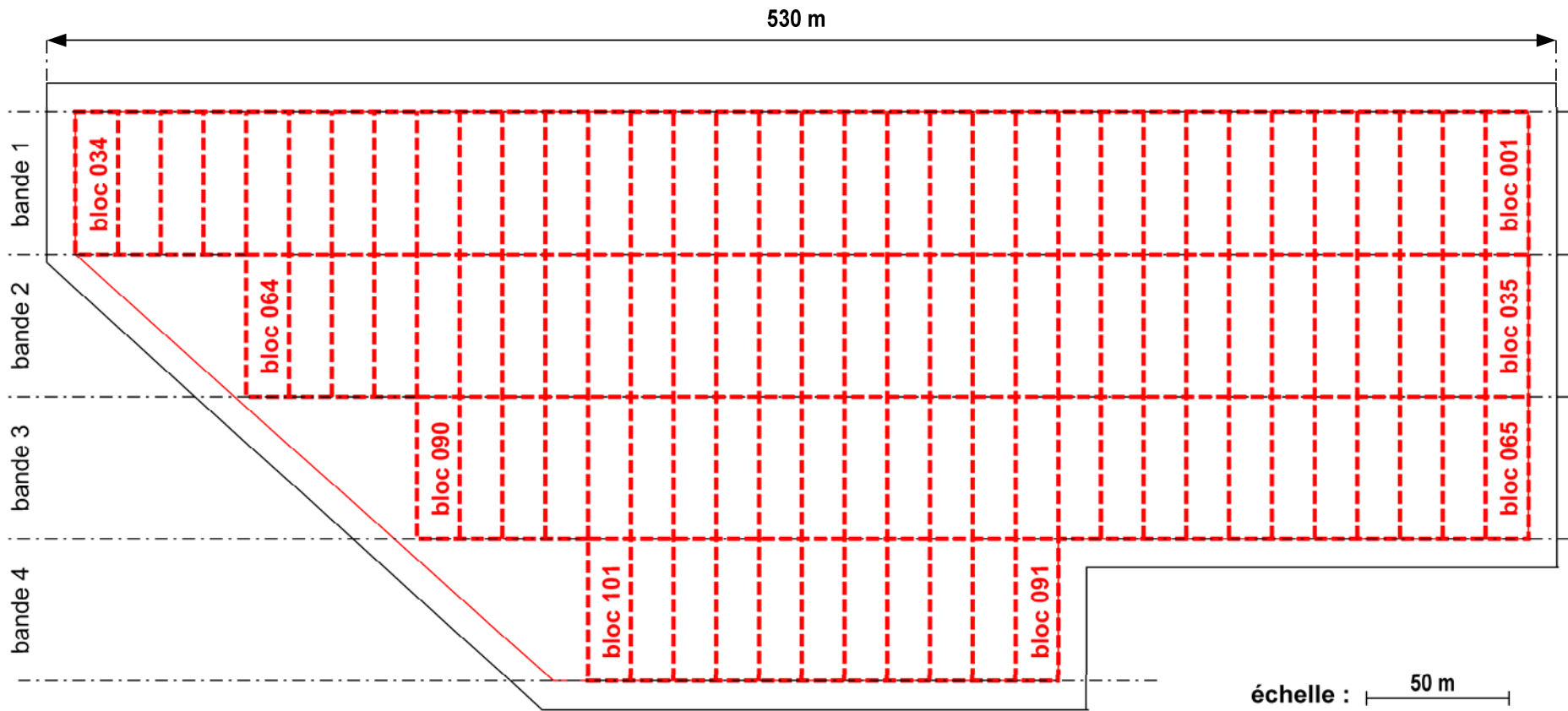


DOCUMENT RÉPONSE DR3

Question 2.4 – 2.5

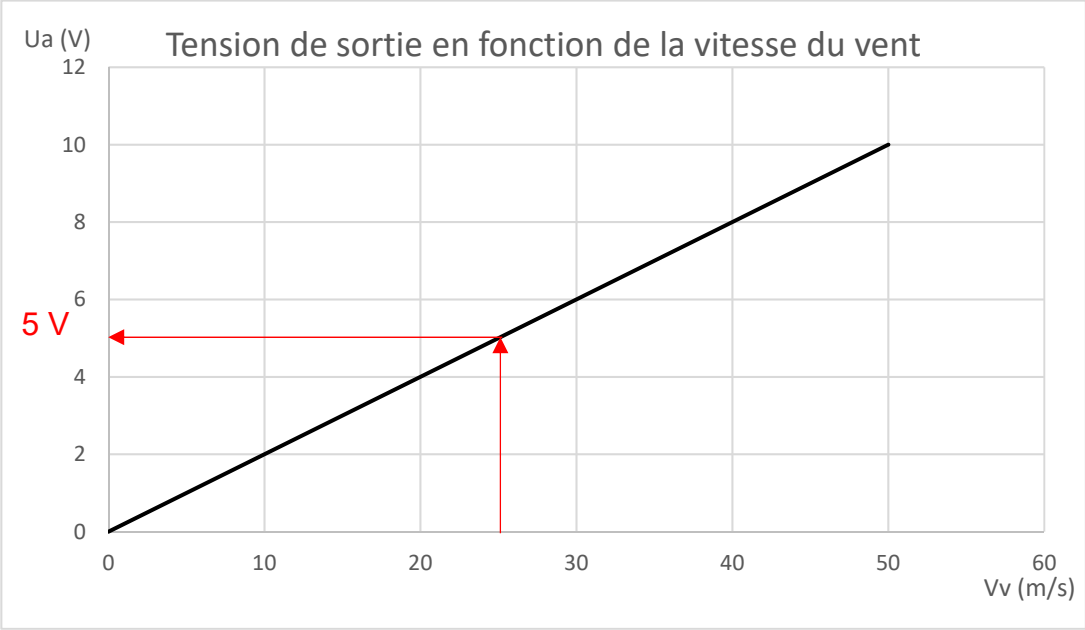


Question 3.4



DOCUMENT RÉPONSE DR5

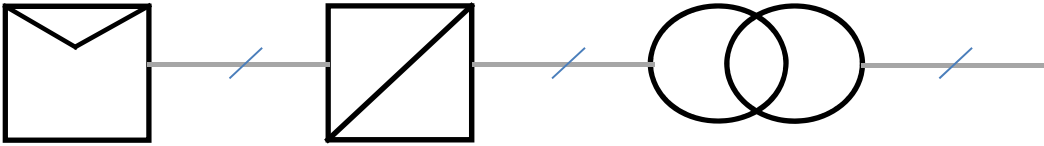
Question 5.1



Courbe caractéristique de l'anémomètre

DOCUMENT RÉPONSE DR6

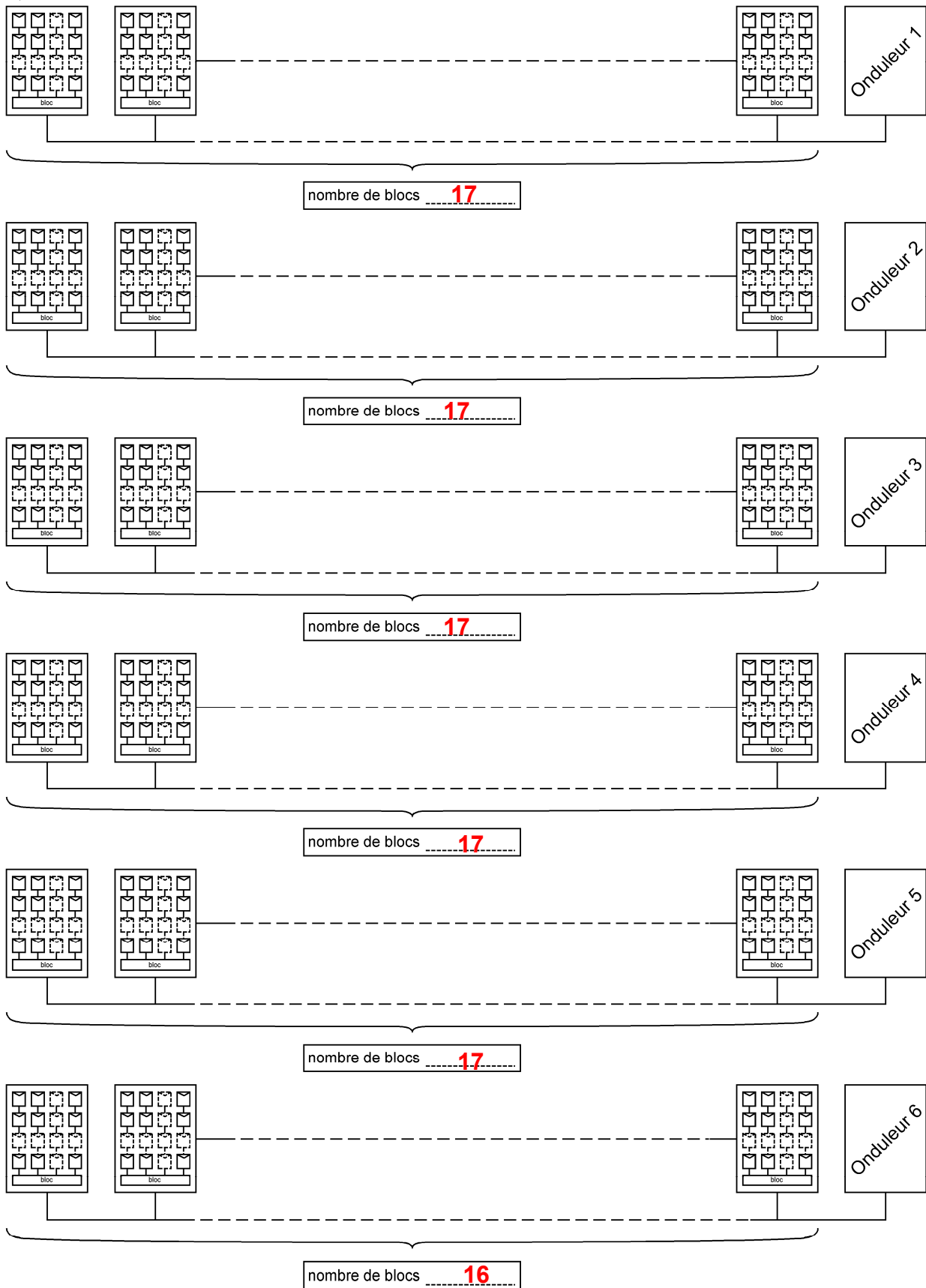
Question 6.1



	Modules photovoltaïques	Onduleurs		Transformateurs	
Nombres de composants	11817.....	6.....		3.....	
