Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
formav.co/explorer

BAC STI2D • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

Bac STI2D

Systèmes d'information et numérique

Session 2025 • Code sujet : **25-2D2IDSINME1** • Durée : **4 heures**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Choix du lieu d'implantation des éoliennes** (3 questions) — **Page 3**
2. **Production électrique et besoins des communes** (3 questions) — **Page 5**
3. **Viabilité financière du projet** (3 questions) — **Page 7**
4. **Conversion et rendement énergétique de l'éolienne** (7 questions) — **Page 9**
5. **Résistance mécanique et impact environnemental du mât** (6 questions) — **Page 13**
6. **Surveillance à distance et réseau des éoliennes** (4 questions) — **Page 16**
7. **Acquisition de l'orientation de la nacelle** (6 questions) — **Page 18**
8. **Conversion du code Gray en information exploitable** (4 questions) — **Page 21**
9. **Orientation de l'éolienne face au vent** (5 questions) — **Page 24**
10. **Supervision en temps réel des éoliennes** (3 questions) — **Page 27**
11. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 29**

Sujet officiel (PDF) : https://bacsti2d.fr/assets/annales/bac-sti2d/Ingénierie, innovation et développement durable/2025/Bac STI2D - Ingénierie, innovation et développement durable - Session 2025 - 8-Sujet.pdf

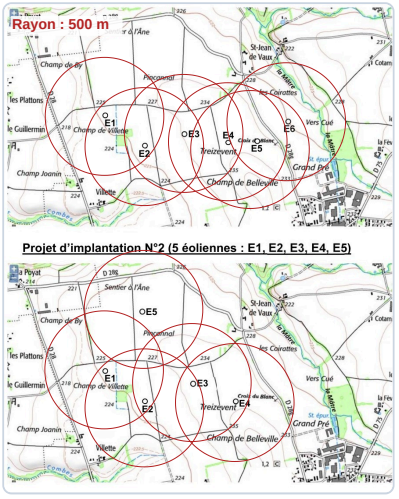
1. Choix du lieu d’implantation des éoliennes

L’étude compare deux plans d’implantation d’une ferme éolienne au regard des habitations et de critères liés aux milieux naturels, humains et au paysage. La réglementation impose une distance minimale de 500 m entre une éolienne et les habitations.

Question 1.1. Tracer sur le schéma d’implantation la distance minimale réglementaire autour de chaque éolienne des projets 1 et 2, puis justifier que la réglementation est respectée.

La barre d’échelle représente 200 m : le rayon réglementaire de 500 m vaut 2,5 fois cette longueur. Les cercles tracés autour des éoliennes représentent ce rayon. Aucune habitation n’est située à l’intérieur de ces périmètres sur les deux plans.

Rayon réglementaire de 500 m autour de chaque éolienne



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Les projets 1 et 2 respectent la distance minimale de 500 m aux habitations.

Question 1.2. À partir du bilan des critères d’impact, compléter les tableaux d’analyse des deux projets en attribuant +1 à un critère favorable et -1 à un critère défavorable, puis calculer les totaux.

Chaque critère favorable reçoit +1 et chaque critère défavorable −1, selon les effets décrits dans le document technique.

Projet	Pondérations par critère	Total
N°1	C1.1 −1 ; C1.2 +1 ; C1.3 −1 ; C1.4 −1 ; C1.5 +1 ; C1.6 −1 ; C1.7 −1	−3
N°2	C2.1 +1 ; C2.2 +1 ; C2.3 +1 ; C2.4 +1 ; C2.5 +1 ; C2.6 +1 ; C2.7 +1	+7

Le projet 2 est favorable pour les sept critères recensés.

Tableaux d’analyse complétés

Critères Projet N°1	C1.1	C1.2	C1.3	C1.4	C1.5	C1.6	C1.7	Total
Pondération	−1	+1	−1	−1	+1	−1	−1	−3

Critères Projet N°2	C2.1	C2.2	C2.3	C2.4	C2.5	C2.6	C2.7	Total
Pondération	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+7

✓ RÉPONSE À RETENIR

Projet 1 : −3. Projet 2 : +7.

Question 1.3. À partir des réponses précédentes, choisir le projet d’implantation le plus pertinent et justifier ce choix.

Le projet 2 est le plus pertinent : son bilan total est de +7, contre −3 pour le projet 1. Il réduit l’effet barrière et les risques de collision pour l’avifaune, limite l’emprise au sol et éloigne les éoliennes des zones humides et de la vallée de la Mâtre. Son implantation réduit également l’impact visuel sur les habitations.

Choix du projet le plus pertinent

Critères Projet N°1	C1.1	C1.2	C1.3	C1.4	C1.5	C1.6	C1.7	Total
Pondération								

Choix : projet n°2 (+7)

Critères Projet N°2	C2.1	C2.2	C2.3	C2.4	C2.5	C2.6	C2.7	Total
Pondération								

✓ RÉPONSE À RETENIR

Choisir le projet d’implantation n°2 : son bilan environnemental et humain est le plus favorable.

2. Production électrique et besoins des communes

Le projet envisagé comprend cinq éoliennes identiques de 2,4 MW et s'appuie sur un facteur de charge éolien régional de 22 %. La production annuelle est comparée à la consommation moyenne de 3 200 kW·h par foyer et aux 7 000 foyers des communes environnantes.

Question 2.1. Calculer, en MW·h, l'énergie électrique produite en une année par les cinq éoliennes en tenant compte du facteur de charge.

La puissance nominale totale des cinq éoliennes est de 5 × 2,4 = 12 MW. Sur 8 760 heures, elles produiraient 12 × 8 760 MWh à pleine puissance. Le facteur de charge éolien régional est de 22 % : l'énergie annuelle réelle vaut donc 12 × 8 760 × 0,22 = 23 126,4 MW·h. Ce résultat tient compte du fait que les éoliennes ne fonctionnent pas toute l'année à leur puissance nominale.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Production annuelle : 23 126,4 MW·h.

Question 2.2. Calculer le nombre de foyers auxquels la production des éoliennes peut fournir de l'électricité, hors eau chaude sanitaire et chauffage.

Donnée	Valeur
Production annuelle	23 126,4 MW·h = 23 126 400 kW·h
Consommation annuelle par foyer	3 200 kW·h
Foyers équivalents	23 126 400 ÷ 3 200 = 7 227

La comparaison se fait en kW·h, l'unité utilisée pour la consommation d'un foyer. On convertit donc la production de MW·h en kW·h, puis on la divise par la consommation annuelle moyenne d'un foyer. Le résultat représente une équivalence de consommation, hors eau chaude sanitaire et chauffage, et non une garantie d'alimentation constante de chaque foyer.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La production correspond à 7 227 foyers environ.

Question 2.3. Justifier l'intérêt du projet au regard des enjeux climatiques, en tenant compte des besoins des communes environnantes.

La ferme produit une électricité renouvelable et contribue ainsi aux objectifs de transition énergétique. Sa production annuelle représente l'équivalent de la consommation électrique de 7 227 foyers, contre 7 000 foyers dans les communes environnantes.

- Elle couvre donc l'équivalent de leurs besoins considérés, hors chauffage et eau chaude sanitaire.

