

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

## Partie 2 : comment optimiser la position des panneaux photovoltaïques ?

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

Question 2.4

DR3

**Déterminer** l'inclinaison des panneaux

Voir DR3

**Relever** la valeur de l'angle

La valeur trouvée est  $-20^\circ$ .

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 | <p><b>Vérifier</b> si la station météo1 et le contrôleur principal appartiennent au même réseau.</p> <p>Station météo 1 : 192.168.200.201</p> <p>Contrôleur principal : 192.168.200.100</p> <p><b>Conclure</b> quant à leur possibilité de communiquer.</p> <p>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.</p> |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

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

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

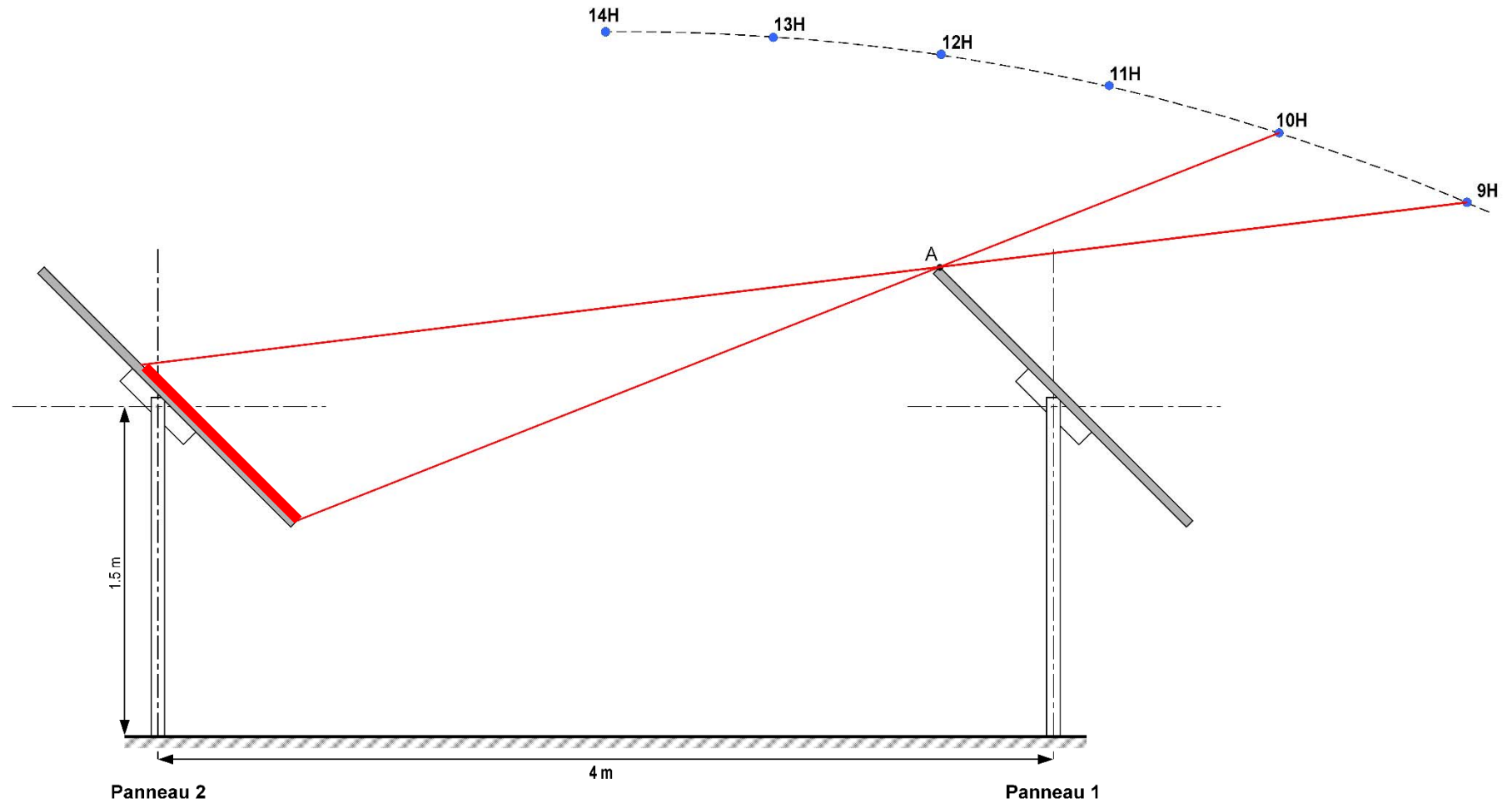
---

### Question 1.5

|                                                    | Investissement | Dépenses<br>annuelles | Dépenses<br>sur 20 ans | Recettes<br>annuelles | Recettes<br>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               |

