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

Sciences et technologies de l’industrie et du développement durable - Ingénierie, innovation et développement durable - Énergies et environnement

Session 2025 • Code sujet : **25-2D2IDEEME1** • Durée : **4 heures**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Étude d’implantation, de production, de viabilité et de fonctionnement d’une ferme éolienne (26 questions) **Page 3**

2. Optimisation de la production, asservissement d’orientation et couplage au réseau (17 questions) **Page 15**

3. Ce qu’il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 22**

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 - 31-Sujet.pdf

1. Étude d’implantation, de production, de viabilité et de fonctionnement d’une ferme éolienne

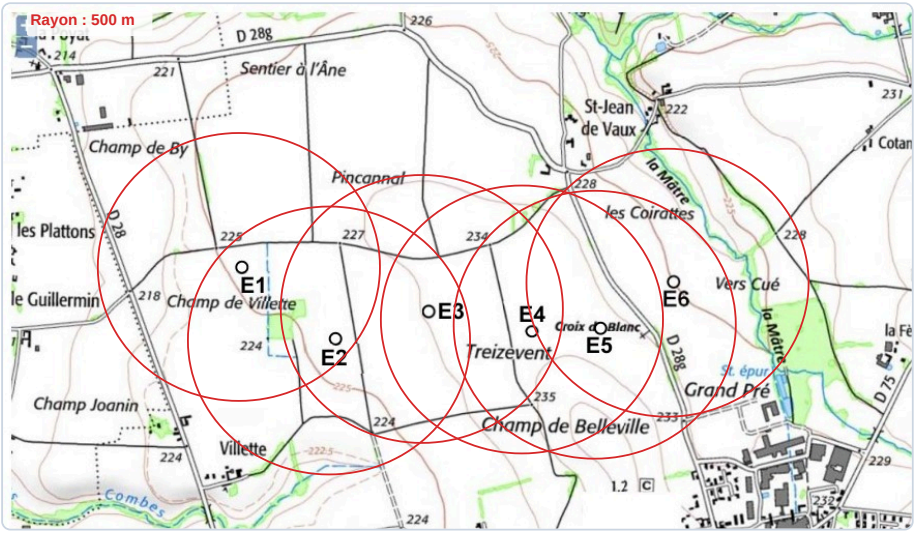
L’étude concerne une ferme éolienne de 12 MW et compare deux implantations selon leur impact sur les milieux naturel et humain et le paysage. Elle mobilise aussi des bilans énergétiques et financiers, l’analyse de la chaîne de puissance, la résistance du mât et la surveillance du parc par réseau local.

Partie 1 - Choix du lieu d’implantation

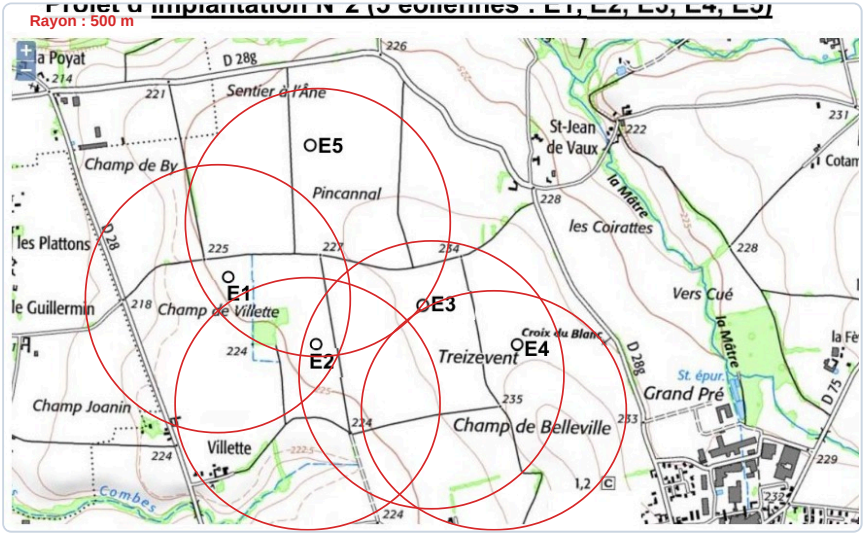
Question 1.1. Sur le schéma des projets 1 et 2, tracer autour de chaque éolienne la distance minimale réglementaire de 500 m par rapport aux habitations, puis justifier que la réglementation est respectée.

L’échelle indique 200 m. Un rayon de 500 m correspond à 2,5 fois la barre d’échelle. Les cercles tracés autour des onze éoliennes ne recoupent pas les habitations : la distance réglementaire est respectée dans les deux projets.

Projet 1 : rayons réglementaires de 500 m



Projet 2 : rayons réglementaires de 500 m



✓ RÉPONSE À RETENIR

Les deux projets 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 vaut +1 et chaque critère défavorable -1. D'après le bilan DT1, C1.2 et C1.5 sont favorables pour le projet 1, tandis que ses cinq autres critères sont défavorables. Les sept critères du projet 2 sont favorables.

Projet	Pondérations dans l'ordre des critères	Total
1	-1 ; +1 ; -1 ; -1 ; +1 ; -1 ; -1	-3
2	+1 ; +1 ; +1 ; +1 ; +1 ; +1 ; +1	+7

Pondérations du projet 1

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

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

-1 +1 -1 -1 +1 -1 -1 Total : -3

Pondérations du projet 2

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

: dépenses et recettes des cinq éoliennes

+1 +1 +1 +1 +1 +1 +1 Total : +7

✓ RÉPONSE À RETENIR

Projet 1 : -3. Projet 2 : +7.

