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

Énergies et environnement

Session 2025 • Code sujet : **25-2D2IDEEME1C** • Durée : **4 heures**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Étude d'un projet de ferme éolienne (26 questions) **Page 3**

2. Étude énergétique, orientation de la nacelle et couplage au réseau (16 questions) **Page 14**

3. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 21**

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 - 29-Sujet.pdf

1. Étude d’un projet de ferme éolienne

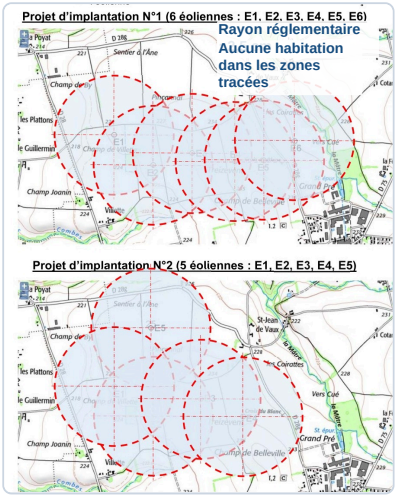
La partie commune examine le choix du site d’implantation, la production électrique attendue et la viabilité économique d’une ferme éolienne. Elle aborde aussi l’adéquation des éoliennes, la résistance mécanique du mât et la surveillance à distance du parc.

Partie 1 : choix du lieu d’implantation

Question 1.1. À l’aide du plan DR1 et de son échelle, vérifier que les éoliennes de chacun des deux projets respectent la distance réglementaire par rapport aux habitations.

La distance réglementaire est de 500 m. Avec l’échelle du DR1, 1 cm représente 200 m : le rayon à tracer autour de chaque éolienne est donc 500/200 = 2,5 cm. La vérification des deux plans montre qu’aucune habitation n’est à l’intérieur des zones tracées. Les deux projets respectent la réglementation.

Vérification de l’éloignement réglementaire



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

Question 1.2. Analyser les deux projets en utilisant les critères et les pondérations du document DR2.

On additionne les pondérations indiquées dans le DR2 pour chaque projet :

Projet	Calcul	Total
N° 1	-1 + 1 - 1 - 1 + 1 - 1 - 1	-3
N° 2	1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1	+7

Le bilan multicritère favorise le projet n° 2.

Totaux de l’analyse multicritère

DR2 : analyse des deux projets

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

Total : -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

Total : +7

✓ RÉPONSE À RETENIR

Projet 1 : -3. Projet 2 : +7. Le projet 2 est le mieux évalué.

Question 1.3. Choisir le projet d’implantation à retenir en tenant compte du respect de la réglementation et de l’impact sur l’environnement.

Les deux implantations respectent la distance réglementaire aux habitations. Selon le DR2, le projet n° 2 obtient +7, contre -3 pour le projet n° 1, et son impact environnemental est moindre. Il répond donc mieux aux critères de choix.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Retenir le projet d’implantation n° 2.

Partie 2 : couverture des besoins électriques

Question 2.1. Calculer l’énergie électrique annuelle produite par la ferme à partir de sa puissance nominale, du nombre d’heures de l’année et du facteur de charge indiqué.

La puissance nominale totale est 2,4 × 5 MW. L’énergie annuelle produite avec 8 760 heures et un facteur de charge de 0,22 vaut : 2,4 × 5 × 365 × 24 × 0,22 = 23 126,4 MW·h.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Énergie annuelle produite : 23 126,4 MW·h.

Question 2.2. Estimer le nombre de foyers dont la consommation électrique annuelle peut être couverte par l'énergie produite.

La consommation annuelle moyenne d'un foyer est de 3,2 MW·h. Le nombre de foyers alimentés est donc : 23 126,4/3,2 = 7 227. Il s'agit d'une estimation fondée sur cette consommation moyenne.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Environ 7 227 foyers peuvent être alimentés sur une année.

Question 2.3. Conclure sur la capacité de la ferme à fournir l'énergie nécessaire aux foyers environnants et sur sa contribution aux énergies renouvelables.

