

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 : 30471 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 | $W_{\text{supp}} = 5\,200 \times 24 \times 2 = 249\,600 \text{ kW}\cdot\text{h}$
 $N = 249\,600 / 23 = 10\,853 \text{ voitures}$
 → 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

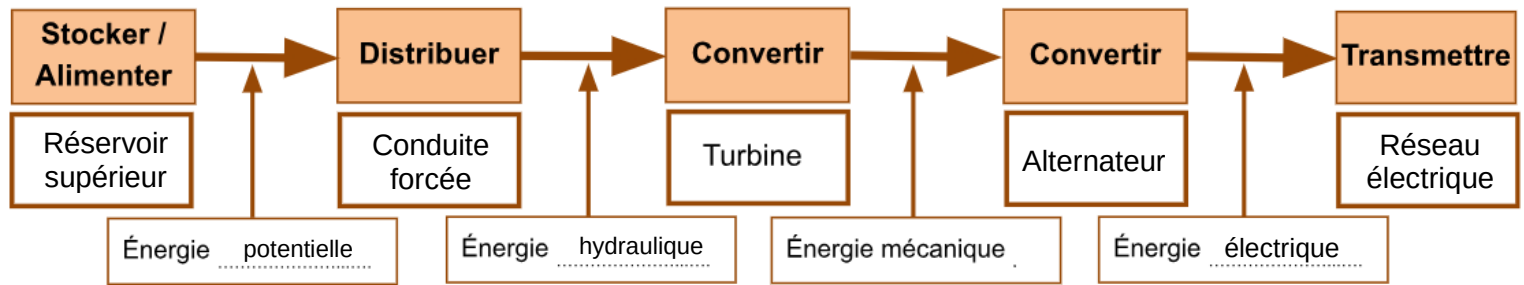
Question 5.1 | Adresse IP de l'éolienne 5 : 172.16.32.25/20 : Réseau Installateur
 DT8 | Le CIDR est / 20, le masque a donc les 20 premiers bits à 1, ce qui donne en décimal 255.255.240.0

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)

SYSTÈMES D'INFORMATION ET NUMÉRIQUE

Système d'information du parc éolien



Partie A

Question A.1 | Le capteur de vent intelligent est choisi pour effectuer les calculs à
DTS1 | l'exploitation du vent, pour gérer le protocole CIBus et transmettre les
 | données à un afficheur.

Question A.2 | $V_{ns} = \frac{L}{2} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) = 0,1 \left(\frac{1}{576,53} - \frac{1}{600,42} \right) = 6,90 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
DTS1 |
DRS1 | $V_{ew} = \frac{L}{2} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) = 0,1 \left(\frac{1}{568,26} - \frac{1}{609,66} \right) = 11,95 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
 | Voir DRS1.

Question A.3 | Voir DRS1.
DRS1 |

Question A.4 | Voir DRS1.
DRS1 |

Question A.5 | 31 soit 310 ° et 128 soit 12,8 m·s⁻¹
DTS3 |

Question A.6 | Voir DRS2.
DRS2 |
DTS7 |

Question A.7 | Voir DRS3.
DRS3 |

Partie B

Question B.1 DTS2	Modbus appartient à la couche 7 : la couche application du modèle OSI.
----------------------	--

Question B.2 DTS4 DRS4	Voir DRS4.
------------------------------	------------

Question B.3 DTS5	La carte PCM-3680/I est choisie car elle permet de gérer les trois liaisons série.
----------------------	--

Question B.4 DTS2	Can-Bus appartient à la couche 2 : la couche liaison de données du modèle OSI.
----------------------	--