Question 1.3. À partir des questions précédentes, conclure et justifier le choix du projet d'implantation le plus pertinent.

Le projet 2 est le plus pertinent : son bilan est de +7, contre -3 pour le projet 1. Il réduit l'effet barrière et les risques de collision pour l'avifaune, l'emprise au sol, la proximité des zones humides et l'impact visuel. Les deux projets respectent la distance réglementaire aux habitations.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Choisir le projet 2, dont le bilan d'impact est le plus favorable.

Partie 2 - Production et besoins électriques

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 est de 5 × 2,4 = 12 MW. Sur 8 760 h, l'énergie nominale vaut 12 × 8 760 = 105 120 MW·h. Avec le facteur de charge éolien de 22 %, l'énergie produite est 105 120 × 0,22 = 23 126,4 MW·h.

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

Question 2.2. Calculer le nombre de foyers auxquels les éoliennes peuvent fournir de l'électricité, hors eau chaude sanitaire et chauffage, à partir de la consommation annuelle moyenne indiquée.

La production correspond à 23 126,4 × 1 000 = 23 126 400 kW·h. En divisant par la consommation annuelle de 3 200 kW·h par foyer, on obtient 23 126 400 ÷ 3 200 = 7 227 foyers.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Environ 7 227 foyers.

Question 2.3. Justifier l'intérêt du projet au regard des enjeux climatiques et du nombre de foyers des communes environnantes.

La production couvre l'équivalent des besoins électriques de 7 227 foyers, soit davantage que les 7 000 foyers des communes environnantes, hors chauffage et eau chaude sanitaire. Cette production renouvelable contribue à la transition énergétique et limite le recours aux sources d'électricité émettrices de gaz à effet de serre.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le parc couvre l'équivalent des besoins des 7 000 foyers et contribue à la transition énergétique.

Partie 3 - Viabilité financière

Question 3.1. Compléter le tableau des dépenses et des recettes sur une année pour les cinq éoliennes en utilisant les données de financement fournies.

La puissance installée vaut 12 000 kW. L'investissement est de 12 000 × 1 500 = 18 000 000 €, soit 18 000 k€. La maintenance annuelle représente 3 % de cet investissement. Les recettes sont calculées avec la production annuelle estimée de 25 000 MW·h.

Poste pour les cinq éoliennes	Montant
Investissement	18 000 k€
Maintenance annuelle	540 k€
Recettes annuelles	2 500 k€

Valeurs à inscrire dans le DR3

DR3 : dépenses et recettes des cinq éoliennes

Pour la ferme de cinq éoliennes sur 1 an

18 000 k€ — 540 k€/an — 2 500 k€/an

Dépenses		Recettes
Investissement	Maintenance	

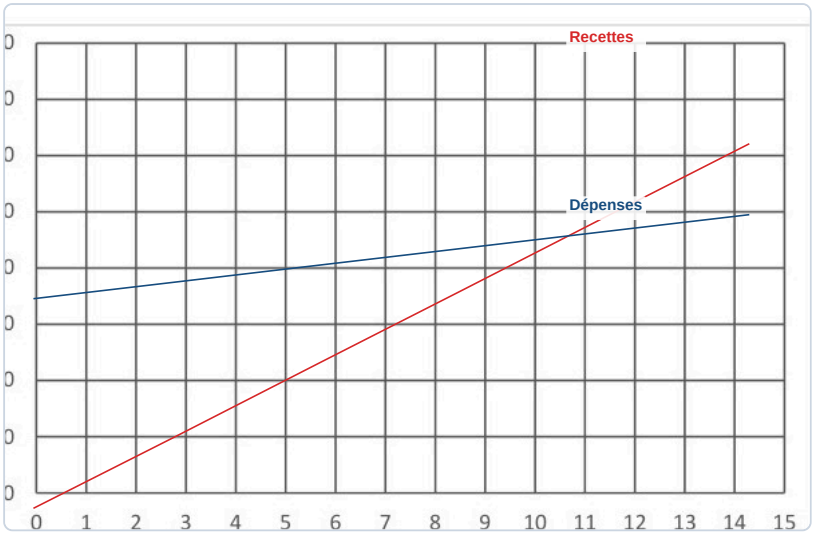
✓ RÉPONSE À RETENIR

Investissement : 18 000 k€ ; maintenance : 540 k€/an ; recettes : 2 500 k€/an.

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

Tracer les recettes cumulées à raison de 2 500 k€ par an, depuis zéro. Les dépenses cumulées commencent à 18 000 k€ à l'année 0 et augmentent de 540 k€ par an. La courbe des recettes coupe celle des dépenses un peu après la neuvième année.

Courbes de viabilité financière du DR4



✓ RÉPONSE À RETENIR

Recettes : 2 500t k€. Dépenses : 18 000 + 540t k€.

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

Le seuil de rentabilité est atteint lorsque 2 500t = 18 000 + 540t. Ainsi, t = 18 000 ÷ (2 500 - 540) ≈ 9,18 ans. Les recettes cumulées dépassent donc les dépenses au cours de la dixième année, avant la durée de vie annoncée de 25 ans.