Type de courant électrique	Sortie DC	Entrée DC	Sortie AC	Entrée AC	Sortie AC

DOCUMENT RÉPONSE DR7

Question 6.7



Innovation Technologique et Éco-Conception

Sous Partie A1 : Quels efforts exerce un vent de 90 km/h sur les panneaux photovoltaïques ?

Question A.1.1	relever dans quelle(s) position(s)...., puis justifier
DTS1	La résultante aérodynamique est la plus faible lorsque le panneau est à l'horizontal (0°) ce qui justifie de ramener les panneaux dans cette position par grand vent.
Question A.1.2	relever les valeurs des efforts
DTS1	$F_t = 750 \text{ N}$ $F_p = 750 \text{ N}$ $F_a = 1050 \text{ N}$
DRS1	Noter, compléter le torseur. Voir DRS1
Question A.1.3	Placer le centre de poussée, représenter les vecteurs
DRS1	Voir DRS1
Question A.1.4	relever le couple
DTS1	$C_r = 410 \text{ Nm}$
Question A.1.5	Calculer le couple C_u
	$C_u = 13 * C_r = 13 * 410 = 5330 \text{ Nm}$

Sous Partie A2 : Quelle est la puissance nécessaire pour déplacer les panneaux photovoltaïques par grand vent ?