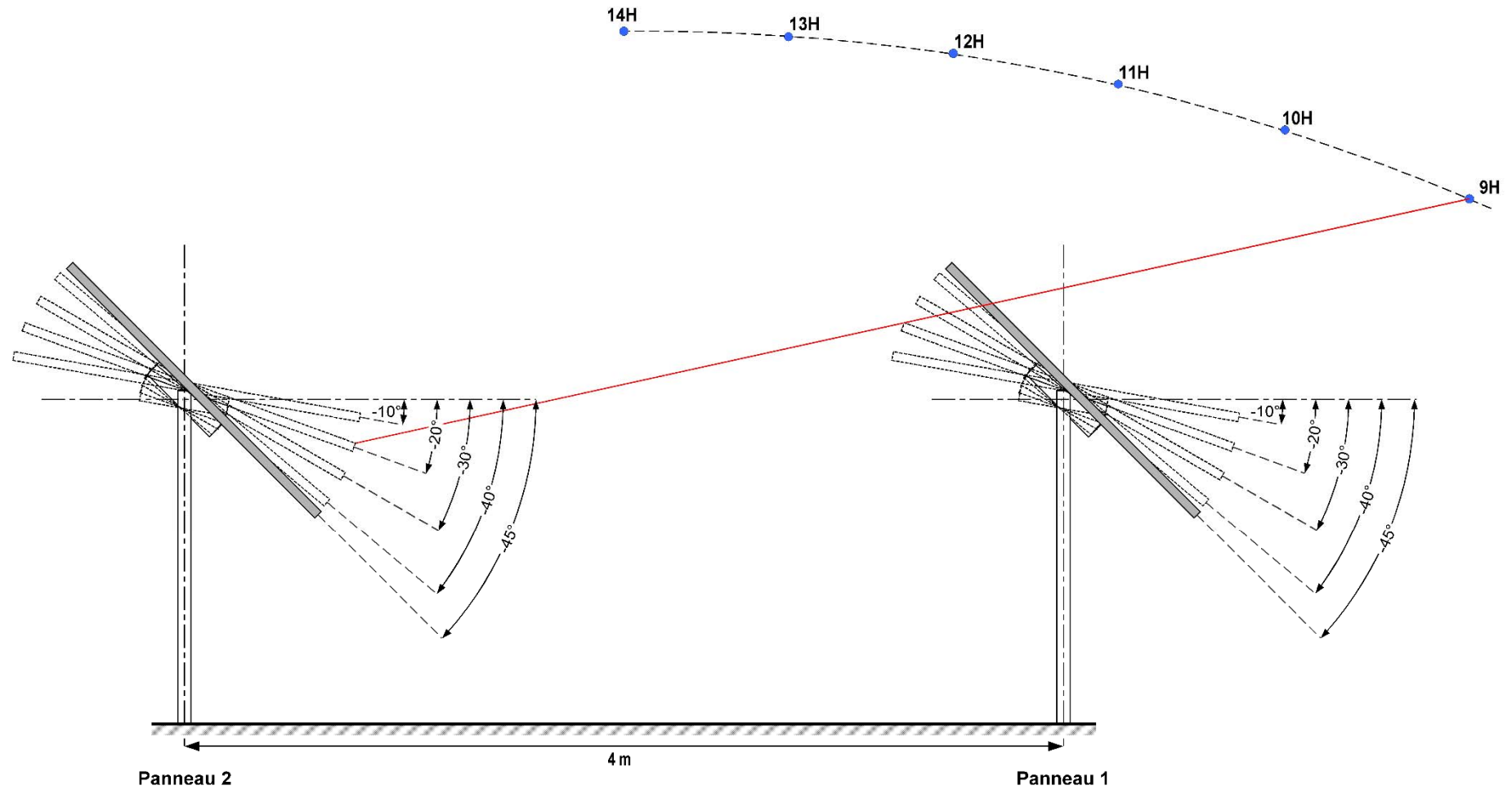
## DOCUMENT RÉPONSE DR2

### Question 2.1 – 2.2 – 2.3

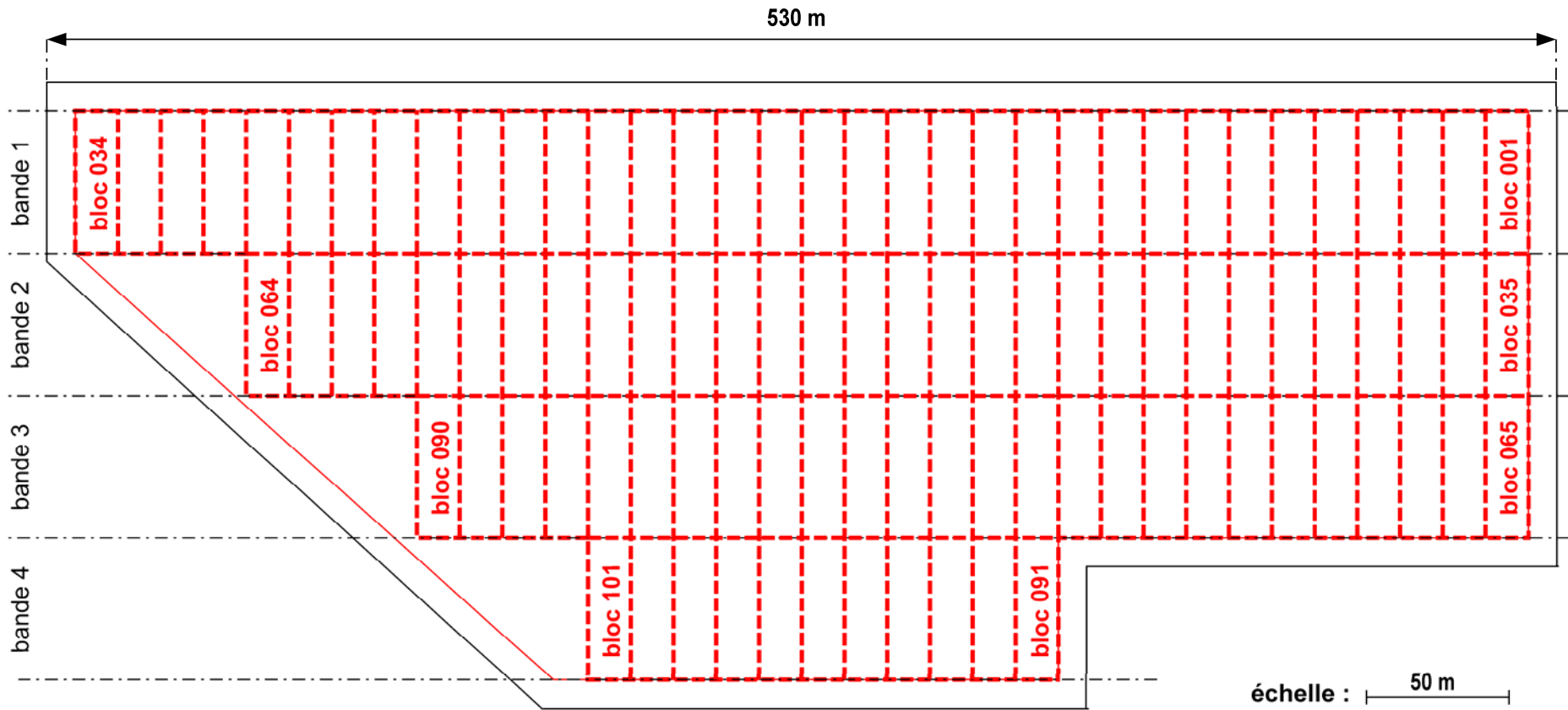


## DOCUMENT RÉPONSE DR3

### Question 2.4 – 2.5

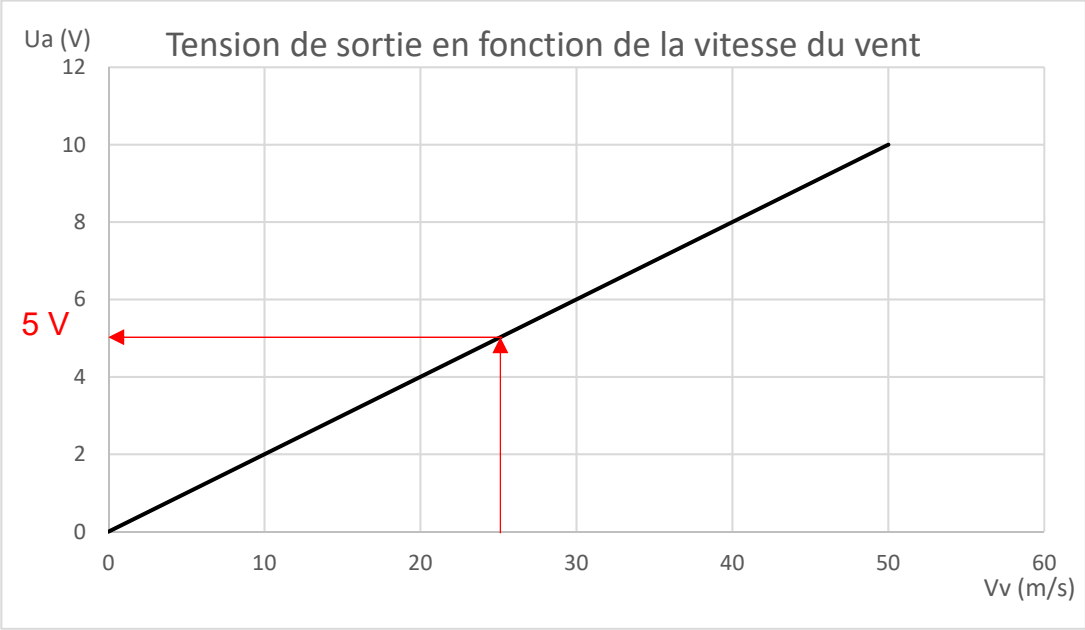


Question 3.4



DOCUMENT RÉPONSE DR5

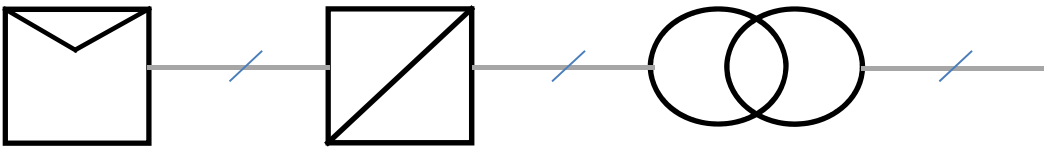
Question 5.1



Courbe caractéristique de l'anémomètre

DOCUMENT RÉPONSE DR6

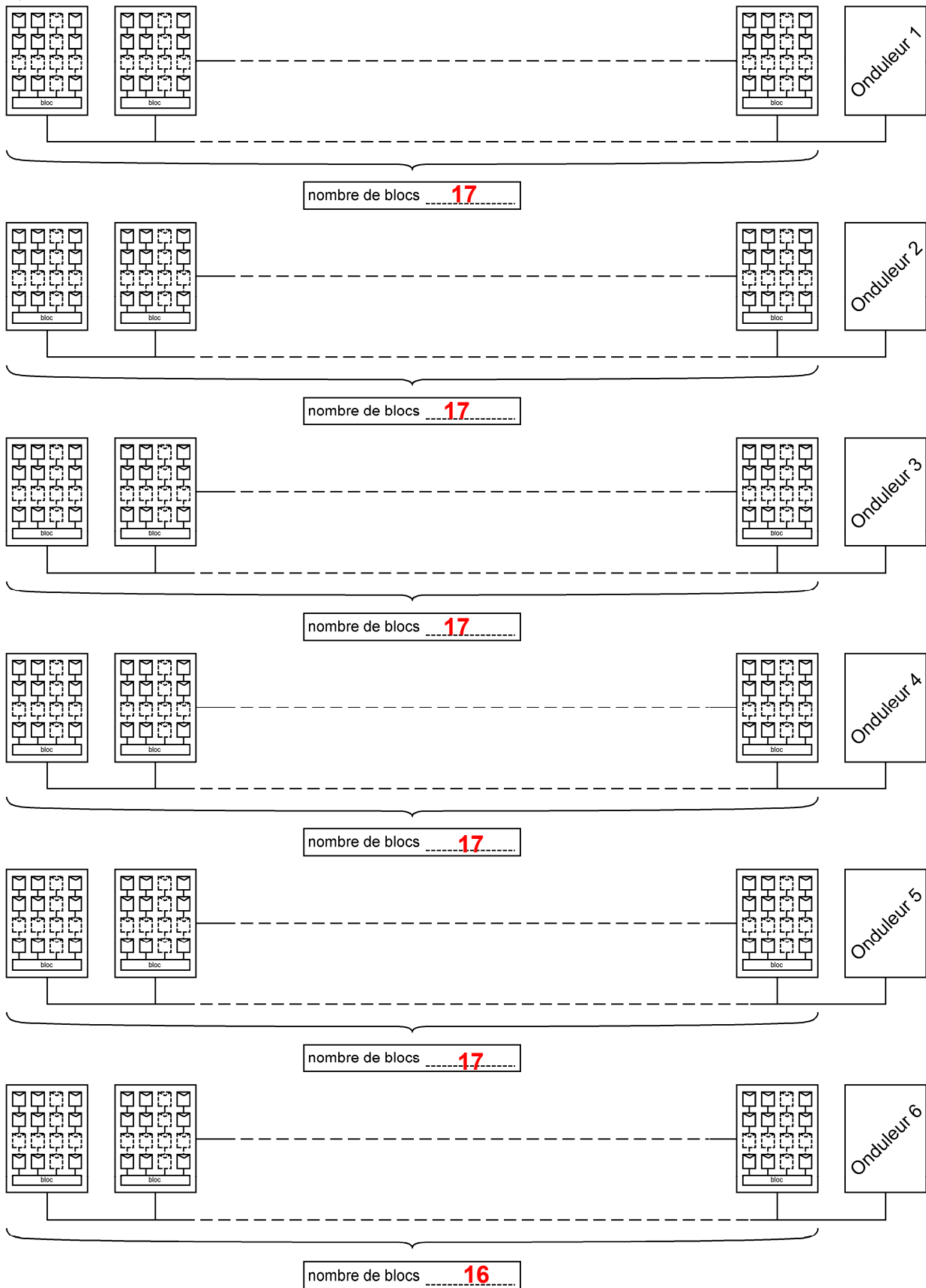
Question 6.1



|                            | Modules photovoltaïques  | Onduleurs  |              | Transformateurs  |              |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Nombres de composants      | .....11817.....                                                                                             | .....6.....                                                                                    |              | .....3.....                                                                                           |              |
| Type de courant électrique | Sortie<br>DC                                                                                                | Entrée<br>DC                                                                                   | Sortie<br>AC | Entrée<br>AC                                                                                          | Sortie<br>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 | <b>relever</b> dans quelle(s) position(s)...., puis <b>justifier</b>                                                                                                  |
| 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 | <b>relever</b> les valeurs des efforts                                                                                                                                |
| DTS1           | $F_t = 750 \text{ N}$ $F_p = 750 \text{ N}$ $F_a = 1050 \text{ N}$                                                                                                    |
| DRS1           | <b>Noter, compléter</b> le torseur. <b>Voir DRS1</b>                                                                                                                  |
| Question A.1.3 | <b>Placer</b> le centre de poussée, <b>représenter</b> les vecteurs                                                                                                   |
| DRS1           | <b>Voir DRS1</b>                                                                                                                                                      |
| Question A.1.4 | <b>relever</b> le couple                                                                                                                                              |
| DTS1           | $C_r = 410 \text{ Nm}$                                                                                                                                                |
| Question A.1.5 | <b>Calculer</b> 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 | <b>Calculer</b> la vitesse imposée $Nu$ en $tr \cdot mn^{-1}$ , $\omega u$ 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         | <p><b>Calculer</b> la puissance <math>P_u</math>.</p> <p><math>P_u = \omega_u \cdot C_u = 5330 \cdot 0.0262 = 139.6 \text{ W}</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Question A.2.3<br>DTS2 | <p><b>relever</b> le rapport de réduction <math>R</math> du système roue et vis sans fin, son rendement <math>\eta</math> et sa réversibilité.</p> <p><math>\frac{2}{Z_{roue}} = \frac{2}{500} = \frac{1}{250} = R</math>      <math>\eta = 0.64</math>      irréversible</p>                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Question A.2.4         | <p><b>Expliquer</b> en quoi la réversibilité peut nuire au fonctionnement de l'ensemble ?</p> <p>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 <math>45^\circ</math>, ce qui pourrait mener à la limite (voir la dépasser !! catastrophe !) de la puissance nominale du motoréducteur.</p> |
| Question A.2.5<br>DTS2 | <p><b>calculer</b> la puissance <math>P_m</math></p> <p><math>P_m = 1/0.64 \cdot 140 = 218.8 \text{ W}</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Question A.2.6         | <p><b>déterminer</b> combien de ligne</p> <p><math>P_N/P_m = 3000/218.8 = 13.7</math> lignes donc 13 lignes</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Question A.2.7<br>DTS2 | <p><b>calculer</b> la vitesse de rotation de la structure mobile.</p> <p><math>65 \cdot (1/250) = 0.26 \text{ tr/mn}</math></p> <p><b>Déterminer</b> le temps</p> <p><math>t = 28.84 \text{ s}</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Question A.2.8         | <p><b>Conclure.</b></p> <p>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.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |



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

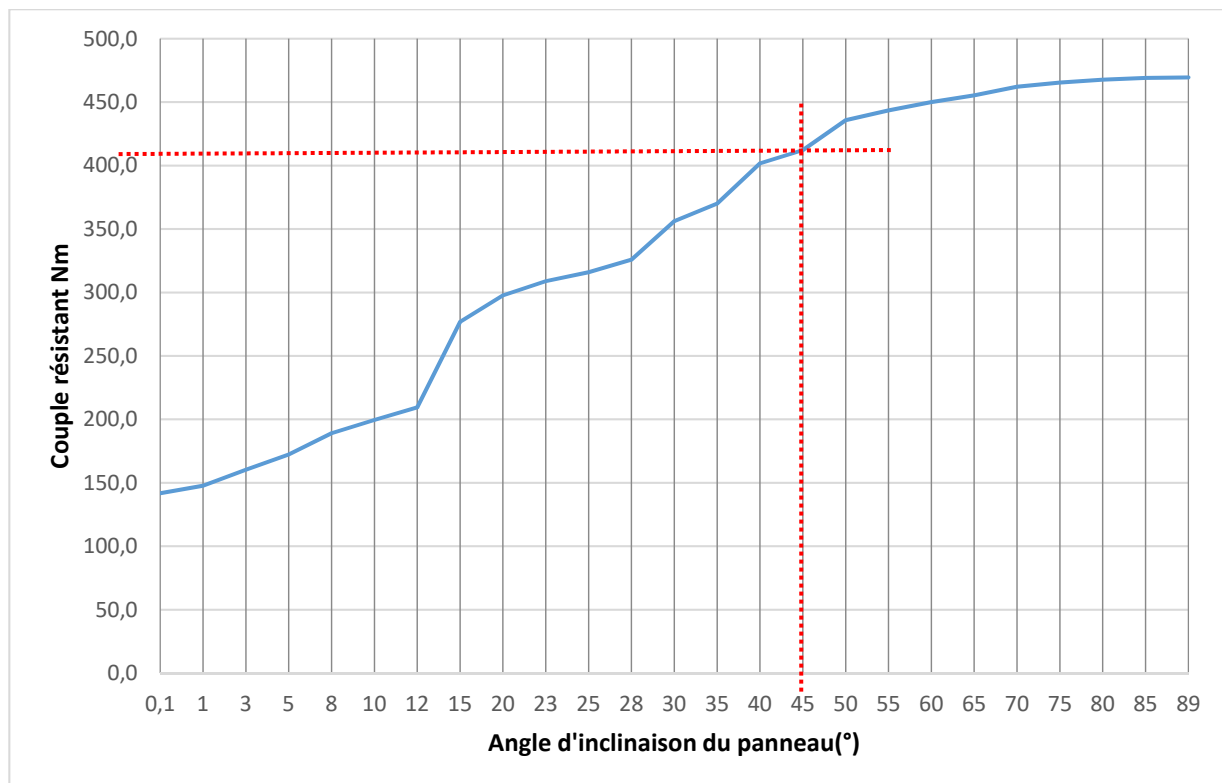
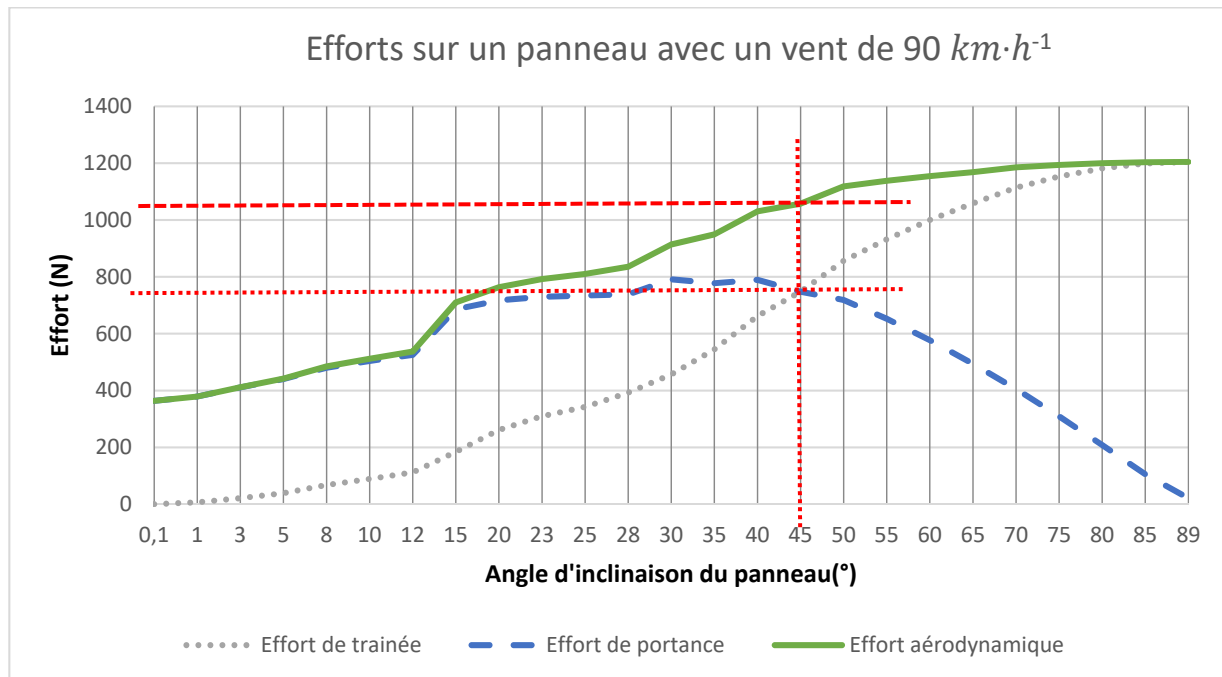
|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Question B.1         | <b>justifier</b> la valeur.<br>$1057 \cdot 13/2 = 6871 \text{ N}$                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Question B.2         | <b>Justifier</b> le déplacement.<br>Le poteau est encastré dans le sol                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Question B.3<br>DTS5 | <b>Relever</b> sur le résultat<br>$\text{Contrainte maxi} = 8.459 \cdot 10^7 \text{ N/mm}^2 = 84.59 \text{ Mpa}$<br><b>déduire</b> le coefficient de sécurité<br>$C_{S\text{simulé}} = 204/84.59 = 2.4 > C_s \text{ (2)}$<br><b>Comparer</b> à celui prévu par le constructeur.<br>Cdcf respecté                                            |
| Question B.4<br>DTS5 | <b>donner</b> la valeur de la flèche<br>$\text{Flèche simulé} = 4.317 \text{ mm} > \text{Flèche maxi (5mm)}$<br><b>Comparer</b> au cahier des charges. <b>proposer</b> les<br>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         | <b>Conclure</b> sur la capacité<br>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<br>DRS2       | <b>Entourer</b> la famille de matériaux<br><br>Voir DRS2                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Question C.2<br>DRS2, DTS3 | <b>citer</b> les quatre critères<br><br>Atmosphère marine, empreinte CO2, limite élastique et prix.                                                                                                                                                                                                                                      |
| Question C.3<br>DTS4       | <b>indiquer</b> le critère<br><br>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