✓ RÉPONSE À RETENIR

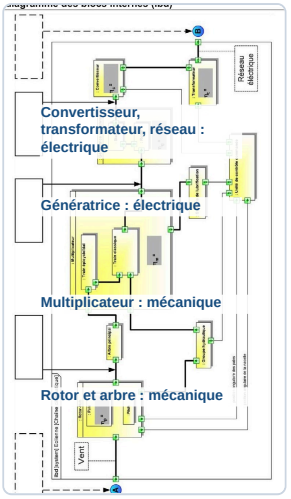
Rentabilité au cours de la 10e année : le projet est viable sur 25 ans.

Partie 4 - Chaîne d'énergie et objectifs de production

Question 4.1. Sur le diagramme des blocs internes, préciser la forme d'énergie aux étiquettes en traits pleins à la sortie des éléments, en choisissant parmi les formes chimique, nucléaire, mécanique, thermique, rayonnante et électrique.

Le vent fournit l'énergie mécanique au rotor, puis aux arbres et au multiplicateur. La génératrice convertit cette énergie en énergie électrique. L'électricité traverse ensuite le convertisseur, le transformateur et la liaison vers le réseau.

Formes d’énergie sur le DR5



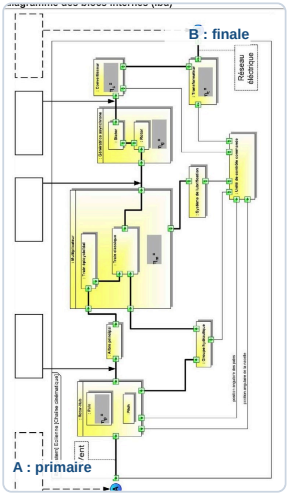
✓ RÉPONSE À RETENIR

Rotor, arbres et multiplicateur : mécanique. Génératrice, convertisseur, transformateur et réseau : 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 naturelle : elle est primaire. Au point B, l’énergie électrique est délivrée au réseau : elle est finale.

Nature de l’énergie aux points A et B



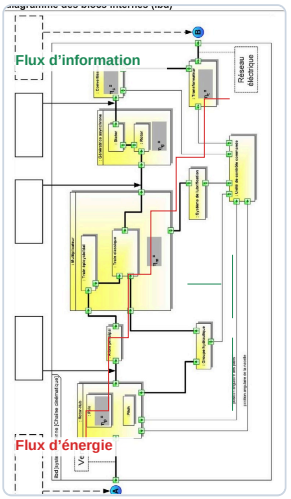
✓ RÉPONSE À RETENIR

A : primaire. B : finale.

Question 4.3. Sur le diagramme, tracer en rouge le flux principal d'énergie depuis le vent jusqu'au réseau électrique, puis tracer en vert les flux d'information.

Le flux énergétique suit les pales et le rotor, l'arbre principal, le multiplicateur, la génératrice, le convertisseur, le transformateur, puis le réseau. Les flux d'information relient les capteurs à l'unité de commande et celle-ci aux organes pilotés, notamment pour le calage des pales et l'orientation de la nacelle.

Flux d'énergie et d'information sur le DR5



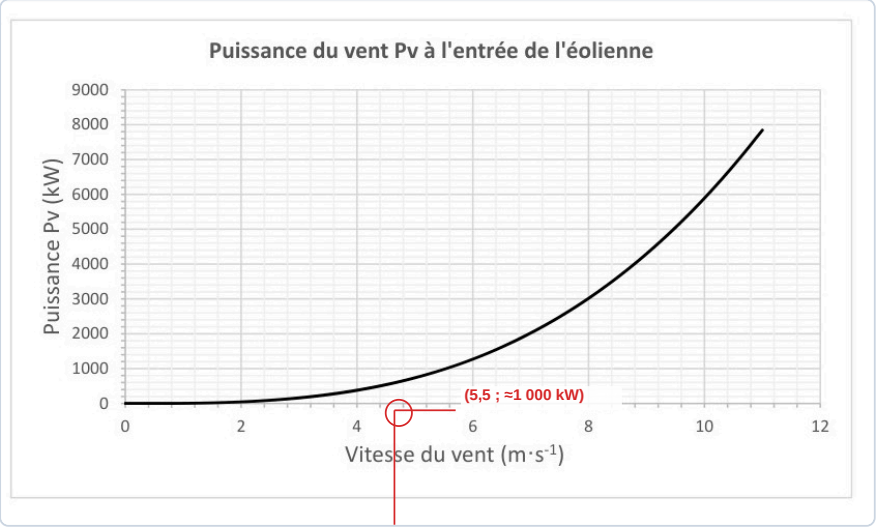
✓ RÉPONSE À RETENIR

Rouge : flux d'énergie du vent au réseau. Vert : mesures et commandes des organes pilotés.

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

À 5,5 m·s⁻¹, lire l'ordonnée de la courbe du DR6. La puissance du vent à l'entrée de l'éolienne est voisine de 1 000 kW.

Lecture de la puissance à 5,5 m·s⁻¹



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

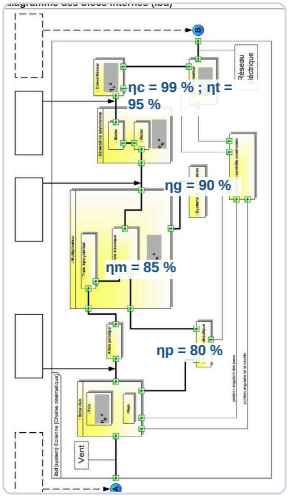
À 5,5 m·s⁻¹ : Pv ≈ 1 000 kW.