Question A.2.1	Calculer la vitesse imposée Nu en $tr \cdot mn^{-1}$, ωu puis en $rad \cdot s^{-1}$
	$Nu = 0.25 \text{ tr} \cdot mn^{-1}$ $\omega u = \frac{\pi}{30} * 0.25 = 0.0262 \text{ rad} \cdot s^{-1}$

Question A.2.2	Calculer la puissance P_u. $P_u = \omega_u \cdot C_u = 5330 \cdot 0.0262 = 139.6 \text{ W}$
Question A.2.3 DTS2	relever le rapport de réduction R du système roue et vis sans fin, son rendement η et sa réversibilité. $\frac{2}{Z_{roue}} = \frac{2}{500} = \frac{1}{250} = R$ $\eta = 0.64$ irréversible
Question A.2.4	Expliquer en quoi la réversibilité peut nuire au fonctionnement de l'ensemble ? En cas de vent, les efforts provoqueraient une rotation de l'ensemble (désalignement/rayons du soleil donc chute du rendement globale) qu'il faudrait corriger sans cesse en consommant de l'énergie (motoréducteur du tracker). De plus, la résultante aérodynamique croît si l'angle dépasse les 45°, ce qui pourrait mener à la limite (voir la dépasser !! catastrophe !) de la puissance nominale du motoréducteur.
Question A.2.5 DTS2	calculer la puissance P_m $P_m = 1/0.64 \cdot 140 = 218.8 \text{ W}$
Question A.2.6	déterminer combien de ligne $P_N/P_m = 3000/218.8 = 13.7$ lignes donc 13 lignes
Question A.2.7 DTS2	calculer la vitesse de rotation de la structure mobile. $65 \cdot (1/250) = 0.26 \text{ tr/mn}$ Déterminer le temps $t = 28.84 \text{ s}$
Question A.2.8	Conclure. La puissance nominale du motoréducteur permet largement de déplacer 9 lignes avec un vent de 90 km/h (jusqu'à 13 voir question A.2.6) dans un temps inférieur à 30 s (28.8 s). Le cdcf est respecté.

Partie B : La structure porteuse peut-elle résister aux conditions météorologiques extrêmes ?