La production annuelle correspond à la consommation d'environ 7 227 foyers. La ferme peut donc fournir l'énergie nécessaire aux foyers environnants, et même davantage si leur nombre est inférieur à cette estimation. Cette production éolienne contribue au développement des énergies renouvelables dans la région.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La ferme couvre les besoins des foyers environnants et contribue aux énergies renouvelables.

Partie 3 : viabilité économique

Question 3.1. À partir des données du document DR3, déterminer les dépenses et les recettes associées à la ferme de cinq éoliennes.

Poste	Calcul DR3	Montant
Investissement	1 500 × 2 400 × 5	18 000 k€
Maintenance annuelle	0,03 × 18 000	540 k€
Recettes annuelles	25 000 × 100	2 500 k€

Les montants sont exprimés en milliers d'euros, conformément au DR3.

Dépenses et recettes annuelles

DR3 : dépenses et recettes des 5 éoliennes

Pour la ferme de 5 éoliennes sur 1 an		
Dépenses		**Recettes**
Investissement	Maintenance	
1500 x 2400 x 5 Soit **18 000 k€**	0,03 x 18 000 Soit **540 k€**	25 000 x 100 Soit 2 500 k€

Investissement : 18 000 k€ Maintenance : 540 k€/an Recettes : 2 500 k€/an

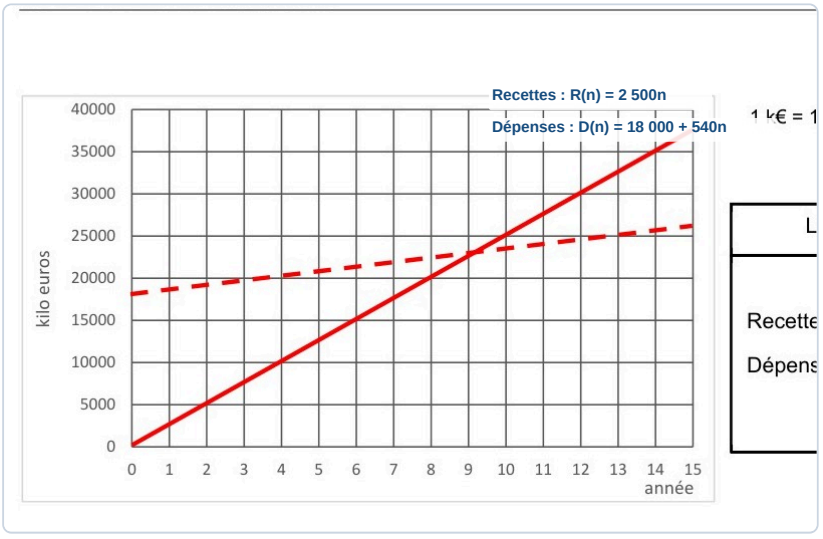
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Investissement : 18 000 k€. Maintenance : 540 k€/an. Recettes : 2 500 k€/an.

Question 3.2. Utiliser les données du document DR3 pour compléter ou exploiter le graphique de viabilité financière du document DR4.

Sur le DR4, représenter les recettes par la droite R(n) = 2 500n et les dépenses par D(n) = 18 000 + 540n, avec n en années et les montants en k€. La droite des recettes part de zéro; celle des dépenses part de 18 000 k€. Leur intersection se situe vers 9,2 ans.

Repères des courbes de viabilité financière



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Recettes : R(n) = 2 500n. Dépenses : D(n) = 18 000 + 540n, en k€.

Question 3.3. Déterminer le seuil de rentabilité à partir de l'intersection des dépenses et des recettes, puis conclure sur la rentabilité du projet au regard de sa durée de vie.

Au seuil de rentabilité, les dépenses égalent les recettes : 18 000 + 540n = 2 500n. Ainsi, n = 18 000/(2 500 - 540) = 9,18 ans, soit environ 9,2 ans. Au-delà, les recettes sont supérieures aux dépenses. Le projet est donc rentable sur sa durée de vie de 25 ans.

