

PARTIE COMMUNE (14 points)

Station hydroéolienne de l'île d'El Hierro



Partie 1

Question 1.1 DT1	- une démarche environnementale : Id 1.1 ou 1.3 - une démarche sociétale : Id 1.2 - une démarche économique : Id 1.4
Question 1.2 DT1, DT2	Le volume attendu pour le réservoir haut est de 556 000 m³. Ce volume est largement supérieur à l'exigence de 350 000 m³ nécessaire pour l'agriculture.
Question 1.3 DT1, DT3	$V_{\text{Haut}} = 264,19 \times 113,78 \times 12 = 360\,714 \text{ m}^3$ Ce volume reste supérieur à l'exigence de 350 000 m³ nécessaire pour l'agriculture. Le réservoir reste donc bien dimensionné.

Partie 2

Question 2.1 DR1	Voir DR1
Question 2.2 DT2	La hauteur de chute est de $714 - 54 = 660 \text{ m}$ $W_{\text{pmax}} = 150\,000 \times 1000 \times 9,81 \times 660 = 971\,10^9 \text{ J}$ Donc $W_{\text{pmax}} = 269,775 \text{ MW}\cdot\text{h}$
Question 2.3	$W_{\text{emax}} = 269,775 \times 0,85 = 229,3 \text{ MW}\cdot\text{h}$
Question 2.4	La consommation journalière est égale à : $42\,000 / 365 = 115 \text{ MW}\cdot\text{h}$ L'énergie maximale de turbinage correspond donc à 2 jours de consommation électrique de l'île
Question 2.5 DT2	La puissance maximale en turbinage est atteinte lorsque les 4 turbines sont à pleine puissance soit : $4 \times 2,83 = 11,32 \text{ MW}$. Cette valeur est largement supérieure à 7,5 MW, la STEP répond aux appels de puissance électrique de l'île.

Partie 3

Question 3.1 | Maxi Août 2024, Mini Novembre 2024

DT4

Question 3.2 | Voir DR2

DT5

DR2

L'exigence des 80 % n'est pas respectée.

Question 3.3 | Diesel : $956 \text{ g} \cdot \text{kW} \cdot \text{h}^{-1}$; Éolienne : $13 \text{ g} \cdot \text{kW} \cdot \text{h}^{-1}$

DT5, DT6

Diesel : 30 431 t

Éolienne : 41 t

Total : 30 471 t

Question 3.4 | 60 875 t si que diesel

DT6

Gain : $60\,875 - 30\,471 = 30\,404 \text{ t}$

Exigence 1.1.1 respectée

Partie 4

Question 4.1 | $P_x = m \times g \times \sin(\alpha)$ avec $\alpha = \arctan(5 \%)$

$P_x = 770 \text{ N}$ pour $M = 1\,500 \text{ kg}$

$F_{\text{motrice}} = 55,5 + 178 + 770 = 1\,003,5 \text{ N}$

Question 4.2 | $P = F_{\text{motrice}} \times V = 1\,003,5 \times 40 / 3,6 = 11\,150 \text{ W}$

$P_e = 11\,150 / 0,8 = 13\,937,5 \text{ W}$

Question 4.3 | Trajet aller $\rightarrow W_{\text{aller}} = 13\,937,5 \times 25 / 60 = 5,8 \text{ kW} \cdot \text{h}$

Trajet retour $\rightarrow W_{\text{retour}} = 5,8 \times 65 \% = 3,77 \text{ kW} \cdot \text{h}$

$W_{\text{rest}} = (41 \times 0,8) - 8,57 = 23,23 \text{ kW} \cdot \text{h}$

Question 4.4 | $W_{\text{supp}} = 5\,200 \times 24 \times 2 = 249\,600 \text{ kW}\cdot\text{h}$
 $N = 249\,600 / 23 = 10\,853$ voitures
 → Trop élevé vis-à-vis du nombre d'habitants : la technologie V2G ne peut pas répondre à l'accroissement de deux jours d'autonomie énergétique de l'île après l'utilisation des véhicules électriques en cycle urbain.