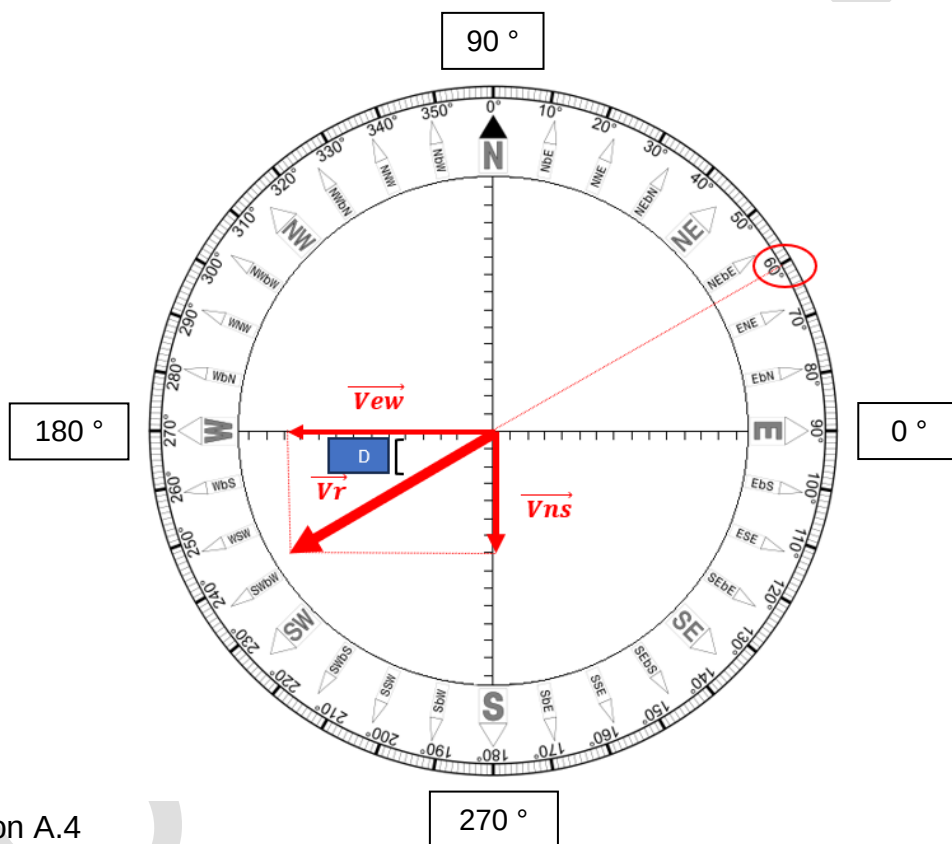
Question B.5 DTS2	Voir DRS5.
----------------------	------------

DRS1-Vitesse et direction du vent

Question A.2

Direction du vent	T1 (μs)	T2 (μs)	Vitesse des composantes du vent ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)
Axe N-S	576,53	600,42	6,90
Axe E-W	568,26	609,66	11,95

Question A.3



Question A.4

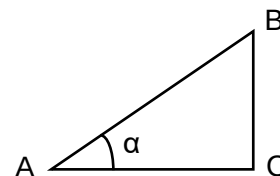
$$V_r = \sqrt{(6,9^2 + 11,95^2)}$$

$$V_r = 13,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \text{ soit } 50 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$$

$$D = \tan^{-1} \left(\frac{11,95}{6,9} \right) = 60^\circ$$

La valeur sur la figure est $\tan^{-1}(6,9/11,95)$ et vaut en fait 30° , accepter les 2 valeurs.