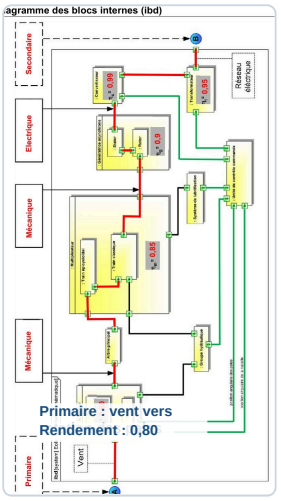
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Seuil de rentabilité : environ 9,2 ans. Le projet est rentable sur 25 ans.

Partie 4 : adéquation des éoliennes à la production visée

Question 4.1. Effectuer le travail demandé à partir du diagramme des blocs internes de l'éolienne présenté dans le document DR5.

Dans le DR5, l'énergie primaire est celle du vent. Les pales captent cette énergie et entraînent le rotor : l'énergie du vent devient une énergie mécanique de rotation. Le rendement indiqué pour cette étape de conversion est 0,80.

Étape primaire de conversion

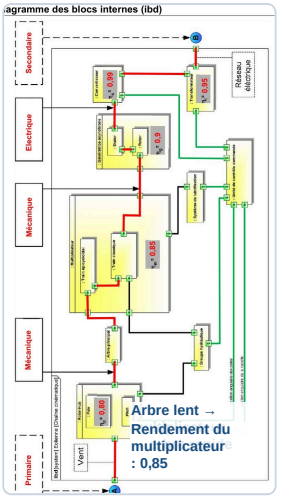


> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Vent vers rotation des pales : rendement 0,80.

Question 4.2. Effectuer le travail demandé à partir du diagramme des blocs internes de l'éolienne présenté dans le document DR5.

Le rotor transmet sa rotation par l'arbre lent au multiplicateur. Celui-ci augmente la vitesse mécanique et entraîne l'arbre rapide, qui actionne ensuite la génératrice. Le rendement associé au multiplicateur sur le DR5 est 0,85.

Transmission mécanique

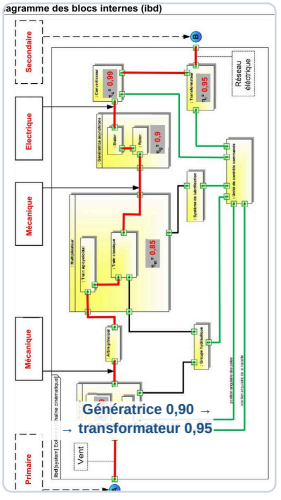


> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Multiplicateur : transmission mécanique vers l'arbre rapide, rendement 0,85.

Question 4.3. Effectuer le travail demandé à partir du diagramme des blocs internes de l'éolienne présenté dans le document DR5.

La génératrice transforme l'énergie mécanique en énergie électrique avec un rendement de 0,90. L'électricité traverse ensuite le convertisseur, de rendement 0,99, puis le transformateur, de rendement 0,95, avant d'être fournie au réseau.

Étapes électriques de conversion

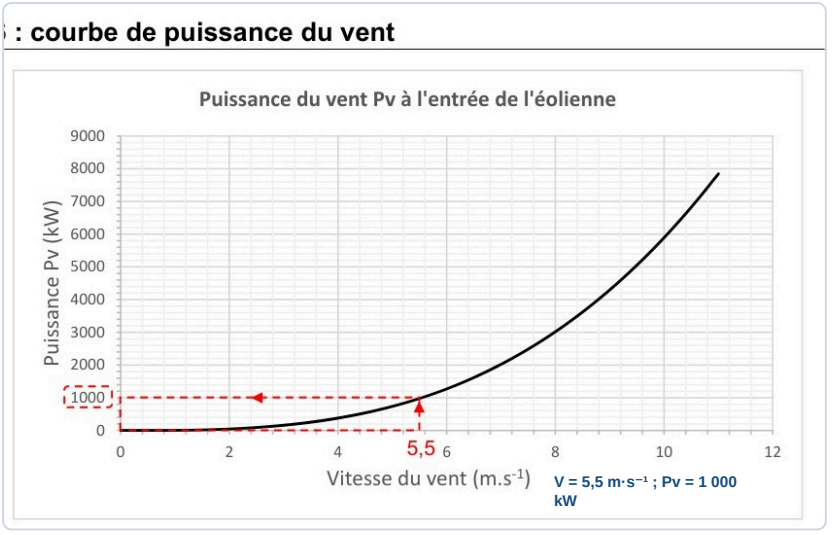


> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Génératrice : 0,90. Convertisseur : 0,99. Transformateur : 0,95.