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

Inscrire dans les cases grisées les rendements indiqués dans le DT4, en les associant à chaque composant.

Composant	Rendement
Pales à orientation variable	80 %
Multiplicateur de vitesse	85 %
Génératrice asynchrone	90 %
Convertisseur	99 %
Transformateur	95 %

Rendements à reporter sur le DR5



✓ **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 sur une année en prenant une puissance moyenne fournie par le vent de 1 MW par éolienne.

Les rendements se multiplient : η = 0,80 × 0,85 × 0,90 × 0,99 × 0,95 = 0,575586, soit 57,6 %. Avec une puissance moyenne du vent de 1 MW pendant 8 760 h, l'énergie électrique annuelle vaut 1 × 8 760 × 0,575586 = 5 042,1 MW·h par éolienne.

✓ RÉPONSE À RETENIR

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

Question 4.7. À partir de l'énergie annuelle estimée par le bureau d'études, conclure sur la validité de cette estimation pour le parc de cinq éoliennes.

Pour cinq éoliennes, la production calculée est 5 × 5 042,13336 = 25 210,6668 MW·h par an. Elle diffère de l'estimation de 25 000 MW·h d'environ 211 MW·h, soit moins de 1 % de la valeur annoncée. L'estimation du bureau d'études est donc cohérente.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Estimation cohérente : environ 25 211 MW·h calculés contre 25 000 MW·h annoncés.

Partie 5 - Résistance et impact environnemental du mât

Question 5.1. Indiquer à quelle sollicitation le mât est soumis face au vent, en choisissant parmi torsion, traction, flexion, compression et cisaillement.

L'effort horizontal du vent agit en hauteur sur un mât fixé à sa base et tend à le courber : le mât est principalement soumis à la flexion.

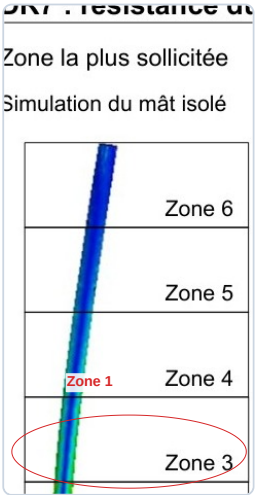
✓ RÉPONSE À RETENIR

Flexion.

Question 5.2. Sur la simulation du mât isolé, entourer la zone numérotée de 1 à 6 qui est la plus sollicitée.

Le moment de flexion est maximal au pied du mât, où celui-ci est fixé à la fondation. La zone la plus sollicitée est donc la zone 1.

Zone 1 : zone la plus sollicitée



✓ RÉPONSE À RETENIR

Zone 1, au pied du mât.

Question 5.3. Calculer le coefficient de sécurité s à partir de la limite élastique du matériau et de la contrainte maximale relevée, en appliquant la formule indiquée.

Le coefficient de sécurité vaut $s = Re \div \sigma max = (6{,}204 \times 10^8) \div (7{,}056 \times 10^7) \approx 8{,}79$. Il est sans unité.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$s \approx 8{,}79$.

Question 5.4. Préciser, en justifiant, si le mât est correctement dimensionné pour résister aux efforts qu'il subit, en tenant compte du coefficient de sécurité suffisant donné.

Le coefficient de sécurité calculé, environ 8,79, est supérieur à la valeur suffisante de 3. Le mât est donc correctement dimensionné pour les efforts étudiés.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Oui : 8,79 > 3, le dimensionnement est suffisant.

Question 5.5. Proposer deux pistes d'amélioration permettant d'optimiser la conception du mât, en ne considérant que la sollicitation étudiée.

Pour améliorer la résistance à la flexion, on peut augmenter la section du mât, en particulier près de sa base, ou optimiser sa forme conique afin de mieux répartir la matière là où les sollicitations sont les plus fortes.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Renforcer la section près de la base et optimiser une géométrie conique.

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

Le volume économisé est 34,7 - 27,78 = 6,92 m³. Le gain relatif à la solution cylindrique vaut $(6{,}92 \div 34{,}7) \times 100 \approx 19{,}94$ %. La réduction d'acier diminue l'extraction et les impacts liés aux matériaux : pilier environnemental. Elle réduit aussi le coût de matière : pilier économique.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Gain d'acier : environ 19,9 %. Piliers concernés : environnemental et économique.

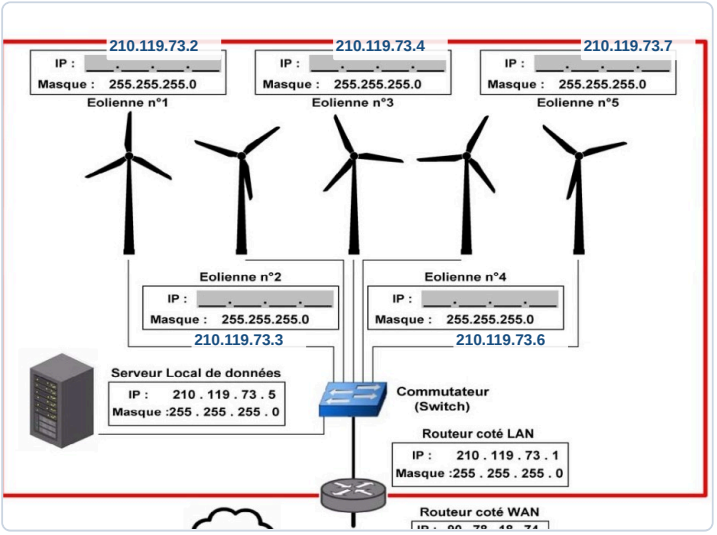
Partie 6 - Surveillance et réseau local

Question 6.1. Proposer une adresse IP du réseau local pour chacune des cinq éoliennes en tenant compte des adresses déjà attribuées dans le schéma.