- La marge est d’environ 227 foyers, mais cette comparaison porte sur des consommations annuelles et ne signifie pas que la production éolienne est constante.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le projet couvre l’équivalent des besoins électriques annuels des 7 000 foyers, hors chauffage et eau chaude sanitaire.

3. Viabilité financière du projet

L'étude financière porte sur cinq éoliennes, une production annuelle estimée à 25 000 MW·h et une puissance totale installée de 12 MW. Les données techniques précisent l'investissement, les coûts annuels de maintenance, le prix de rachat de l'électricité et une durée de vie de 25 ans.

Question 3.1. Compléter le tableau des dépenses et des recettes sur une année pour les cinq éoliennes, en exprimant les résultats en kilo euros.

La puissance totale est de 12 MW, soit 12 000 kW. Au tarif de 1 500 € par kW, l'investissement initial vaut 18 000 k€. La maintenance annuelle représente 3 % de cet investissement. Enfin, les 25 000 MW·h produits chaque année sont rachetés 100 € par MW·h. Les montants sont convertis en kilo euros pour compléter le tableau demandé.

Dépenses et recettes sur un an	Montant (k€)
Investissement	18 000
Maintenance	540
Recettes	2 500

L'investissement est initial ; la maintenance et les recettes sont annuelles.

DR3 complété : dépenses et recettes

Pour la ferme de cinq éoliennes sur 1 an		
Dépenses		**Recettes**
Investissement	Maintenance	
18 000 k€	540 k€/an	2 500 k€/an

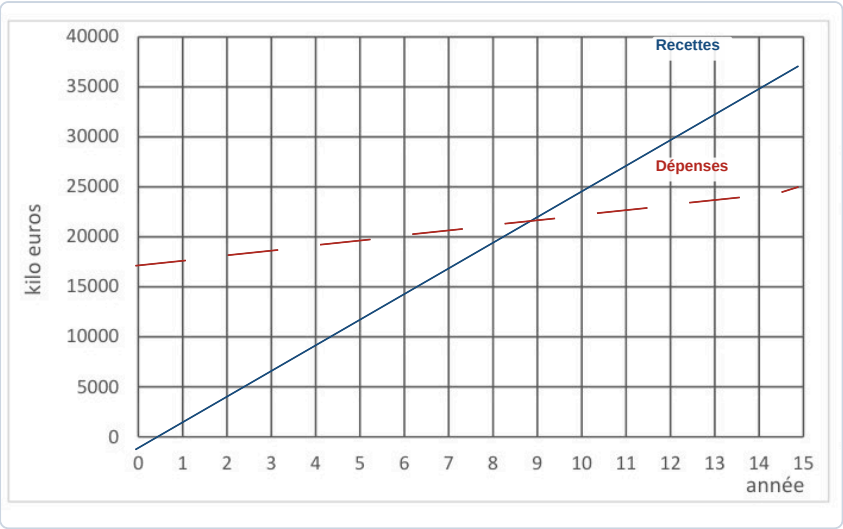
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Investissement : 18 000 k€ ; maintenance annuelle : 540 k€ ; recettes annuelles : 2 500 k€.

Question 3.2. Représenter les dépenses et les recettes sur le graphique de viabilité financière en respectant la légende fournie.

Le graphique représente les montants cumulés au fil des années. Les recettes augmentent de 2 500 k€ par an : tracer la droite pleine de l'origine jusqu'à 37 500 k€ à la quinzième année. Les dépenses commencent à 18 000 k€ d'investissement, puis augmentent de 540 k€ par an : tracer la droite en pointillés jusqu'à 26 100 k€ à quinze ans. Ces deux valeurs finales se lisent sur l'échelle en kilo euros du document.

DR4 complété : évolution cumulée des dépenses et recettes



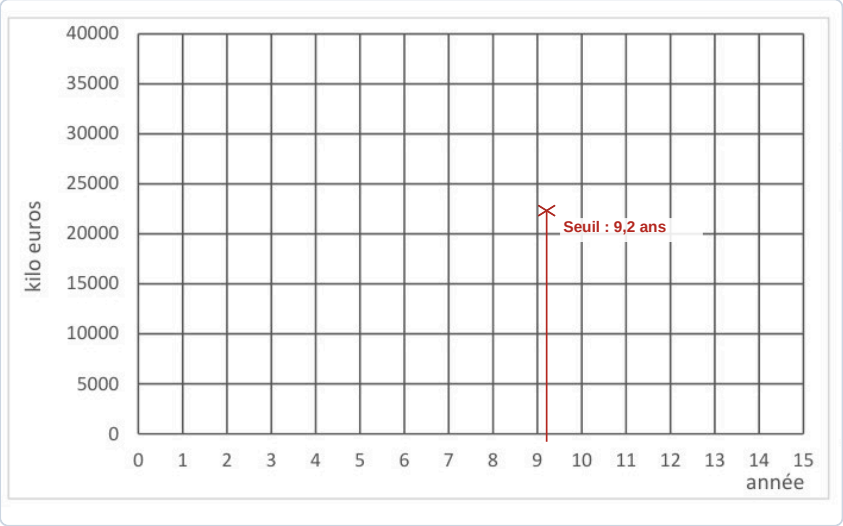
✓ RÉPONSE À RETENIR

Recettes : droite pleine de (0 ; 0) à (15 ; 37 500) k€. Dépenses : droite en pointillés de (0 ; 18 000) à (15 ; 26 100) k€.

Question 3.3. Déduire du graphique le nombre d'années nécessaire pour que l'installation devienne rentable, puis conclure sur la validité financière du projet.

Le seuil de rentabilité correspond au croisement des recettes cumulées et des dépenses cumulées. On égalise donc les deux montants : 2 500 × n = 18 000 + 540 × n, d'où n = 18 000 ÷ (2 500 − 540) ≈ 9,18 ans. Les recettes dépassent les dépenses à partir de ce point, au cours de la dixième année. Cette durée est inférieure à la durée de vie prévue de 25 ans ; le projet est donc financièrement viable selon les estimations fournies.

DR4 : seuil de rentabilité



✓ RÉPONSE À RETENIR

Seuil de rentabilité : environ 9,2 ans, durant la dixième année. Projet viable sur une durée de vie de 25 ans.

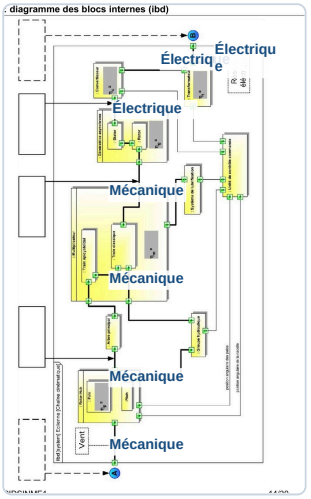
4. Conversion et rendement énergétique de l’éolienne

L’étude suit les flux d’énergie et d’information dans une éolienne, du vent jusqu’au réseau électrique, à l’aide d’un diagramme de blocs internes et d’un synoptique technique. La puissance disponible du vent et les rendements des composants permettent d’estimer la production annuelle et d’évaluer l’estimation du bureau d’études.