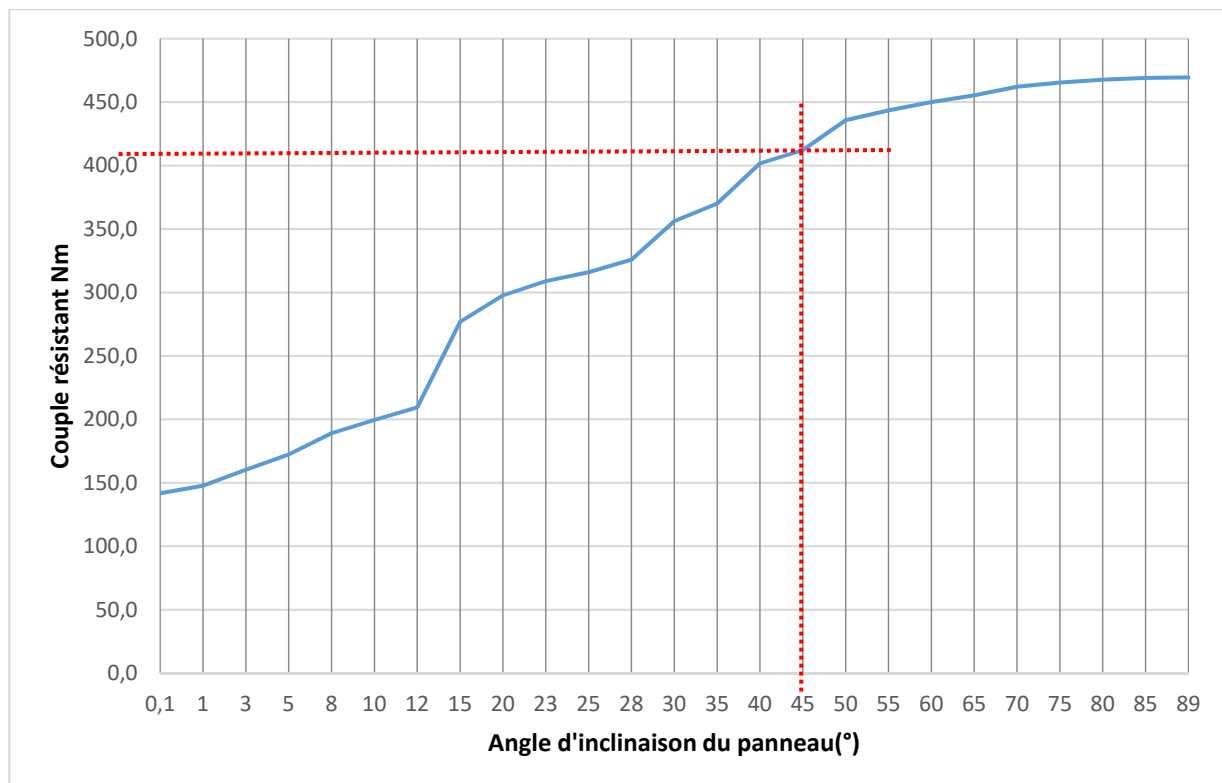
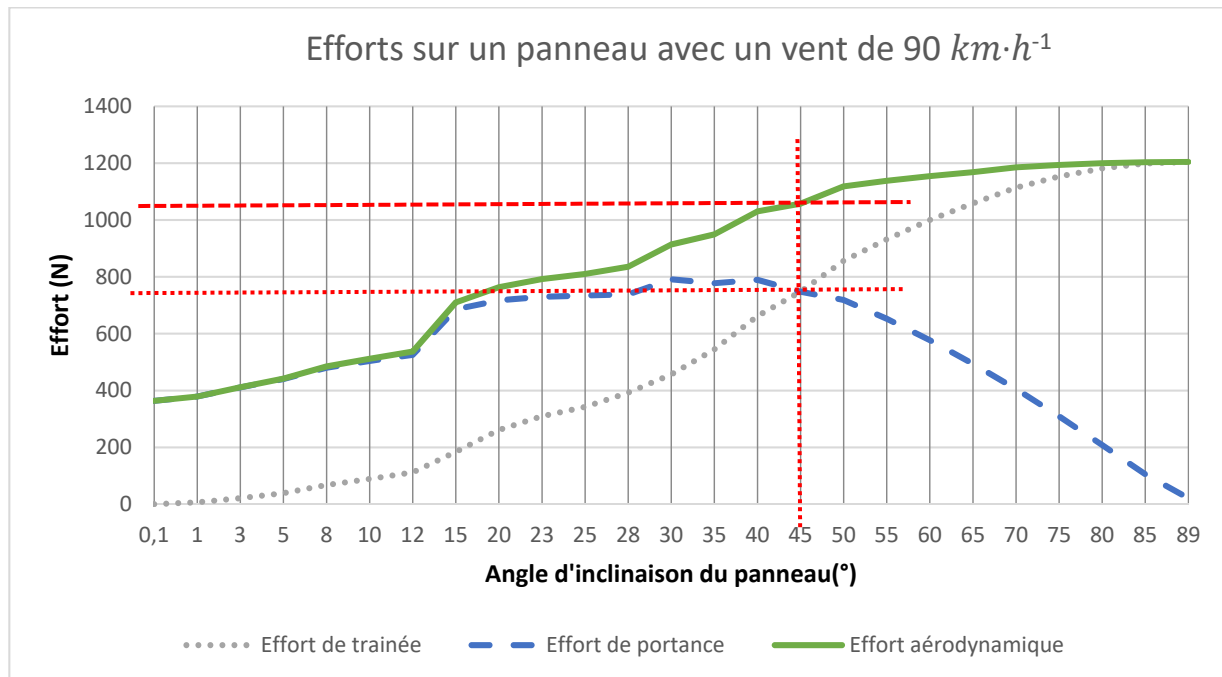
Question B.1	justifier la valeur. $1057 \cdot 13/2 = 6871 \text{ N}$
Question B.2	Justifier le déplacement. Le poteau est encastré dans le sol
Question B.3 DTS5	Relever sur le résultat $\text{Contrainte maxi} = 8.459 \cdot 10^7 \text{ N/mm}^2 = 84.59 \text{ Mpa}$ déduire le coefficient de sécurité $C_{S\text{simulé}} = 204/84.59 = 2.4 > C_s \text{ (2)}$ Comparer à celui prévu par le constructeur. Cdcf respecté
Question B.4 DTS5	donner la valeur de la flèche $\text{Flèche simulé} = 4.317 \text{ mm} > \text{Flèche maxi (5mm)}$ Comparer au cahier des charges. proposer les Modifier le matériau avec un R_e supérieur ou modifier la géométrie (augmenter la section ou l'épaisseur) ou réduire la hauteur des poteaux.
Question B.5	Conclure sur la capacité La condition de résistance est vérifiée mais la rigidité est mise en cause. Si la flèche est trop importante, cela va altérer le rendement (modification de l'angle d'incidence du soleil sur les panneaux). Pour des vents moyens (de 0 à 70-80 km/h), la rigidité doit suffire pour respecter le cdcf.