Partie 5

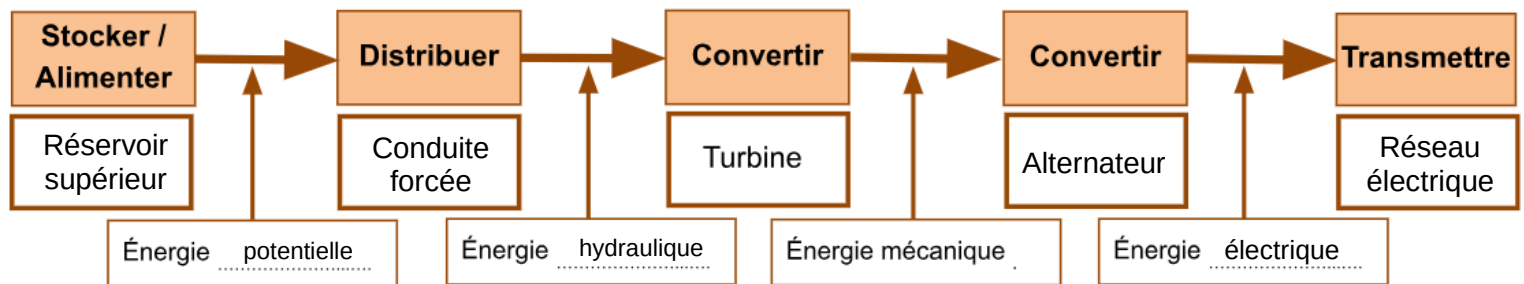
Question 5.1 | Adresse IP de l'éolienne 5 : 172.16.32.25/20 : Réseau Installateur
 DT8 | Le CIDR est / 20, le masque a donc les 20 premiers bits à 1, ce qui donne en décimal 255.255.240.0

Question 5.2 | Adresse IP première machine : 172.16.32.1
 Adresse IP dernière machine : 172.16.32.254
 Adresse IP de diffusion (Broadcast) : 172.16.32.255

Question 5.3 | Les 12 bits à 0 servent à coder les machines soit $2^{12} - 2 = 4\,094$ machines
 DT1 | 2 500 adresses machines nécessaires < 4 094 adresses machines disponibles donc l'exigence est bien respectée.

Question 5.4 | La valeur décimale correspondante est 103.
 DT9 | La température au niveau du réducteur est 52 °C.
 52 °C < 80 °C, il n'y a pas d'échauffement mécanique anormal à cet instant.

DR1 – Chaîne d'énergie de la STEP en turbinage



DR2 – Part des énergies renouvelables dans la production électrique

	Production électrique totale (MW·h)	Production éolienne (MW·h)	Part des énergies renouvelables (%)
Juillet 2024	6119	4 911	80
Décembre 2024	4 560	1 921	42
Année 2024	63 677	31 845	50

PARTIE SPÉCIFIQUE (6 points)

INNOVATION TECHNOLOGIQUE ET ÉCOCONCEPTION

Parc éolien de l'île d'El Hierro



Partie A

Question A.1 | La liaison entre le corps du vérin et la tige du vérin est une liaison pivot glissant.
DTS1, DTS2
DRS1 | La liaison entre la tige du vérin et l'embase est une liaison rotule.
Voir DRS1.

Question A.2 | Les positions angulaires extrêmes sont :
DTS3
▪ Position normale : 2°
▪ Mise en drapeau : 92°

Le débattement angulaire est donc de $92^\circ - 2^\circ = 90^\circ$

Question A.3 | Voir DRS1.
DRS1

Question A.4 | $F_{max} = P \times S$ donc $S = \frac{F_{max}}{P} = \frac{0,8 \times 10^5}{20 \times 10^6} = 4 \times 10^{-3} \text{ m}^2 = 40 \text{ cm}^2$
DTS2

$$S = \pi \times r^2 \text{ donc } r = \sqrt{\frac{S}{\pi}} = \sqrt{\frac{40}{\pi}} = 3,57 \text{ cm donc } D = 7,13 \text{ cm.}$$

La gamme retenue des vérins hydrauliques convient car ils permettent une course supérieure au 700 mm nécessaire et ont un diamètre de piston supérieur au 71,3 mm nécessaire.