Question 4.1. Compléter les étiquettes en traits pleins placées en sortie des éléments du diagramme des blocs internes avec la forme d’énergie correspondante, parmi les formes chimique, nucléaire, mécanique, thermique, rayonnante et électrique.

Le vent transmet une énergie mécanique au rotor. Cette énergie reste mécanique dans les pales, l’arbre lent, le multiplicateur et l’arbre rapide. La génératrice convertit ensuite l’énergie mécanique en énergie électrique. Cette forme électrique est conservée à travers le convertisseur, le transformateur et la liaison vers le réseau. Les autres formes proposées, comme l’énergie thermique ou rayonnante, ne correspondent pas au flux énergétique principal représenté.

Formes d’énergie du flux principal



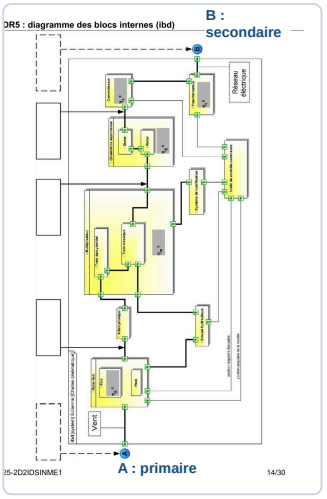
✓ RÉPONSE À RETENIR

Vent, rotor, arbres et multiplicateur : énergie mécanique. En sortie de la génératrice, puis jusqu’au réseau : énergie électrique.

Question 4.2. Qualifier la nature de l’énergie aux points A et B du diagramme des blocs internes en choisissant parmi primaire, secondaire, finale et utile.

Au point A, l’énergie provient directement du vent, une ressource disponible dans la nature : c’est une énergie primaire. Au point B, l’éolienne a converti cette énergie en électricité destinée au réseau. L’électricité est une énergie secondaire, car elle résulte d’une transformation énergétique. Elle n’est pas encore l’énergie finale consommée par un utilisateur ni l’énergie utile fournie par un appareil.

Nature de l’énergie aux points A et B



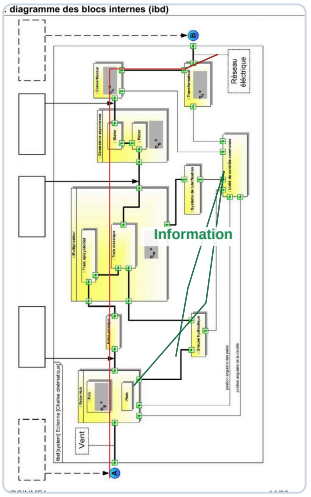
✓ RÉPONSE À RETENIR

A : énergie primaire. B : énergie secondaire.

Question 4.3. Tracer en rouge le flux d’énergie principal du vent au réseau électrique et en vert les flux d’information sur le diagramme.

Le flux énergétique principal part du vent et traverse le rotor, l’arbre lent, le multiplicateur, la génératrice, le convertisseur et le transformateur avant d’atteindre le réseau. Les traits verts représentent les informations échangées entre les capteurs, l’unité de contrôle et les organes commandés. Elles permettent notamment de contrôler l’orientation de la nacelle et le calage des pales. Les couleurs doivent suivre les liaisons correspondantes du diagramme.

Flux d’énergie et flux d’information



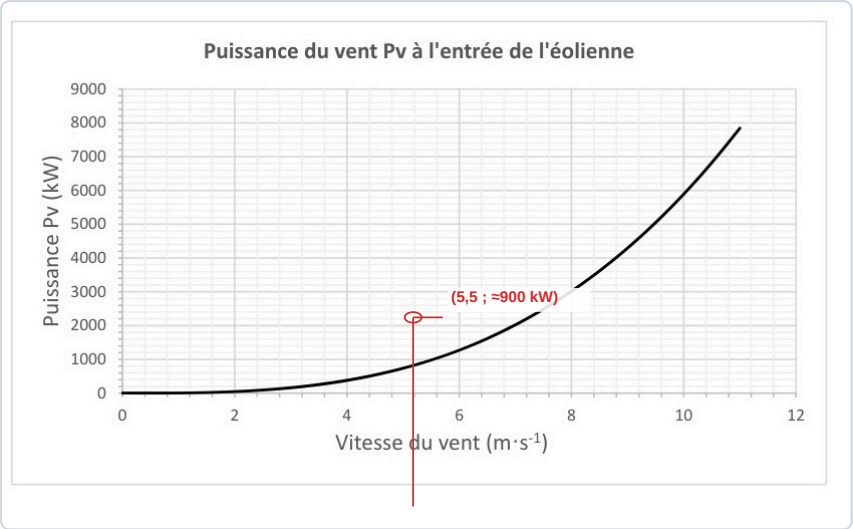
✓ RÉPONSE À RETENIR

Rouge : vent vers le réseau par les éléments de conversion. Vert : liaisons d’information entre capteurs, unité de contrôle et organes commandés.

Question 4.4. Placer sur la courbe de puissance le point correspondant à une vitesse moyenne du vent de 5,5 m·s⁻¹, puis en déduire la puissance disponible fournie par le vent Pv, en kW.

Sur l'axe horizontal, repérer la vitesse de 5,5 m·s⁻¹, puis rejoindre la courbe et lire la valeur correspondante sur l'axe vertical. La lecture se fait graphiquement et ne donne pas une valeur exacte au kilowatt près. Le point se situe aux environs de 900 kW, valeur à reporter comme puissance disponible du vent à l'entrée de l'éolienne.

Point de fonctionnement à 5,5 m·s⁻¹



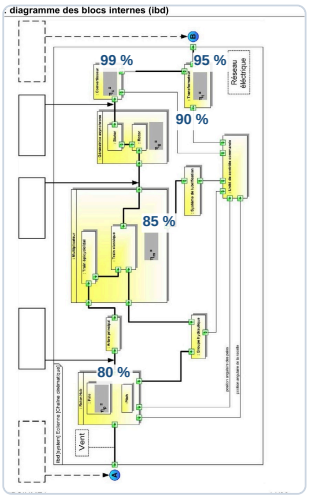
✓ RÉPONSE À RETENIR

Pour 5,5 m·s⁻¹, la puissance disponible est d'environ 900 kW.

Question 4.5. Compléter la chaîne de puissance en indiquant dans les cases grisées le rendement de chaque bloc.

Les rendements sont indiqués dans le synoptique DT4 et doivent être reportés dans les cases associées aux composants du flux principal. Les pales à orientation variable ont un rendement de 80 %, le multiplicateur de 85 %, la génératrice asynchrone de 90 %, le convertisseur de 99 % et le transformateur de 95 %. Aucun rendement chiffré n'est fourni pour les autres éléments de la chaîne.

Rendements à reporter sur la chaîne de puissance



✓ RÉPONSE À RETENIR

Pales : 80 % ; multiplicateur : 85 % ; génératrice : 90 % ; convertisseur : 99 % ; transformateur : 95 %.

Question 4.6. Calculer le rendement global d'une éolienne, puis en déduire l'énergie produite en une année en prenant une puissance moyenne fournie par le vent égale à 1 MW pour une éolienne.