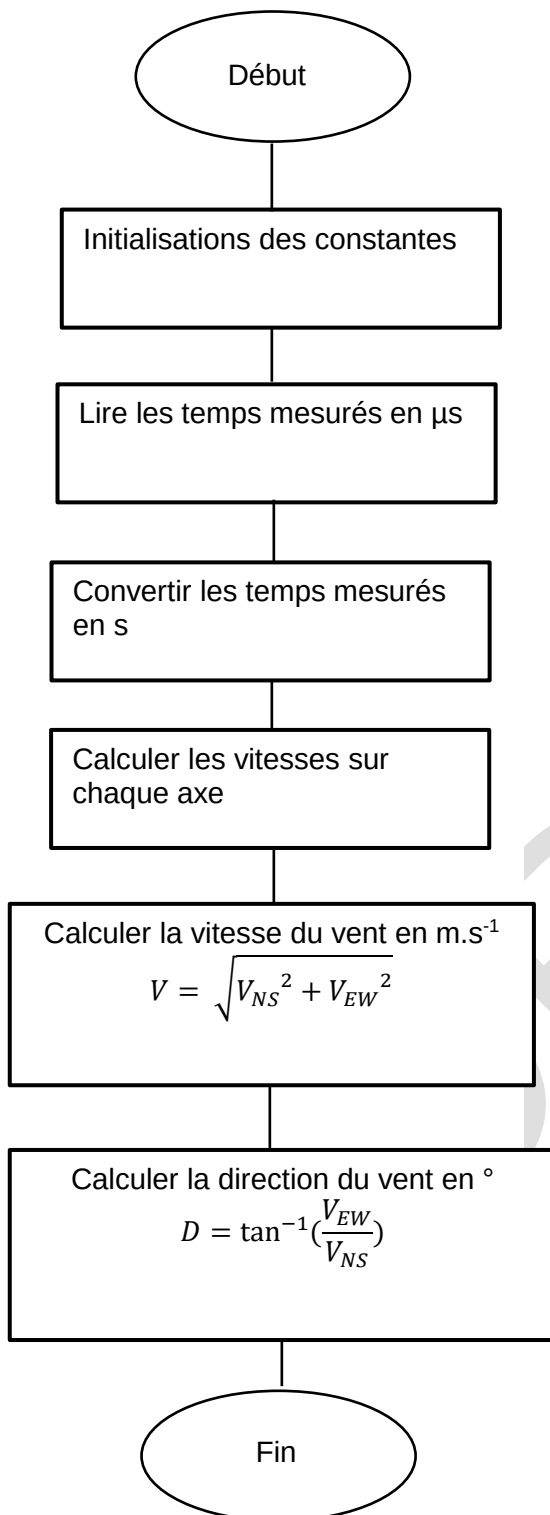
Théorème de Pythagore



$$AB^2 = AC^2 + BC^2$$

$$\tan(\alpha) = \frac{BC}{AC}$$

DRS2 – Algorithme de la fonction calcul



FONCTION Calcul

```

// Initialisation des constantes
distance ← 0.2 // distance entre les capteurs en mètres

vitesse : float // déclaration de la variable vitesse
direction : integer // déclaration de la variable direction

// Lecture des temps mesurés (en microsecondes)
T_NS_aller ← lireTempsNordSud() // T1
T_NS_retour ← lireTempsSudNord() // T2
T_EW_aller ← lireTempsEstOuest() // T3
T_EW_retour ← lireTempsOuestEst() // T4

// Conversion des temps en secondes
T1 ← T_NS_aller / 1 000 000
T2 ← T_NS_retour / 1 000 000
T3 ← T_EW_aller / 1 000 000
T4 ← T_EW_retour / 1 000 000

// Calcul des vitesses sur chaque axe
V_NS ← ( (distance / T1) - (distance / T2) ) / 2
V_EW ← ( (distance / T3) - (distance / T4) ) / 2

// Calcul de la vitesse du vent (module)
vitesse ← racine( V_NS2 + V_EW2 )

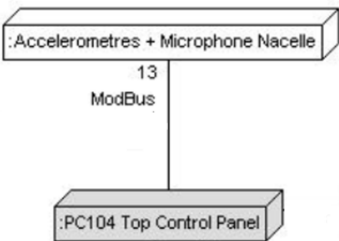
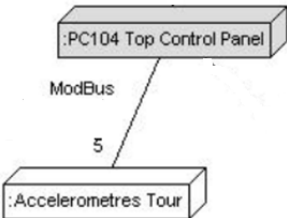
// Calcul de la direction du vent (en degrés)
direction ← arctan( V_EW / V_NS )
  
```

FIN FONCTION

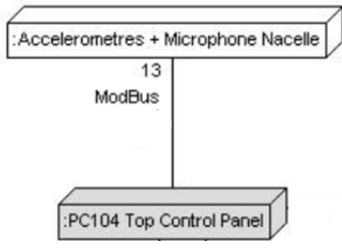
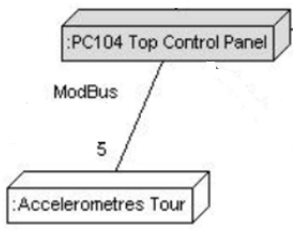
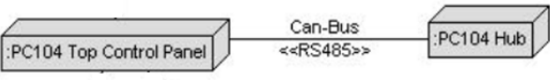
DRS3 – Code Arduino

```
1  #include <SoftwareSerial.h>
2
3  // Déclare une liaison série sur les broches 10 (RX) et 11 (TX)
4  SoftwareSerial capteurSerial(10, 11);
5
6  void setup() {
7      Initialiser la liaison série
8      Serial.begin(9600);
9
10     // Initialiser la liaison série avec le capteur
11     capteurSerial.begin(9600);
12
13     Serial.println("Demarrage du capteur de vent...");
14 }
15
16 void loop() {
17     // Vérifie si des données sont disponibles depuis le capteur
18     if (capteurSerial.available()) {
19         // TODO 3 : Lire la trame complète envoyée par le capteur
20         String trame = capteurSerial.readStringUntil('\n');
21
22         // Extraire la vitesse du vent
23         int indexSPD = trame.indexOf("SPD:");
24         int indexDIR = trame.indexOf("DIR:");
25
26         String vitesse = trame.substring(indexSPD + 4, indexDIR - 1);
27
28         // Extraire la direction du vent
29         String direction = trame.substring(indexDIR + 4);
30
31         // Afficher les résultats
32         Serial.print("Vitesse : ");
33         Serial.print(vitesse);
34         Serial.println(" m/s");
35
36         Serial.print("Direction : ");
37         Serial.print(direction);
38         Serial.println("");
39     }
40
41     delay(1000);
42 }
```

DRS4 – Liaisons série du ModBus RTU

	Justification de la liaison série retenue
 The diagram shows a box labeled ':Accelerometres + Microphone Nacelle' at the top and a box labeled ':PC104 Top Control Panel' at the bottom. A vertical line connects them, with the number '13' and the text 'ModBus' written next to it.	Nombre total de récepteurs = 12 accéléromètres + 1 microphone = 13 La liaison RS485 est seule compatible avec cette configuration
 The diagram shows a box labeled ':PC104 Top Control Panel' at the top and a box labeled ':Accelerometres Tour' at the bottom. A diagonal line connects them, with the number '5' and the text 'ModBus' written next to it.	Nombre total de récepteurs = 5 accéléromètres = 5 Les liaisons RS422 et RS485 sont compatibles avec cette configuration

DRS5 – Types de communication des liaisons série

	Type de communication
	Hiérarchique
	Hiérarchique
	Distribué