Partie B

Question B.1 | Pour une rotation lente, $C_{serv} = 64 \text{ N}\cdot\text{m}$
DTS6
 $C_{4serv} = 4 \times C_{serv} = 256 \text{ N}\cdot\text{m}$

Question B.2 | $C_{4serv} \ll C_{max}$
L'intérêt d'interposer en sortie de motorisation un réducteur de vitesse est, outre le fait de réduire la vitesse pour l'adapter à l'effecteur, d'augmenter le couple afin d'éviter de surdimensionner la motorisation.

Question B.3 $\frac{P_{nacelle}}{P_{serv}} = \eta \Leftrightarrow C_{nacelle} = \eta \times \frac{C_{4serv}}{r}$

$$C_{nacelle} = 0,98 \times \frac{256 \times 36\,000}{4} = 2,26 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Le choix des servomoteurs convient car ils permettent de délivrer un couple au démarrage suffisant.

Partie C

Question C.1 $F_{pales} = 16\,830 \text{ kN}$

DRS2

$$P_{n+r} = 1\,863,9 \text{ kN}$$

Voir DRS2.

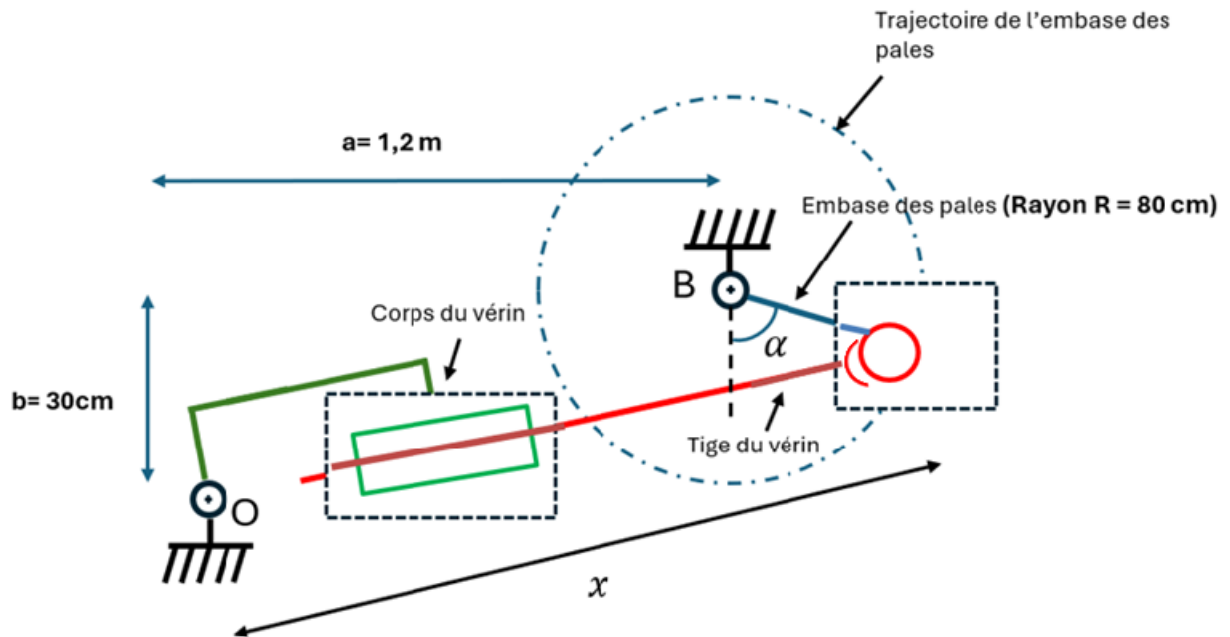
Question C.2 Les sollicitations mécaniques sont la compression et la flexion.

Question C.3 La contrainte maximale est de 9,732 MPa et le déplacement maximal est de 16,98 mm.

DTS8

La limite d'élasticité du matériau étant de 620 MPa, l'exigence est donc respectée.