Le rendement global est le produit des rendements des cinq composants concernés : $\eta = 0{,}80 \times 0{,}85 \times 0{,}90 \times 0{,}99 \times 0{,}95 = 0{,}575586$, soit 57,6 %. Une année compte $365 \times 24 = 8760$ heures. Avec une puissance moyenne du vent de 1 MW, l'énergie électrique produite par une éolienne vaut $1 \times 8760 \times 0{,}575586 = 5042{,}13$ MW·h.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Rendement global : 57,6 %. Énergie annuelle par éolienne : environ 5 042 MW·h.

Question 4.7. Conclure sur l'estimation de 25 000 MW·h d'énergie électrique annuelle pour le parc de cinq éoliennes, annoncée par le bureau d'études.

Pour cinq éoliennes, le calcul donne $5 \times 5042{,}13 \approx 25210{,}67$ MW·h par an. L'estimation du bureau d'études, 25 000 MW·h, est inférieure d'environ 211 MW·h, soit moins de 1 %. Cet écart faible est cohérent avec les arrondis et les hypothèses de puissance moyenne et de rendement utilisées. L'estimation est donc pertinente pour le parc.

✓ RÉPONSE À RETENIR

L'estimation de 25 000 MW·h par an est cohérente : le calcul donne environ 25 211 MW·h.

5. Résistance mécanique et impact environnemental du mât

Le mât est étudié sous l'action des efforts aérodynamiques horizontaux dus au vent, à partir d'une simulation de contrainte. La comparaison de deux formes creuses en acier permet aussi d'évaluer le gain de matière et ses liens avec les piliers du développement durable.

Question 5.1. Identifier la sollicitation subie par le mât face au vent en choisissant parmi torsion, traction, flexion, compression et cisaillement.

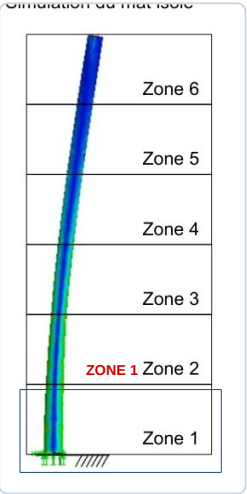
La force du vent agit horizontalement sur la partie haute de l'éolienne, tandis que le mât est maintenu à sa base. Cette action transversale tend à courber le mât : une face est comprimée et l'autre tendue. Parmi les sollicitations proposées, la sollicitation principale étudiée est donc la flexion. Le mât se comporte comme une poutre encastrée soumise à une force latérale.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La sollicitation principale du mât face au vent est la flexion, provoquée par l'effort aérodynamique horizontal.

Question 5.2. Sur la simulation du mât isolé, entourer parmi les zones 1 à 6 celle qui est la plus sollicitée.

Sur la simulation du mât isolé, la déformation et les contraintes les plus importantes se situent près de l'encastrement à la base. Le vent applique un effort horizontal en hauteur, ce qui produit un moment de flexion maximal au pied du mât. Il faut donc entourer la première zone numérotée, en bas du schéma DR7.

Zone la plus sollicitée du mât



> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La zone la plus sollicitée est la zone 1, située au pied du mât, près de son encastrement.

Question 5.3. **Calculer le coefficient de sécurité s en appliquant la formule s = Re / σmax, à partir de la limite élastique Re et de la contrainte maximale σmax indiquées.**

Le coefficient de sécurité est le rapport entre la limite élastique du matériau et la contrainte maximale relevée dans le mât. On applique les valeurs fournies : $s = \dfrac{R_e}{\sigma_{\max}} = \dfrac{6{,}204 \times 10^{8}}{7{,}056 \times 10^{7}} \approx 8{,}79$. Les deux contraintes étant exprimées dans la même unité, leur rapport est sans unité.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le coefficient de sécurité calculé pour le mât est $s \approx 8{,}79$, sans unité.

Question 5.4. **En considérant qu'un coefficient de sécurité égal à 3 est suffisant, préciser et justifier si le mât est correctement dimensionné pour résister aux efforts qu'il subit.**

Le mât est correctement dimensionné selon le critère de sécurité imposé. Le calcul donne un coefficient d'environ 8,79, supérieur au minimum requis de 3. Le matériau et la géométrie considérés permettent donc de résister à la contrainte maximale simulée sans atteindre la limite élastique. Cette conclusion vaut pour les efforts et les hypothèses étudiés dans le sujet.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Oui, le mât est correctement dimensionné : son coefficient de sécurité d'environ 8,79 dépasse le seuil de 3.

Question 5.5. **Proposer deux pistes d'amélioration de la conception du mât en ne considérant que la sollicitation étudiée dans cette partie.**

Pour améliorer la résistance à la flexion, on peut augmenter le diamètre du mât afin d'accroître son moment quadratique et sa rigidité. Une autre piste consiste à augmenter localement l'épaisseur de la paroi, notamment dans les zones les plus sollicitées, comme le pied du mât. Ces modifications doivent être vérifiées par une nouvelle simulation et rester compatibles avec les contraintes de masse et de fabrication.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Deux pistes : augmenter le diamètre du mât et épaissir sa paroi, surtout dans les zones les plus sollicitées.

Question 5.6. **Calculer le pourcentage de volume d'acier gagné avec la solution conique par rapport à la solution cylindrique, puis indiquer et justifier les piliers du développement durable les plus concernés par ce gain.**

Le volume économisé est $34{,}7 - 27{,}78 = 6{,}92\ \mathrm{m}^3$. Rapporté au volume de la solution cylindrique, le gain vaut $\dfrac{6{,}92}{34{,}7} \times 100 \approx 19{,}94\ \%$. Les piliers principalement concernés sont l'environnemental, car la fabrication nécessite moins d'acier, et l'économique, grâce à la réduction de la quantité de matière utilisée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La solution conique économise environ 19,94 % d’acier et concerne principalement les piliers environnemental et économique.

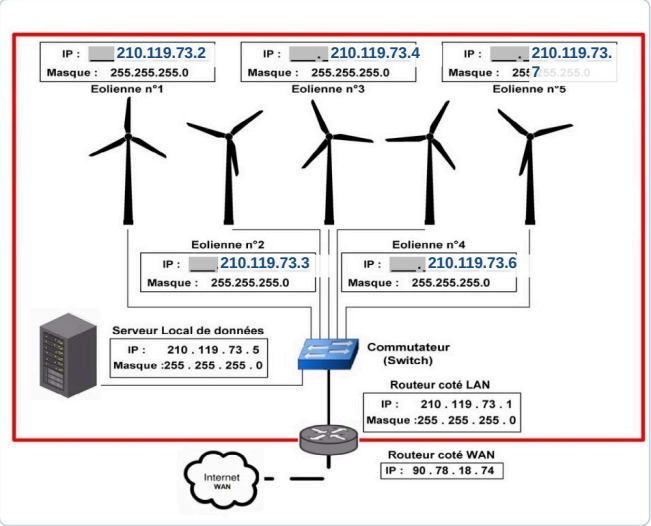
6. Surveillance à distance et réseau des éoliennes

L'exploitant souhaite surveiller à distance vingt sites comprenant chacun cinq éoliennes, notamment leur production, la température de la nacelle et la vitesse des pales. L'étude porte sur l'adressage IP du réseau local et sur la conversion d'une donnée transmise en binaire afin d'évaluer les possibilités de surveillance.