Question 4.4. À l'aide de la courbe DR6, relever la puissance du vent à l'entrée de l'éolienne pour la vitesse indiquée.

À 5,5 m·s⁻¹, la lecture de la courbe DR6 donne la puissance du vent à l'entrée de l'éolienne. Le repère correspond à 1 000 kW.

Lecture de puissance sur DR6



✓ RÉPONSE À RETENIR

Pour un vent de 5,5 m·s⁻¹, Pv = 1 000 kW.

Question 4.5. Exploiter le diagramme DR5 et les données techniques associées pour effectuer le travail demandé.

La puissance électrique disponible en sortie s'obtient en appliquant à la puissance du vent les rendements du DR5 : 1 000 × 0,80 × 0,85 × 0,90 × 0,99 × 0,95 = 575,586 kW. La valeur arrondie est 576 kW.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Puissance électrique en sortie : environ 576 kW.

Question 4.6. Calculer le rendement global de la chaîne de conversion en multipliant les rendements de ses composants, puis calculer l'énergie annuelle produite par une éolienne pour la puissance du vent indiquée.

Le rendement global est le produit des rendements des cinq composants : 0,80 × 0,85 × 0,90 × 0,99 × 0,95 = 0,575586, soit 0,576. Pour une puissance du vent de 1 MW maintenue pendant 365 × 24 heures, l'énergie annuelle vaut 0,576 × 1 × 365 × 24 = 5 045,76 MW·h, soit 5 046 MW·h.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Rendement global : 0,576. Énergie annuelle par éolienne : 5 046 MW·h.

Question 4.7. Calculer l'énergie annuelle produite par les cinq éoliennes et vérifier si le résultat confirme l'estimation du bureau d'étude.

Chaque éolienne produit environ 5 046 MW·h par an. Pour cinq éoliennes : 5 × 5 046 = 25 230 MW·h par an. Cette production confirme l'estimation du bureau d'étude.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Production annuelle des cinq éoliennes : 25 230 MW·h, conforme à l'estimation.

Partie 5 : résistance mécanique et impact environnemental du mât

Question 5.1. Identifier la sollicitation mécanique à laquelle le mât de l'éolienne est soumis.

Les actions du vent sur le rotor et la nacelle se transmettent au mât et tendent à le courber. La sollicitation mécanique principale du mât est donc la flexion.

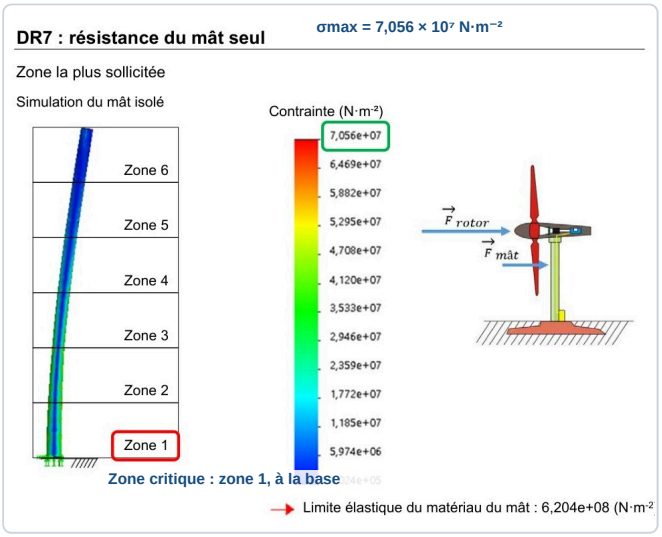
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Le mât est soumis à la flexion.

Question 5.2. À partir de la simulation du document DR7, repérer la zone la plus sollicitée et relever la contrainte maximale.