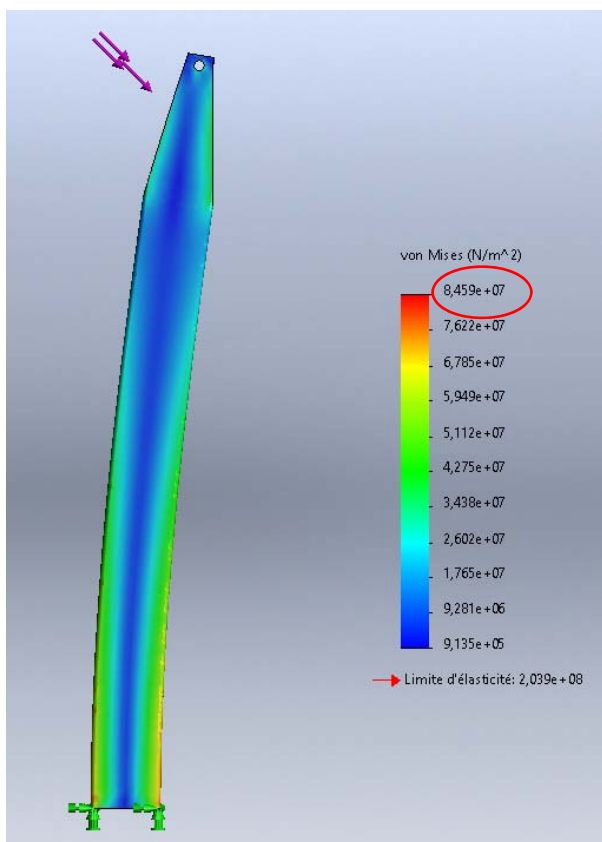
Les courbes suivantes mettent en évidence les forces de trainée, de portance, la force aérodynamique et le couple résistant simulés pour un vent de  $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  soufflant sur un panneau photovoltaïque de dimensions  $1046 \text{ mm} \times 1559 \text{ mm}$  pour un angle d'incidence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