Question 6.1. Proposer pour chaque éolienne une adresse IP du réseau local représenté.

Le masque **255.255.255.0** correspond au réseau local **210.119.73.0/24**. Les adresses déjà indiquées sont **210.119.73.1** pour le routeur LAN et **210.119.73.5** pour le serveur. Je choisis cinq autres adresses du même réseau, distinctes entre elles et des adresses réservées au réseau et à la diffusion.

Adresses IP des cinq éoliennes



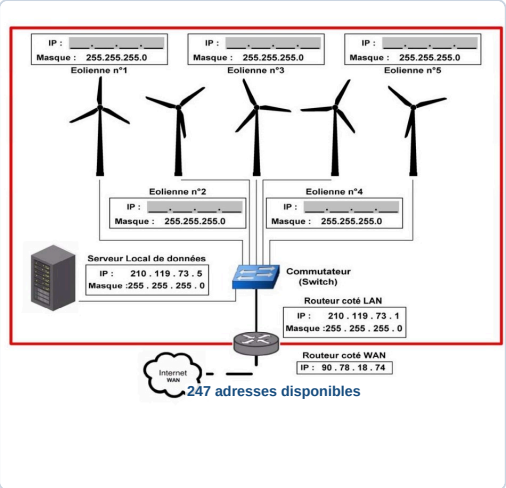
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Adresses proposées : E1 .2, E2 .3, E3 .4, E4 .6 et E5 .7, dans le réseau 210.119.73.0/24.

Question 6.2. Indiquer et justifier le nombre d'adresses encore disponibles pour étendre le parc éolien.

Avec le masque **255.255.255.0**, le réseau possède **2^8 - 2 = 254** adresses utilisables : l'adresse réseau et l'adresse de diffusion sont exclues. Le routeur, le serveur et les cinq éoliennes utilisent sept adresses. Le nombre encore disponible est donc **254 - 2 - 5 = 247**, pour de nouvelles éoliennes ou d'autres équipements du site.

Adresses restantes sur le réseau local



✓ RÉPONSE À RETENIR

Il reste 247 adresses IP utilisables sur le réseau local pour étendre le parc éolien.

Question 6.3. Convertir l'octet binaire N = $(01101001)_2$ en décimal, puis déterminer la fréquence réelle de rotation des pales sachant que la valeur décimale transmise représente dix fois cette fréquence.

La conversion de l'octet **01101001** donne **0×128 + 1×64 + 1×32 + 0×16 + 1×8 + 0×4 + 0×2 + 1×1 = 105**. D'après l'énoncé, cette valeur décimale est dix fois la fréquence réelle. On divise donc 105 par 10 pour obtenir la fréquence de rotation des pales, exprimée en tours par minute.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Valeur décimale de l'octet : 105. Fréquence réelle des pales : 10,5 $tr \cdot min^{-1}$.

Question 6.4. Au regard de la fréquence maximale des pales fixée à 13,2 $tr \cdot min^{-1}$ et de la précision de mesure requise de 0,1 $tr \cdot min^{-1}$, conclure sur la possibilité de surveiller tous les parcs et de mesurer cette vitesse.

Chaque site comporte cinq éoliennes sur un réseau local /24, qui offre 254 adresses utilisables : le réseau décrit permet donc d'adresser les équipements de chaque site. Les plages d'adresses peuvent être réutilisées sur des réseaux distincts. Pour la vitesse, un octet codé sur dix fois la fréquence couvre jusqu'à **255/10 = 25,5 $tr \cdot min^{-1}$**, avec un pas de mesure de **1/10 = 0,1 $tr \cdot min^{-1}$**.

✓ RÉPONSE À RETENIR

L'adressage permet d'équiper les vingt sites. La mesure couvre jusqu'à 25,5 $tr \cdot min^{-1}$ par pas de 0,1 $tr \cdot min^{-1}$: les exigences sont respectées.

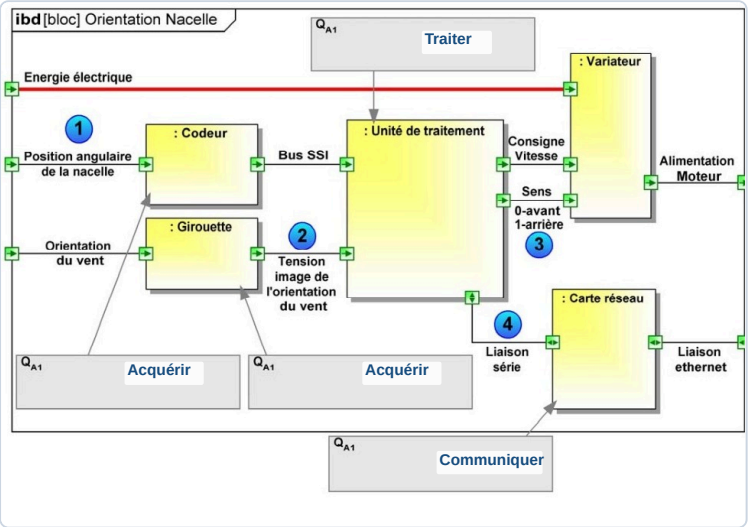
7. Acquisition de l’orientation de la nacelle

Pour optimiser la puissance d’une éolienne, la nacelle doit être orientée face au vent et sa position doit être connue à tout moment. Le système étudié associe un codeur, un mécanisme couronne-pignon et une unité de traitement communiquant par bus SSI.

Question A.1. Compléter le diagramme de blocs internes « Orientation de la nacelle » avec les blocs de la chaîne d’information correspondant aux fonctions Acquérir, Traiter et Communiquer.

Dans le DRS1, le codeur et la girouette acquièrent respectivement la position de la nacelle et l’orientation du vent. L’unité de traitement exploite ces mesures : elle assure le traitement. La carte réseau transmet les informations par liaison Ethernet : elle assure la communication. Il faut inscrire chaque fonction dans la case grise associée au bloc correspondant.

Chaîne d’information complétée

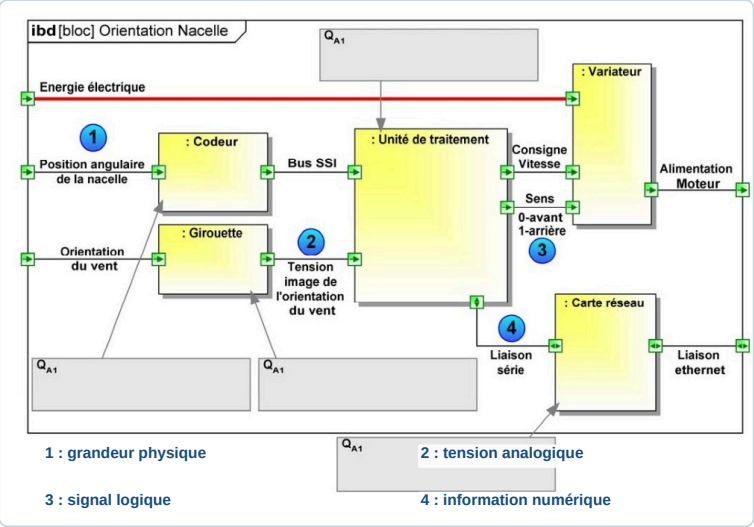


> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Codeur et girouette : Acquérir ; unité de traitement : Traiter ; carte réseau : Communiquer.