Le masque 255.255.255.0 correspond au réseau 210.119.73.0/24. Le routeur LAN utilise 210.119.73.1 et le serveur 210.119.73.5. Les adresses proposées ci-dessous sont distinctes et disponibles sur ce réseau.

Éolienne	Adresse IP proposée
1	210.119.73.2
2	210.119.73.3
3	210.119.73.4
4	210.119.73.6
5	210.119.73.7

Adresses IP proposées sur le DR8



✓ RÉPONSE À RETENIR

E1 à E5 : 210.119.73.2, .3, .4, .6 et .7 ; masque 255.255.255.0.

Question 6.2. Indiquer, en justifiant, le nombre d'adresses encore disponibles pour étendre le parc éolien.

Avec un masque /24, il existe 2^8 - 2 = 254 adresses hôtes utilisables, après exclusion des adresses réseau et de diffusion. Le routeur, le serveur et les cinq éoliennes en utilisent sept. Il reste donc 254 - 7 = 247 adresses hôtes disponibles.

✓ RÉPONSE À RETENIR

247 adresses hôtes disponibles.

Question 6.3. Calculer en décimal la valeur de l'octet binaire N = $(01101001)_2$, puis déterminer la fréquence de rotation des pales en tr·min^{-1} sachant que la valeur décimale transmise représente dix fois la valeur réelle.

La conversion binaire donne $(01101001)_2 = 64 + 32 + 8 + 1 = 105$. Cette valeur étant dix fois la vitesse réelle, la fréquence de rotation vaut $105 \div 10 = 10{,}5$ tr·min^{-1}.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Octet décimal : 105. Vitesse réelle : 10,5 tr·min^{-1}.

Question 6.4. Conclure sur la possibilité de surveiller tous les parcs éoliens et de mesurer la vitesse de rotation des pales au regard de la fréquence maximale et de la précision de mesure nécessaires.

La vitesse mesurée calculée, 10,5 tr·min^{-1}, est inférieure au maximum de 13,2 tr·min^{-1}. Le codage de la donnée par pas de 0,1 tr·min^{-1} permet la précision requise. Le réseau local permet de relier les cinq éoliennes au serveur et, par connexion distante, de centraliser la surveillance des vingt sites.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Surveillance possible : vitesse sous 13,2 tr·min^{-1} et précision de 0,1 tr·min^{-1}.

2. Optimisation de la production, asservissement d'orientation et couplage au réseau

Cette partie étudie la production d'une éolienne de 2,4 MW, l'optimisation de sa puissance et l'asservissement qui oriente sa nacelle face au vent. Elle traite aussi du couplage de la génératrice asynchrone au réseau; la couverture annonce 8 points pour la partie, alors que son en-tête intérieur indique 40 points.

Partie A - Production électrique optimale

Question A.1. Préciser le paramètre qui permet de tracer les différentes courbes du document réponse DRS1.

Sur le DRS1, chaque courbe donne la puissance mécanique en fonction de la vitesse angulaire de l'arbre lent. Les courbes sont distinguées par la vitesse du vent, indiquée près de chacune d'elles. C'est donc cette vitesse qui permet de tracer les différentes courbes.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le paramètre est la vitesse du vent V, en m·s⁻¹.

Question A.2. À partir de la vitesse nominale de l'arbre rapide et du facteur de multiplication du multiplicateur, calculer la vitesse nominale de l'arbre lent à l'entrée du multiplicateur, en tr·min⁻¹.

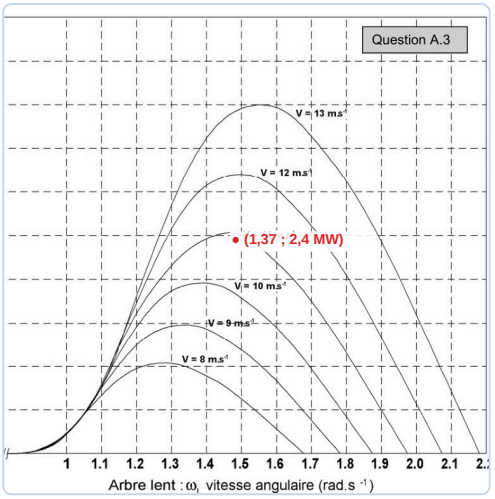
Le multiplicateur relie les vitesses par $N_R = mN_L$. À l'entrée, la vitesse de l'arbre lent est donc $N_L = N_R/m = 1\,500/114{,}6 = 13{,}09$ tr·min⁻¹. On arrondit le résultat à trois chiffres significatifs.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $N_L \approx 13{,}1$ tr·min⁻¹.

Question A.3. Calculer la vitesse angulaire nominale de l'arbre lent en rad·s⁻¹, placer le point de fonctionnement sur DRS1 et vérifier la puissance obtenue pour une vitesse de vent de 11 m·s⁻¹.