Sur la simulation DR7, la zone 1, à la base du mât, est la plus sollicitée. La contrainte maximale lue sur l'échelle est 7,056 × 10^7 N·m^{-2}. C'est cette valeur qui sert au calcul du coefficient de sécurité.

Repérage de la zone critique du mât



✓ RÉPONSE À RETENIR

Zone la plus sollicitée : zone 1. Contrainte maximale : $7{,}056 \times 10^{7}$ N·m^{-2}.

Question 5.3. Calculer le coefficient de sécurité du mât à partir de la limite élastique du matériau et de la contrainte maximale.

Le coefficient de sécurité est le rapport entre la limite élastique et la contrainte maximale : $s = 6{,}204 \times 10^{8}/(7{,}056 \times 10^{7}) = 8{,}80$. La contrainte calculée reste donc nettement inférieure à la limite élastique du matériau.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Coefficient de sécurité : $s \approx 8{,}8$.

Question 5.4. Comparer le coefficient de sécurité calculé à la valeur minimale requise et conclure sur le dimensionnement du mât.

Le coefficient de sécurité calculé, 8,8, est supérieur au minimum requis de 3. Le mât satisfait donc ce critère de résistance et est correctement dimensionné pour les sollicitations étudiées.

✓ RÉPONSE À RETENIR

8,8 > 3 : le mât est correctement dimensionné.

Question 5.5. Proposer des modifications de conception permettant d'optimiser le mât et préciser la vérification à réaliser après ces modifications.

On peut réduire l'épaisseur ou le diamètre du mât pour limiter la matière utilisée. Après toute modification, il faut refaire l'étude mécanique et vérifier les contraintes maximales ainsi que le coefficient de sécurité. La nouvelle conception doit toujours satisfaire aux exigences de résistance.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Réduire l'épaisseur ou le diamètre, puis refaire les vérifications mécaniques.

Question 5.6. Calculer le gain de matière entre les deux solutions et justifier quels piliers du développement durable sont concernés.

Avec les volumes du sujet, le gain relatif vaut (34,7 - 27,78)/34,7 × 100 = 19,94 %, soit 20 %. Cette économie réduit l'extraction de matière première et les coûts de fabrication : les piliers environnemental et économique sont concernés.

✓ RÉPONSE À RETENIR

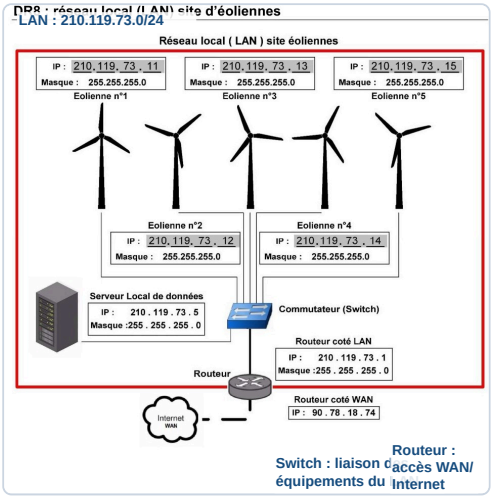
Gain de matière : 20 %. Piliers concernés : environnemental et économique.

Partie 6 : surveillance à distance des éoliennes

Question 6.1. Analyser le schéma DR8 du réseau local du site éolien.

Le DR8 montre un réseau local en étoile : les cinq éoliennes et le serveur sont reliés au commutateur, lui-même relié au routeur côté LAN. Le masque 255.255.255.0 correspond au réseau 210.119.73.0/24. Le routeur assure la liaison avec Internet.

Éléments du réseau local éolien



✓ RÉPONSE À RETENIR

Réseau local en étoile, masque /24, relié à Internet par le routeur.

Question 6.2. Déterminer le nombre d’adresses disponibles dans le réseau local, en tenant compte des adresses réservées et des équipements connectés.

Le masque /24 laisse 8 bits pour les adresses hôtes, soit 256 valeurs. Après retrait de l’adresse réseau, de l’adresse de broadcast, des cinq éoliennes, du serveur et du routeur côté LAN, il reste : 256 - 2 - 5 - 1 - 1 = 247 adresses disponibles.