Question A.2. Indiquer la nature des signaux présents aux points 1, 2, 3 et 4 du diagramme, en choisissant parmi courant analogique, signal logique, grandeur physique, tension analogique et information numérique.

Le point 1 se situe sur l’entrée mécanique du codeur : il correspond à la position réelle de la nacelle, donc à une grandeur physique. Le point 2 est la sortie de la girouette, représentée par une tension analogique. Le point 3 transmet le sens de rotation sous forme d’état binaire. Le point 4 correspond aux données numériques circulant sur la liaison série.

Nature des signaux aux points 1 à 4



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> 1 : grandeur physique ; 2 : tension analogique ; 3 : signal logique ; 4 : information numérique.

Question A.3. À partir des caractéristiques des codeurs du document DTS1, choisir en justifiant celui qui permet de connaître à tout moment la position angulaire de la nacelle.

La nacelle peut effectuer trois tours, et le mécanisme entraîne le codeur à raison de $20/3$ tours par tour de nacelle : le codeur doit donc mesurer jusqu'à 20 tours. Le RM8003 est absolu multitours, dispose d'une capacité de 4 096 tours et communique par bus SSI. Il convient donc au besoin. Le codeur RN6066 est absolu, mais seulement mono-tour.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Choisir le RM8003 : codeur absolu multitours, compatible SSI et prévu pour 4 096 tours.

Question A.4. Calculer le nombre de positions angulaires mesurables pour un tour de codeur lorsque la position angulaire est codée sur 12 bits.

La position angulaire est codée sur 12 bits. Chaque bit ayant deux états possibles, le nombre de codes distincts est $2^{12} = 4096$. Le codeur peut donc distinguer 4 096 positions angulaires sur un tour. Cette valeur concerne la résolution du codeur, avant la prise en compte du rapport de transmission.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> 4 096 positions angulaires mesurables par tour de codeur.

Question A.5. Calculer le plus petit angle mesurable sur le déplacement de la nacelle en tenant compte des caractéristiques du codeur et du rapport de multiplication de 20/3.

Un tour de codeur correspond à $360/4096$ degrés. Le mécanisme réalise $20/3$ tours de codeur pour un tour de nacelle : le plus petit angle de nacelle détectable est donc $360/4096 \times 3/20 = 0,01318°$. Le rapport de transmission permet ainsi de mesurer des déplacements plus fins de la nacelle.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Angle minimal mesurable sur la nacelle : environ 0,0132°.

Question A.6. Conclure sur l'adéquation du système d'acquisition de la position de la nacelle au regard de la précision exigée de 2°.

Le plus petit angle mesurable est d'environ $0,0132°$, alors que le cahier des charges exige une précision de $2°$. Le pas de mesure est donc nettement inférieur à la précision requise. Le système d'acquisition satisfait l'exigence de précision pour mesurer la position angulaire de la nacelle.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le système convient : sa résolution de 0,0132° est meilleure que la précision exigée de 2°.

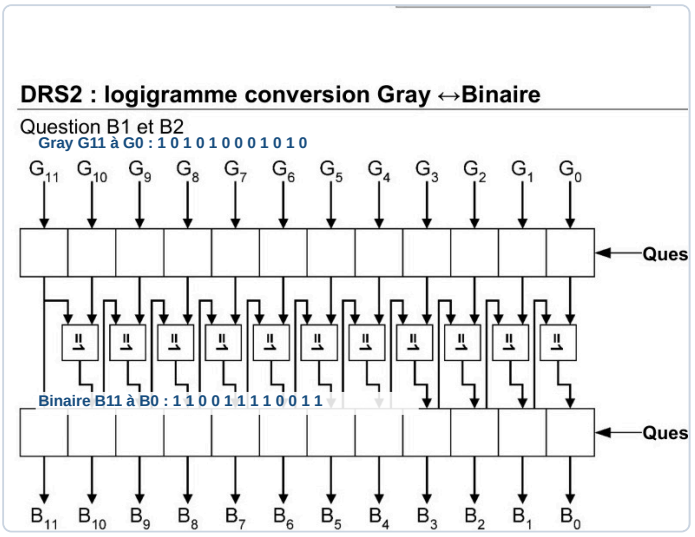
8. Conversion du code Gray en information exploitable

Le codeur transmet sur trois octets la position angulaire et le nombre de tours en code Gray, avec le bit de poids fort envoyé en premier. Le sujet demande de décoder une trame, de compléter la méthode de conversion Gray vers binaire naturel et de vérifier le résultat fourni par la fonction informatique correspondante.

Question B.1. À partir de l'oscillogramme de la trame, compléter le logigramme de conversion Gray-Binaire en indiquant la valeur de chaque bit de la position angulaire sur un tour.

Sur la trame, les 12 bits de position angulaire, lus du poids fort au poids faible, sont **101010001010** en code Gray. Le premier bit binaire est identique au premier bit Gray. Pour chaque bit suivant, on effectue le OU exclusif entre le bit Gray courant et le bit binaire précédent. On obtient le code binaire **110011110011**, qui vaut 3315 en décimal. Ce résultat est cohérent avec l'angle affiché en question B.4.

Bits de la position angulaire



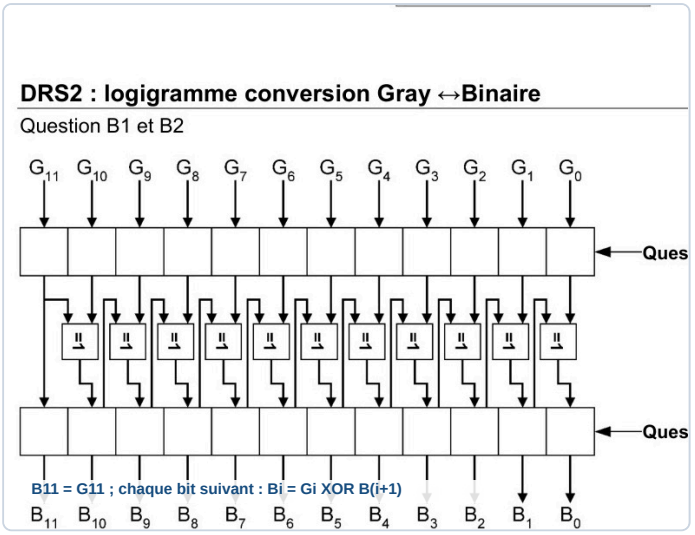
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Gray : 101010001010 ; binaire : 110011110011, soit 3315.

Question B.2. À l'aide de la table de vérité du OU exclusif, compléter la deuxième partie du logigramme de conversion Gray vers Binaire.

Dans le logigramme, le premier bit binaire recopie le bit Gray de poids fort : $\mathbf{B_{11} = G_{11}}$. Pour chacun des bits suivants, la table de vérité du OU exclusif donne 1 si les entrées sont différentes, et 0 si elles sont identiques. On applique donc cette opération entre le bit Gray courant et le bit binaire précédent : $\mathbf{B_i = G_i \text{ XOR } B_{i+1}}$, pour i de 10 à 0.