La vitesse angulaire nominale est $\omega_L = 2\pi N_L/60$. Avec $N_L = 1\,500/114{,}6$, on obtient environ 1,37 rad·s⁻¹. Sur le DRS1, au point d'abscisse 1,37 et sur la courbe V = 11 m·s⁻¹, la puissance lue est proche de 2,4 MW : elle est cohérente avec la puissance nominale annoncée.

Point nominal sur DRS1



✓ RÉPONSE À RETENIR

$\omega_L \approx 1{,}37$ rad·s^{-1} ; P ≈ 2,4 MW.

Question A.4. Compléter le tableau DRS2 en reportant, pour chaque vitesse de vent proposée, la puissance mécanique maximale disponible sur l'arbre lent, à l'entrée du multiplicateur.

Pour chaque vent, on relève au sommet de la courbe correspondante la puissance mécanique maximale. Ce sont des lectures graphiques, reportées dans le tableau DRS2 dans l'ordre des vitesses données. Les valeurs sont à exprimer en MW.

Valeurs à inscrire dans le tableau DRS2

DRS2 : tableau des puissances mécaniques maximales — Question A.4

Vent V(m·s⁻¹)	8	9	10	11	12	13
Puissance mécanique max disponible en MW	1,0	1,5	2,0	2,5	3,2	4,0

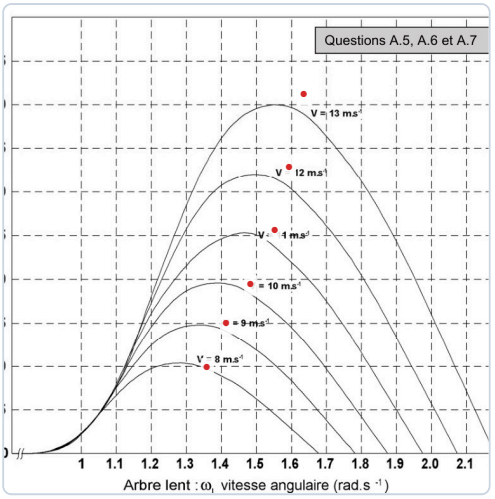
✓ RÉPONSE À RETENIR

Pour V = 8, 9, 10, 11, 12 et 13 m·s^{-1} : 1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5 ; 3,2 ; 4 MW.

Question A.5. Sur le réseau de courbes DRS3, tracer les points correspondant à la puissance maximale pour chaque vitesse de vent.

Sur le DRS3, les points demandés sont les sommets des six courbes. Les abscisses sont les vitesses angulaires correspondantes et les ordonnées les puissances maximales lues. Les coordonnées restent approximatives, car elles sont relevées sur le graphique et non calculées à partir d'une loi fournie.

Sommets des courbes de puissance sur DRS3



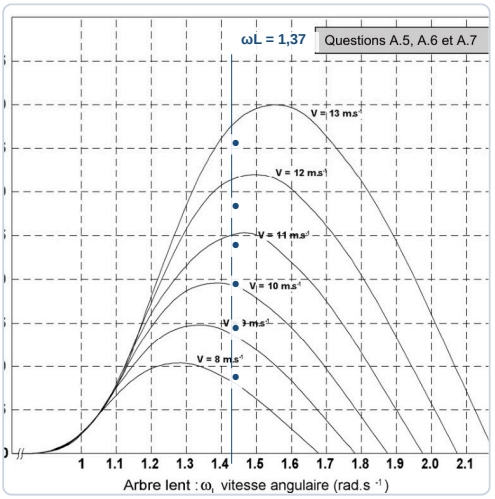
✓ RÉPONSE À RETENIR

Points (ω_L ; P_{max}) en (rad·s^{-1} ; MW) : (1,28 ; 1), (1,34 ; 1,5), (1,40 ; 2), (1,48 ; 2,5), (1,52 ; 3,2), (1,56 ; 4).

Question A.6. Sur le réseau de courbes DRS3, positionner les points de fonctionnement pour une vitesse angulaire de l'arbre lent maintenue constante à 1,37 rad·s^{-1}.

Pour chaque vitesse de vent, on repère l'intersection de la courbe avec la verticale ω_L = 1,37 rad·s^{-1}. Les six intersections correspondent aux puissances disponibles à vitesse de rotation constante. Les ordonnées sont des lectures approchées du DRS3.

Points de fonctionnement à vitesse angulaire constante



✓ RÉPONSE À RETENIR

À ω_L = 1,37 rad·s^{-1}, P ≈ 0,9 ; 1,45 ; 1,9 ; 2,35 ; 2,8 ; 3,5 MW pour V = 8 à 13 m·s^{-1}.

Question A.7. **Comparer les points de fonctionnement à vitesse angulaire constante de 1,37 rad·s⁻¹ aux points de puissance maximale sur le réseau de courbes, puis conclure en argumentant.**

À 1,37 rad·s⁻¹, les points ne se trouvent pas au sommet des courbes, sauf à proximité du maximum pour certains vents. La puissance captée est donc inférieure au maximum disponible, particulièrement lorsque la vitesse du vent augmente. Une vitesse de rotation adaptée au vent permettrait de mieux suivre les sommets des courbes.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Une vitesse de rotation variable permettrait de mieux exploiter la puissance maximale disponible.

Partie B - Asservissement de l'orientation de la nacelle

Question B.1. **Calculer l'écart θg - θn pour les mesures θn = 15° et θg = 28°.**

L'écart demandé est la différence entre l'angle de la girouette et celui de la nacelle. Avec $\theta_g = 28°$ et $\theta_n = 15°$, on calcule $\theta_g - \theta_n = 28 - 15 = 13°$. L'écart est positif : la girouette indique une direction décalée dans le sens de commande horaire défini par l'énoncé.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\theta_g - \theta_n = 13°$.