Partie C : Comment minimiser l'impact environnemental de la structure porteuse et résister aux conditions météorologiques extrêmes ?

Question C.1 DRS2	Entourer la famille de matériaux Voir DRS2
Question C.2 DRS2, DTS3	citer les quatre critères Atmosphère marine, empreinte CO2, limite élastique et prix.
Question C.3 DTS4	indiquer le critère La galvanisation de l'acier améliore très sensiblement la résistance de l'acier et permet en outre de limiter les impacts environnementaux. C'est la couche de zinc qui se corrode sans que l'acier ne soit affecté. Elle améliore le critère « atmosphère marine » et également « limite élastique ».

DTS1 : Résultats de la simulation

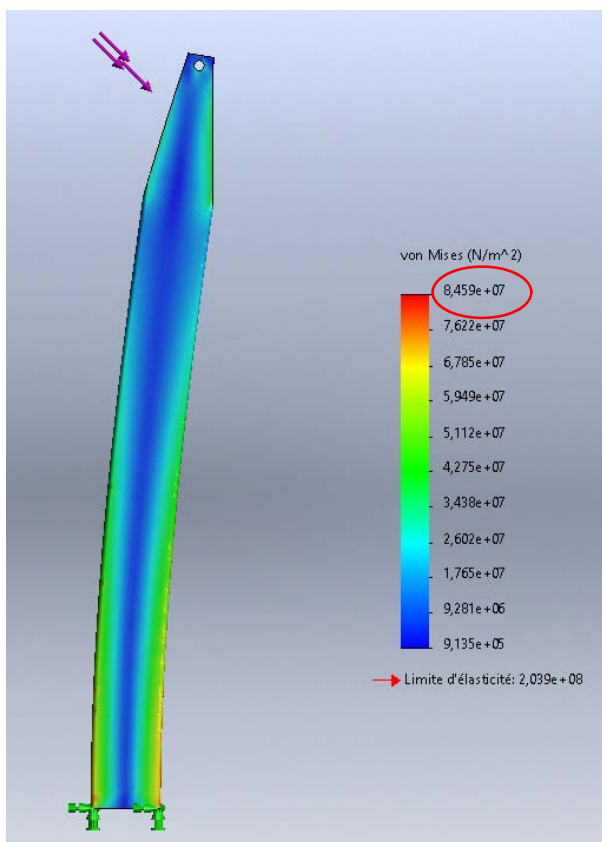
Les courbes suivantes mettent en évidence les forces de trainée, de portance, la force aérodynamique et le couple résistant simulés pour un vent de $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ soufflant sur un panneau photovoltaïque de dimensions $1046 \text{ mm} \times 1559 \text{ mm}$ pour un angle d'incidence variant de 0 à 90° .



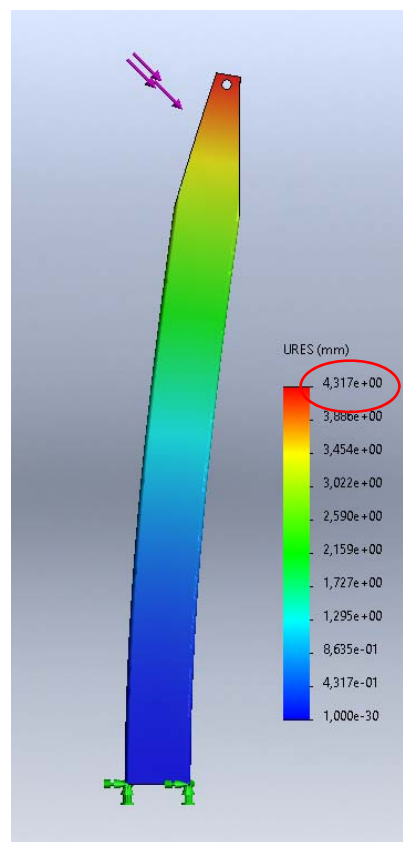
DTS2 : Caractéristiques du réducteur roue et vis sans fin