Relation logique du logigramme Gray-Binaire



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

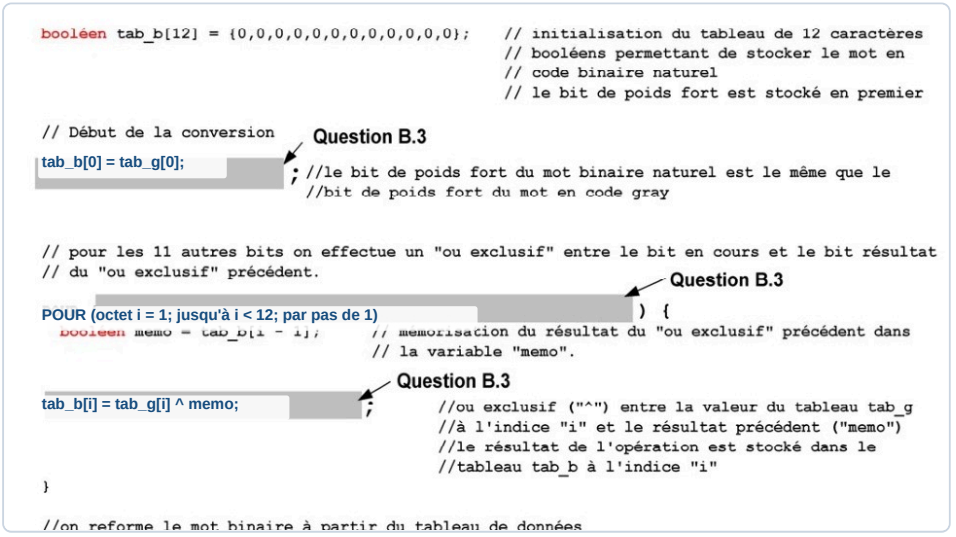
$B_{11} = G_{11}$; pour i de 10 à 0 : $B_i = G_i$ XOR B_{i+1}.

Question B.3. En vous aidant de l'algorigramme de conversion Gray vers Binaire, compléter les parties manquantes du code de la fonction convertir_G_to_B.

Le code suit l'algorithme du document technique : le bit de poids fort est recopié, puis les onze bits suivants sont calculés dans l'ordre. À chaque étape, `memo` contient le bit binaire précédent. Les parties manquantes sont donc l'affectation initiale, la boucle des indices 1 à 11 et le OU exclusif entre le bit Gray courant et `memo`.

```
tab_b[0] = tab_g[0];
POUR (octet i = 1; jusqu'à i < 12; par pas de 1) {
tab_b[i] = tab_g[i] ^ memo;
```

Code complété pour la conversion Gray vers binaire



✓ RÉPONSE À RETENIR

Initialiser tab_b[0] avec tab_g[0], parcourir i de 1 à 11, puis calculer tab_b[i] = tab_g[i] ^ memo.

Question B.4. Sachant que l'angle affiché de 331,5° représente un dixième de la valeur renvoyée par convertir_G_to_B, calculer la valeur binaire correspondant à cet angle et conclure sur le fonctionnement de la fonction.

L'écran affiche un angle égal au dixième de la valeur renvoyée par la fonction. Il faut donc multiplier 331,5 par 10 : la valeur décimale attendue est 3315. En binaire sur 12 bits, 3315 s'écrit **110011110011**. C'est précisément le résultat obtenu en convertissant le code Gray de la trame. La fonction de conversion fonctionne donc correctement pour cette trame.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$331{,}5 \times 10 = 3315 = 110011110011_2$; la conversion est correcte.

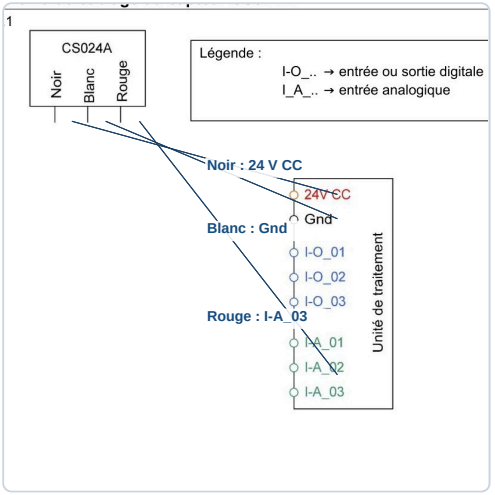
9. Orientation de l’éolienne face au vent

L’orientation du vent est mesurée par une girouette électronique CS024A, tandis qu’un codeur fournit l’orientation de la nacelle. Une unité de traitement compare ces orientations et commande le sens de rotation lorsque leur écart dépasse la tolérance prévue.

Question C.1. À l’aide de la documentation du capteur CS024A, compléter son schéma de câblage sur l’unité de traitement en réalisant l’acquisition sur l’entrée analogique n° 3.

Le tableau de câblage du CS024A précise la fonction de chaque fil : noir pour l’alimentation positive, blanc pour l’alimentation négative et rouge pour la sortie variable du capteur. On relie donc le noir au 24 V CC et le blanc à Gnd. Le fil rouge fournit la tension image de la direction du vent : il se raccorde à l’entrée analogique I-A_03, comme demandé.

Câblage du capteur CS024A

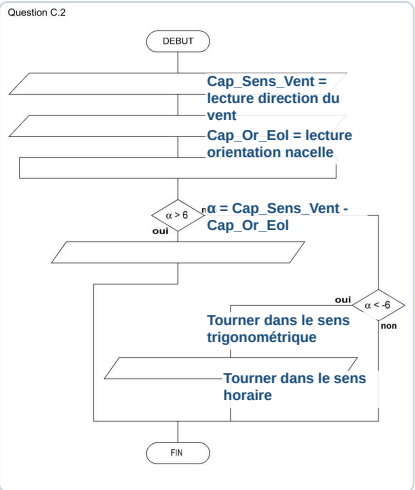


> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Noir au 24 V CC, blanc à Gnd et rouge à l’entrée analogique I-A_03 de l’unité de traitement.

Question C.2. À l’aide de la vue de dessus de l’éolienne, compléter l’algorigramme de rotation de la nacelle en plaçant les textes fournis pour lire les orientations et commander la rotation dans le bon sens.

Les deux premiers blocs lisent la direction du vent et l’orientation de la nacelle. Le bloc suivant calcule leur différence : $\alpha = \mathrm{Cap_Sens_Vent} - \mathrm{Cap_Or_Eol}$. Si $\alpha > 6^\circ$, la rotation demandée est trigonométrique. Sinon, l’algorigramme teste si $\alpha < -6^\circ$: si oui, la nacelle tourne dans le sens horaire. Si les deux tests sont négatifs, aucune rotation n’est commandée.

Algorigramme de rotation complété



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\alpha > 6^\circ$: rotation trigonométrique. $\alpha < -6^\circ$: rotation horaire. Sinon, aucune rotation.

Question C.3. Calculer le quantum du convertisseur analogique-numérique de l'unité de traitement, dont la plage de tension est de 0 à 10 V et la résolution de 10 bits.