✓ RÉPONSE À RETENIR

247 adresses restent disponibles dans le réseau local.

Question 6.3. Convertir l'octet binaire indiqué en valeur décimale, puis déterminer la vitesse réelle de rotation à l'aide de l'échelle de transmission.

En binaire, $01101001_2 = 64 + 32 + 8 + 1 = 105$. L'échelle de transmission divise cette valeur par 10 pour obtenir la vitesse réelle : $105/10 = 10{,}5$ tr·min^{-1}.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $01101001_2 = 105$. Vitesse réelle : 10,5 tr·min^{-1}.

Question 6.4. Vérifier que le nombre d'adresses disponibles permet l'extension du parc et que le type de donnée choisi peut représenter la vitesse maximale.

Les 247 adresses disponibles permettent d'étendre le parc. Pour une vitesse maximale de 13,2 tr·min^{-1}, la valeur codée avec l'échelle ×10 est $13{,}2 \times 10 = 132$. Cette valeur est inférieure à 255, maximum représentable par un octet non signé : le type de donnée convient.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 247 adresses disponibles. $132 < 255$: l'octet peut coder la vitesse maximale.

2. Étude énergétique, orientation de la nacelle et couplage au réseau

Cette partie étudie une ferme de cinq éoliennes de 2,4 MW chacune et le fonctionnement de leurs chaînes mécanique et électrique. Elle porte sur les courbes de puissance, la commande d'orientation de la nacelle et les conditions de couplage du générateur au réseau.

Partie A : puissance et vitesse de rotation

Question A1. Identifier la grandeur qui paramètre le réseau de courbes de puissance mécanique.

Chaque courbe représente la puissance mécanique disponible pour une valeur donnée de la vitesse angulaire de l'arbre lent. Les courbes se distinguent par la vitesse du vent, notée V. C'est donc cette grandeur qui paramètre le réseau. Il ne s'agit ni de la vitesse de rotation du générateur ni de la puissance nominale de l'éolienne.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le paramètre est la vitesse du vent V.

Question A.2. À partir de la vitesse du générateur et du rapport du multiplicateur, calculer la vitesse de rotation de l'arbre lent.

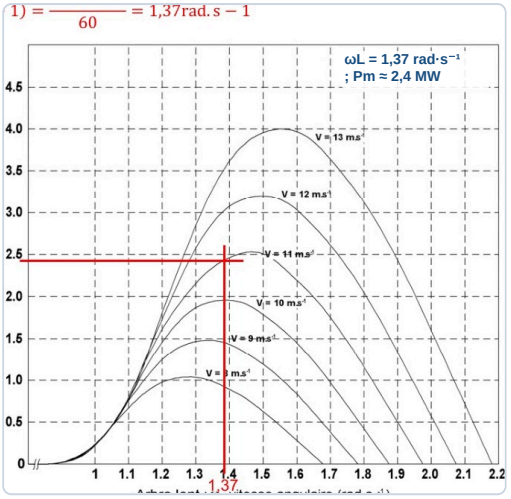
Le multiplicateur augmente la vitesse entre l'arbre lent et le générateur. Le rapport indiqué dans le sujet vaut 114,6 et la vitesse du générateur est de 1 500 tr·min^{-1}. La vitesse de l'arbre lent se trouve en divisant la vitesse de sortie par le rapport du multiplicateur : $N_L = N_{gen}/m$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $N_L = 13,09$ tr·min^{-1}.

Question A.3. Calculer la vitesse angulaire de l'arbre lent, puis utiliser le graphe pour vérifier la puissance mécanique annoncée.

Pour convertir la vitesse de rotation en vitesse angulaire, on utilise $\omega_L = 2\pi N_L/60$, avec $N_L = 13,09$ tr·min^{-1}. La verticale correspondante sur le graphe rencontre la courbe de fonctionnement vers 2,4 MW. Cette lecture graphique confirme la puissance annoncée de l'éolienne.

Vitesse angulaire et puissance mécanique lue



✓ RÉPONSE À RETENIR

$\omega_L \approx 1,37$ rad·s^{-1} et $P_m \approx 2,4$ MW.