Question B.2. **Justifier s'il est nécessaire de commander la rotation de la nacelle, puis calculer le temps nécessaire pour la remettre face au vent.**

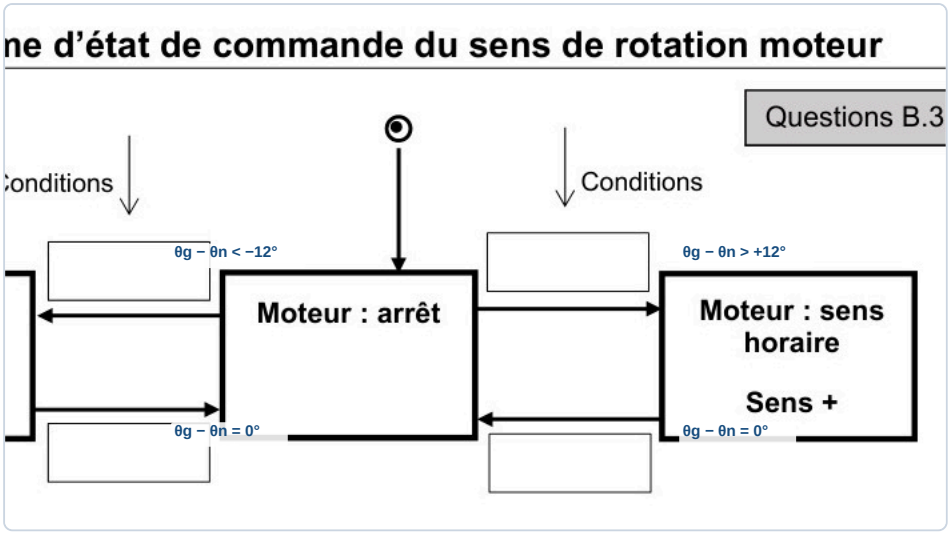
L'écart de 13° dépasse l'angle admissible de 12° : le moteur doit tourner dans le sens horaire. Pour réaligner complètement la nacelle, elle doit tourner de 13°. À la vitesse de 0,5°·s⁻¹, le temps requis est 13/0,5 = 26 s. Le seuil admissible déclenche donc la commande, mais ne change pas l'angle total de réalignement.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Commande horaire ; temps de réalignement : 26 s.

Question B.3. **Compléter le diagramme d'état DRS4 pour piloter le sens de rotation du moteur de positionnement de la nacelle, en utilisant la loi de commande fournie.**

À partir de l'état « arrêt », un écart inférieur à −12° commande le sens anti-horaire et un écart supérieur à +12° commande le sens horaire. Dans les deux sens, le retour à l'arrêt se fait lorsque l'écart $\theta_g - \theta_n$ atteint 0°. Il faut inscrire ces conditions sur les quatre transitions du diagramme.

Conditions des transitions du DRS4



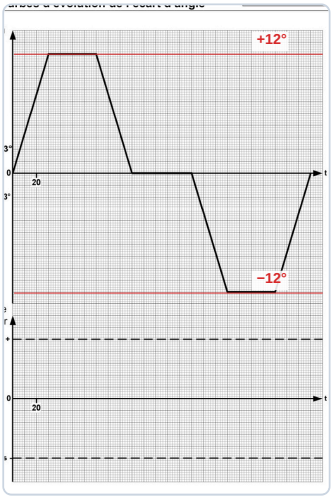
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Arrêt → sens − si l'écart < −12° ; arrêt → sens + si l'écart > +12° ; chaque sens → arrêt si l'écart = 0°.

Question B.4. Reporter sur le graphique DRS5 les valeurs de l'angle admissible θa = ±12°.

L'écart admissible est défini par $\theta_a = \pm 12°$. Sur le graphique du DRS5, il faut donc tracer deux droites horizontales, l'une à +12° au-dessus de l'axe zéro et l'autre à −12° au-dessous. Ces seuils délimitent la zone dans laquelle l'écart est admissible.

Seuils d'angle admissible sur DRS5



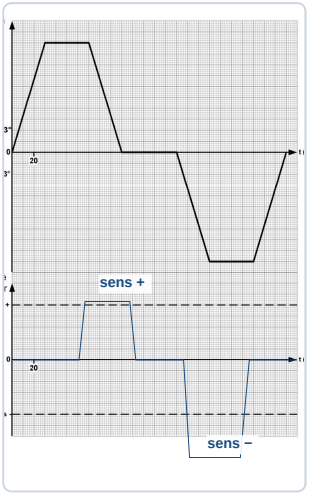
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Seuils à tracer : +12° et −12°.

Question B.5. Tracer sur le document DRS5 l'allure du graphe de commande du moteur de rotation.

Lorsque l'écart dépasse +12°, la commande est au sens + ; lorsqu'il devient admissible, elle revient à 0. Lorsque l'écart descend sous −12°, la commande passe au sens −, puis revient à 0 lorsque l'écart rentre dans la zone admissible. La commande n'est donc pas nulle pendant toute la durée représentée.

Allure corrigée de la commande du moteur sur DRS5



✓ RÉPONSE À RETENIR

Commande : sens + au-dessus de +12°, 0 dans la zone admissible, sens − sous −12°, puis 0 au retour dans la zone admissible.