La résolution de 10 bits correspond à $2^{10} = 1024$ niveaux de conversion. La plage d'entrée s'étend de 0 à 10 V, soit une amplitude de 10 V. Le quantum est l'amplitude divisée par le nombre de niveaux : $q = (10 - 0)/1024 = 0,009765625$ V. Chaque incrément du convertisseur représente donc environ 9,77 mV.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le quantum du convertisseur vaut environ 9,77 mV par niveau, soit $0,00977$ V.

Question C.4. Pour une valeur de sortie N = 768, calculer la tension d'entrée du convertisseur analogique-numérique, puis en déduire l'orientation du vent à l'aide de la documentation du capteur.

Pour une résolution de 10 bits, le quantum est $10/1024$ V. Avec la valeur de sortie $N = 768$, la tension d'entrée vaut $U = 768 \times 10/1024 = 7,5$ V. La courbe du capteur associe linéairement 0 à 10 V aux orientations de 0° à 360°. Ainsi, $7,5/10 \times 360 = 270^\circ$, ce qui correspond au sud selon la documentation.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> La tension d'entrée est de 7,5 V. L'orientation du vent est de 270°, soit le sud.

Question C.5. À partir de l'orientation de la nacelle de 264,7° et de l'orientation du vent déterminée précédemment, indiquer si la nacelle est alignée avec le vent et conclure sur le système de positionnement.

L'orientation mesurée du vent est de 270° et celle de la nacelle de 264,7°. Leur écart est $|270 - 264,7| = 5,3^{\circ}$. Le cahier des charges considère la nacelle alignée lorsque l'écart ne dépasse pas 6°. Ici, l'écart est inférieur à cette limite : l'algorigramme ne commande donc pas de rotation supplémentaire. Le système de positionnement satisfait le critère d'alignement pour cette situation.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> L'écart d'orientation est de 5,3°. La nacelle est alignée avec le vent, car l'écart reste inférieur à 6°.

10. Supervision en temps réel des éoliennes

Chaque site rassemble les données de ses éoliennes sur un serveur local avant leur transmission vers la salle de supervision, où les écrans sont actualisés chaque seconde. L'étude estime la taille des données par éolienne, le temps de transfert et le nombre d'éoliennes pouvant être supervisées en temps réel.

Question D.1. Calculer la taille du fichier contenant l'ensemble des paramètres d'une éolienne à partir du protocole de stockage indiqué et exprimer le résultat en kilo-octets, avec 1 ko = 1 024 octets.

Le schéma indique, pour un paramètre, 8 octets pour la date et l'heure, 1 octet pour l'identifiant du site, 1 octet pour celui de l'éolienne, 2 octets pour l'identifiant du paramètre et 4 octets pour sa valeur. Cela fait 16 octets par paramètre. Pour 300 paramètres, le fichier occupe 300 × 16 = 4 800 octets, soit 4 800 ÷ 1 024 = 4,6875 ko.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le fichier de données d'une éolienne occupe 4 800 octets, soit 4,6875 ko.

Question D.2. À partir du dialogue réseau entre le PC n° 2 et le serveur, déterminer le temps de transfert, puis calculer le nombre d'éoliennes pouvant être supervisées avec un rafraîchissement des données chaque seconde.

Dans la trace, le dialogue commence à 0,00000 s et se termine à 0,00601 s. Sa durée est donc 0,00601 s. En supposant que les transferts se succèdent, la capacité par seconde est 1 ÷ 0,00601 ≈ 166,39. On retient 166 transferts complets, car le transfert suivant dépasserait une seconde.

Grandeur	Résultat
Durée d'un dialogue	0,00601 s
Transferts complets par seconde	166

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Un dialogue dure 0,00601 s. La capacité est de 166 transferts complets par seconde, soit 166 éoliennes actualisées chaque seconde.

Question D.3. Pour ce projet de ferme éolienne, conclure sur la possibilité d'effectuer une supervision en temps réel.

Le site étudié compte cinq éoliennes, et le sujet indique que l'exploitant surveille vingt sites de cinq éoliennes, soit 100 éoliennes au total. La capacité calculée à la question précédente est de 166 transferts par seconde. Elle suffit donc pour actualiser chaque seconde les données de la ferme étudiée et, selon ces hypothèses, celles des vingt sites. La supervision en temps réel est possible.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Oui : la supervision en temps réel est possible, car la capacité de 166 éoliennes par seconde dépasse les 100 éoliennes des vingt sites.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2025)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve de spécialité Systèmes d'information et numérique du baccalauréat technologique, session 2025, code 25-2D2IDSINME1, dure 4 heures et ne précise pas de coefficient. Elle étudie une ferme éolienne de 12 MW. Les questions évaluent l'implantation, la production, la viabilité financière, les conversions énergétiques, la résistance du mât, l'acquisition et le traitement de données ainsi que la supervision réseau.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- L'énergie annuelle réelle se calcule par puissance nominale × durée de fonctionnement × facteur de charge.
- Le rendement global d'une chaîne de conversion est le produit des rendements de ses composants successifs.
- En conversion Gray vers binaire, le bit de poids fort est conservé, puis chaque bit binaire est le OU exclusif du bit Gray courant et du bit binaire précédent.
- Pour un convertisseur de n bits, le quantum est lié à la plage de tension et au nombre de niveaux représentables.

Points de vigilance & attentes du jury

- Vérifier les unités et convertir les kW·h, MW·h, euros et kilo euros de façon cohérente avant les calculs.
- Sur les plans, appliquer l'échelle fournie et mesurer les distances entre les éoliennes et les habitations.
- Pour l'analyse des projets, attribuer les pondérations selon le caractère favorable ou défavorable de chaque critère, puis vérifier les totaux.
- Pour les adresses IP, tenir compte du masque, du réseau indiqué et des adresses réservées.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment utiliser le facteur de charge pour calculer une production annuelle ?

Calculez d'abord l'énergie théorique à pleine puissance sur la durée considérée, soit la puissance nominale multipliée par le nombre d'heures. Multipliez ensuite ce résultat par le facteur de charge exprimé sous forme décimale.

Q : Quelle méthode permet de convertir un code Gray en binaire ?

Recopiez le bit de poids fort du code Gray. Pour chaque bit suivant, effectuez le OU exclusif entre le bit Gray correspondant et le bit binaire précédent. Convertissez ensuite le mot binaire obtenu si une valeur décimale est demandée.

Q : Comment organiser son temps entre la partie commune et la partie spécifique ?

Le sujet prévoit 4 heures au total, avec des durées indicatives de 2 h 30 pour la partie commune et de 1 h 30 pour la partie spécifique. Les parties sont indépendantes et peuvent être traitées dans l'ordre choisi.

Q : Le sujet indique-t-il un barème détaillé par question ou un coefficient ?

La partie commune vaut 12 points et la partie spécifique 8 points. Aucune répartition détaillée des points par question ni aucun coefficient ne sont imprimés dans le sujet.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bacsti2d.fr/assets/annales/bac-sti2d/Ingénierie, innovation et développement durable/2025/Bac STI2D - Ingénierie, innovation et développement durable - Session 2025 - 8-Sujet.pdf
Ressources Bac STI2D : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.