DRS1 – Schéma cinématique du contrôle de l'angle de calage des pales



- L'angle α représente l'angle de calage des pales
- La longueur x représente la distance entre les deux extrémités du vérin hydraulique

Loi entrée-sortie du mécanisme :

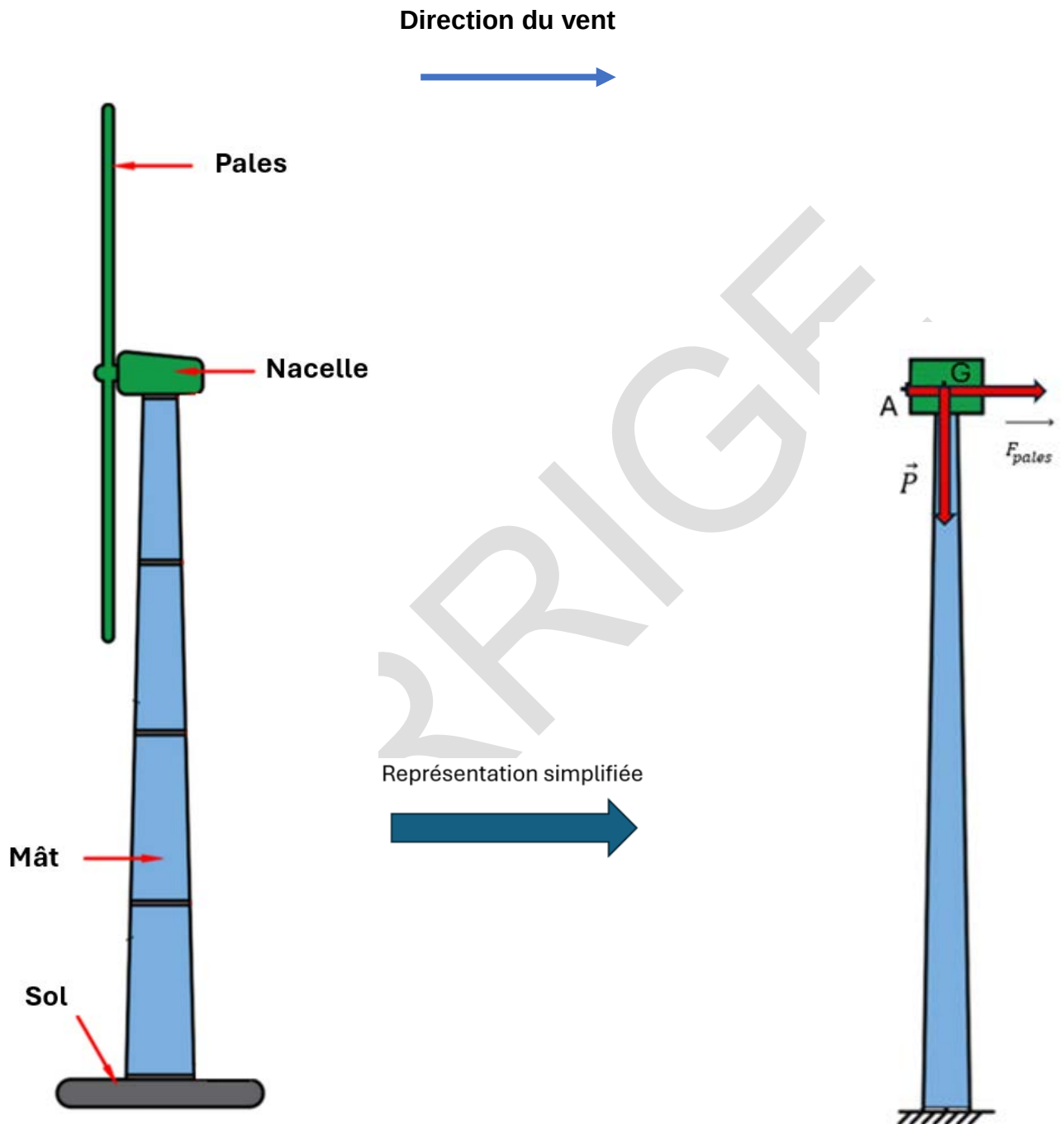
$$x(\alpha) = \sqrt{a^2 + b^2 + R^2 + 2 \times a \times R \times \sin(\alpha) - 2 \times b \times R \times \cos(\alpha)}$$

$$x_1(\text{mm}) = 1\,326$$

$$x_2(\text{mm}) = 2\,026$$

$$\text{Course du vérin (mm)} = 700$$

DRS2 – Modélisation des actions mécaniques s'appliquant à l'éolienne



- Le point A représente le point de réduction des efforts aérodynamiques sur les pales.
- Le point G représente le centre de gravité des pales et de la nacelle.