Question B.6. Conclure sur l'intérêt de la mise en œuvre du dispositif d'asservissement d'orientation de la nacelle.

La girouette mesure la direction du vent et l'asservissement la compare à l'orientation de la nacelle. Lorsque l'écart sort de la plage admissible, le moteur tourne dans le sens qui réduit cet écart. La nacelle se réaligne ainsi face au vent, ce qui améliore la captation de l'énergie éolienne.

✓ RÉPONSE À RETENIR

L'asservissement oriente la nacelle face au vent et optimise la production d'énergie.

Partie C - Adaptation de l'énergie électrique au réseau

Question C.1. Calculer le nombre de pôles du générateur asynchrone à partir de la vitesse de synchronisme et de la fréquence du réseau.

La relation de synchronisme est $N_S = 60f/p$, où p est le nombre de paires de pôles. En isolant p, on obtient $p = 60f/N_S = 60 \times 50/1\,500 = 2$ paires. Chaque paire comprenant deux pôles, le générateur comporte quatre pôles au total.

✓ RÉPONSE À RETENIR

2 paires de pôles, soit 4 pôles.

Question C.2. En tenant compte de l'écart de fréquence admissible, déterminer l'écart de vitesse ΔNR admissible sur l'arbre rapide, en tr·min⁻¹.

Pour un nombre de paires de pôles p = 2, la relation de synchronisme donne un écart de vitesse $\Delta N_R = 60\Delta f/p$. Avec l'écart de fréquence admissible Δf = ±1 Hz, l'écart correspondant autour de la vitesse de synchronisme est de ±30 tr·min⁻¹.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$\Delta N_R = \pm 30$ tr·min⁻¹.

Question C.3. Déduire l'écart de vitesse admissible sur l'arbre lent, en tr·min⁻¹, et exprimer la valeur avec deux chiffres significatifs.

Le multiplicateur impose $\Delta N_R = 114{,}6\Delta N_L$. L'écart sur l'arbre lent vaut donc 30/114,6 = 0,2618 tr·min⁻¹. En conservant deux chiffres significatifs et le caractère symétrique de l'écart admissible, on obtient environ ±0,26 tr·min⁻¹.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$\Delta N_L \approx \pm 0{,}26$ tr·min⁻¹.

Question C.4. Conclure sur la possibilité de vérifier cet écart compte tenu de la précision du capteur de vitesse sur l'arbre lent.

L'écart admissible sur l'arbre lent est d'environ 0,26 tr·min⁻¹, tandis que le capteur mesure avec une précision de 0,1 tr·min⁻¹. Cette précision est plus fine que l'écart à vérifier. Le capteur permet donc de contrôler si la vitesse se situe dans la plage admissible de couplage.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Oui : la précision de 0,1 tr·min⁻¹ permet de vérifier l'écart admissible d'environ 0,26 tr·min⁻¹.

SYNTHÈSE DE L'ÉPREUVE & RÉFÉRENTIEL • BAC STI2D

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

Bilan de l'épreuve : L'épreuve STI2D Énergies et environnement de la session 2025, code 25-2D2IDEEME1, dure 4 heures; aucun coefficient n'est imprimé. Elle étudie un parc éolien de 12 MW et évalue l'implantation, les bilans énergétiques et financiers, la chaîne de puissance, la résistance mécanique, le réseau local, l'asservissement de nacelle et le couplage au réseau électrique.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Facteur de charge : fc = énergie électrique produite / énergie nominale sur la même période.
- Énergie annuelle à puissance constante : E = P × durée; convertir les unités avant toute comparaison.
- Rendement global d'une chaîne : produit des rendements des composants parcourus par le flux principal.
- Coefficient de sécurité : s = Re / σmax; comparer le résultat au seuil de sécurité annoncé.

Points de vigilance & attentes du jury

- Lire l'échelle et la légende des plans avant de tracer la distance réglementaire de 500 m.
- Distinguer l'investissement initial des frais annuels de maintenance et des recettes.
- Sur chaque courbe, vérifier les axes, les unités et la valeur de la grandeur demandée.
- Pour le réseau local, respecter le masque et ne pas réutiliser les adresses déjà attribuées.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment utiliser le facteur de charge pour calculer la production annuelle du parc ?

Calculez d'abord l'énergie nominale annuelle en multipliant la puissance totale par 8 760 heures. Multipliez ensuite ce résultat par le facteur de charge exprimé en nombre décimal pour obtenir la production estimée.

Q : Comment vérifier si le coefficient de sécurité du mât est suffisant ?

Divisez la limite élastique du matériau par la contrainte maximale relevée. Comparez le résultat au seuil indiqué dans le sujet : le dimensionnement satisfait le critère lorsque le coefficient calculé atteint ou dépasse ce seuil.

Q : Comment organiser les quatre heures entre les deux parties ?

La partie commune dispose d'une durée indicative de 2 h 30 et la partie spécifique de 1 h 30. Les parties sont indépendantes et peuvent être traitées dans l'ordre choisi; chacune doit être rédigée sur une copie séparée.

Q : Que faut-il soigner dans les réponses graphiques pour être correctement évalué ?

Repérez les axes, leurs unités et les échelles, puis placez les points aux coordonnées correspondant aux données. Respectez les couleurs ou la légende demandées et rendez les tracés suffisamment lisibles pour que les valeurs puissent être vérifiées.

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 - 31-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.