	Vis à 1 filet	Vis à 2 filets	Vis à 3 filets	Vis à 4 filets
Rapport de réduction	$\frac{1}{Z_{roue}}$	$\frac{2}{Z_{roue}}$	$\frac{3}{Z_{roue}}$	$\frac{4}{Z_{roue}}$
Rendement	$\eta = 0.52$	$\eta = 0.64$	$\eta = 0.78$	$\eta = 0.90$
réversibilité	Non	Non	oui	oui

DTS5 : Simulation de résistance des matériaux



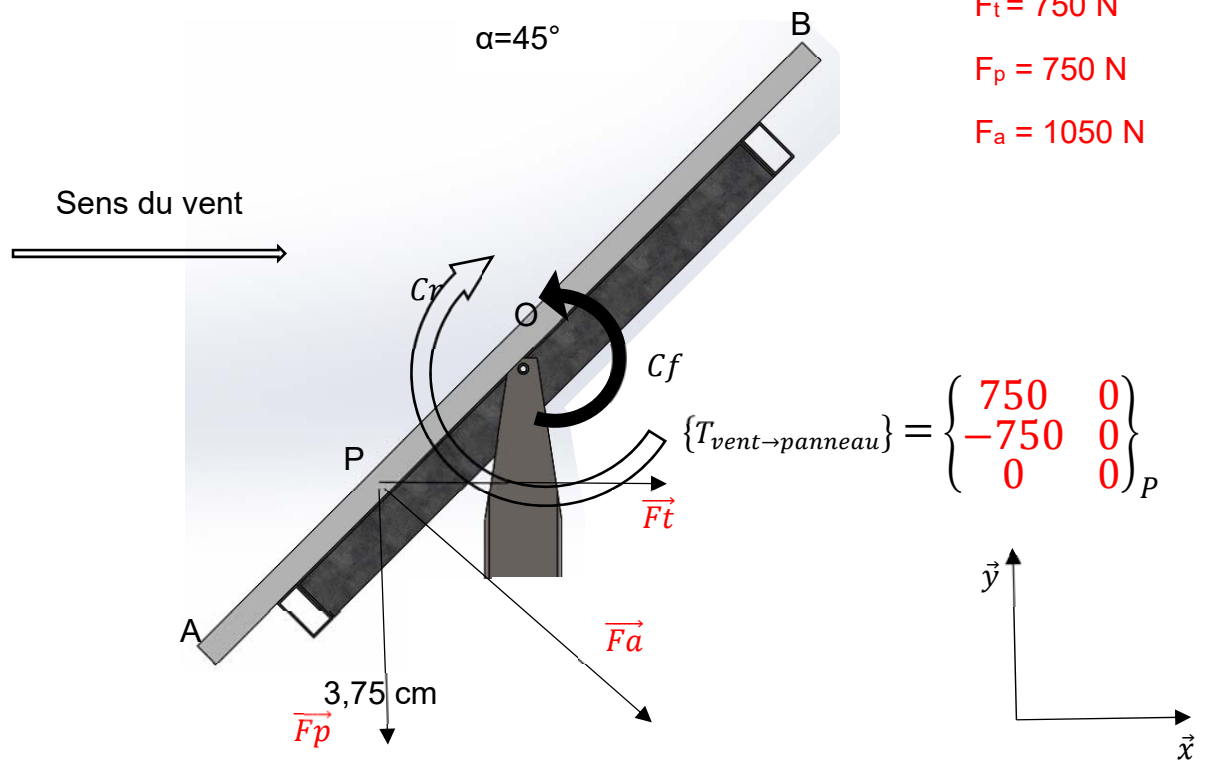
Répartition des contraintes



Déplacements (flèche)

Document réponses DRS1

Question A.1.3



Document réponses DRS2

Question C.1