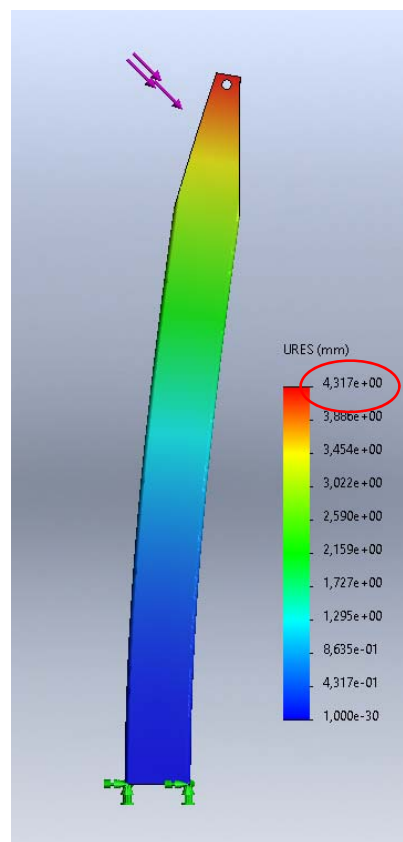
## DTS2 : Caractéristiques du réducteur roue et vis sans fin

|                      | 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



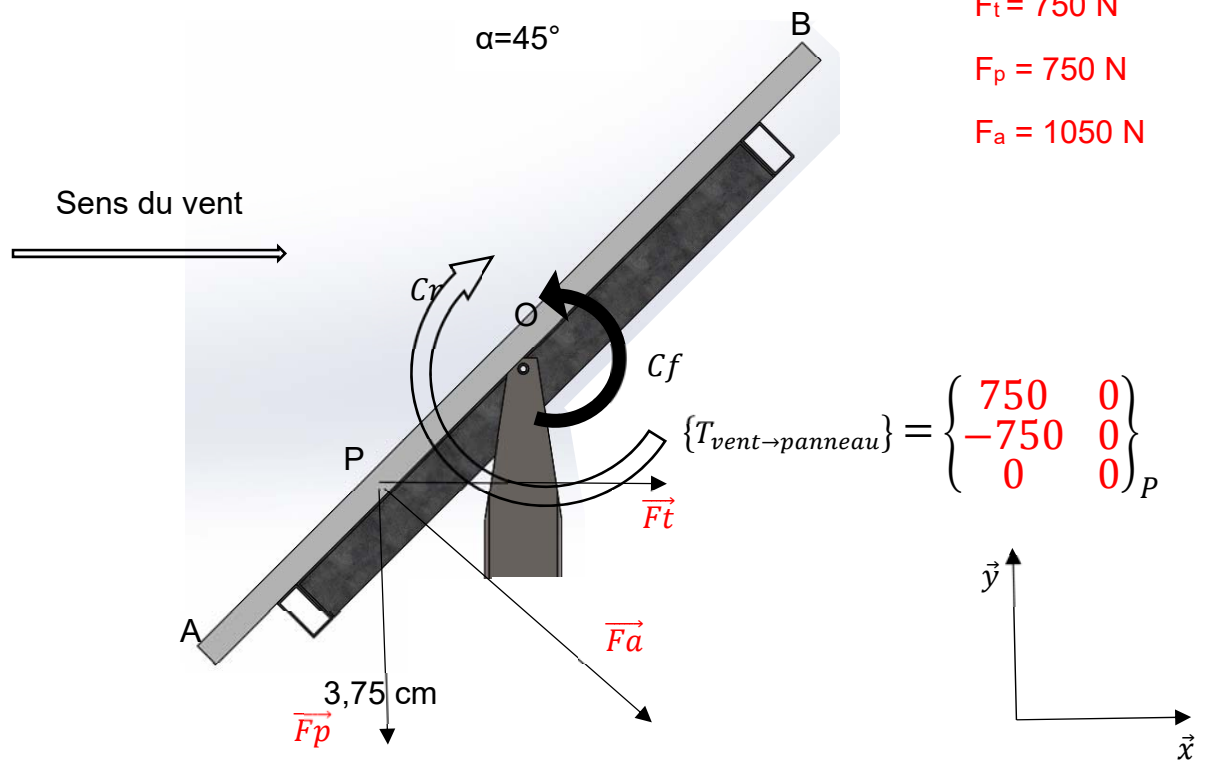
Répartition des contraintes



Déplacements (flèche)

## Document réponses DRS1

### Question A.1.3



## Document réponses DRS2

### Question C.1