Question A.4. Compléter le tableau des puissances mécaniques maximales disponibles pour les vitesses de vent indiquées.

Les puissances mécaniques maximales se lisent aux sommets des courbes, pour chacune des vitesses de vent demandées. Les valeurs à reporter dans le tableau de réponse sont :

Vitesse du vent (m·s^{-1})	8	9	10	11	12	13
Puissance maximale (MW)	1,10	1,50	1,90	2,50	3,30	4,00

Ce sont les maxima disponibles indiqués par le corrigé.

✓ RÉPONSE À RETENIR

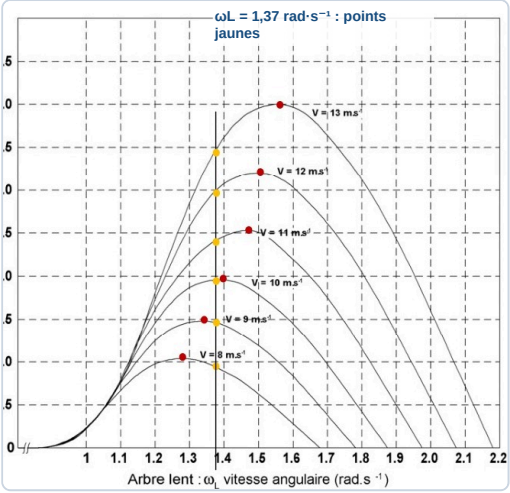
Pour V = 8 à 13 m·s^{-1} : 1,10 ; 1,50 ; 1,90 ; 2,50 ; 3,30 ; 4,00 MW.

Question A.5. Effectuer le travail demandé à partir du graphe des courbes de puissance mécanique en fonction de la vitesse angulaire de l'arbre lent.

Sur le graphe, on repère $\omega_L = 1,37$ rad·s^{-1}, puis on lit la puissance à l'intersection avec chaque courbe. Ces lectures sont graphiques, donc approximatives. Elles correspondent aux points jaunes tracés sur le document réponse et ne sont pas les maxima des courbes, sauf à proximité du maximum pour certaines vitesses.

Les puissances sont lues dans l'ordre des vitesses de vent croissantes, de 8 à 13 m·s^{-1}.

Lectures à la vitesse angulaire de l’arbre lent



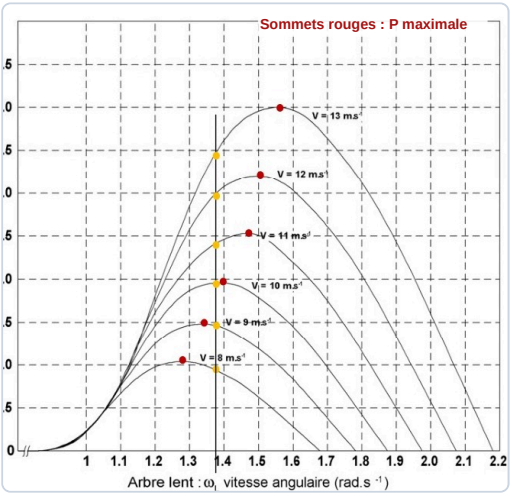
✓ RÉPONSE À RETENIR

Pour V = 8 à 13 m·s^{-1} : environ 0,95 ; 1,45 ; 1,95 ; 2,40 ; 2,95 ; 3,45 MW.

Question A.6. Effectuer le travail demandé à partir du graphe des courbes de puissance mécanique en fonction de la vitesse angulaire de l’arbre lent.

Les maxima sont les sommets des six courbes de puissance. Sur le document réponse, ils sont repérés par les points rouges. La lecture de leurs ordonnées donne les puissances maximales pour chaque vitesse du vent. On retrouve ainsi les valeurs du tableau demandé à la question A.4, plutôt que les puissances lues à une vitesse angulaire imposée.

Repérage des puissances maximales sur les courbes



✓ RÉPONSE À RETENIR

Pour V = 8 à 13 m·s^{-1} : 1,10 ; 1,50 ; 1,90 ; 2,50 ; 3,30 ; 4,00 MW.

Question A.7. À partir des points de fonctionnement du graphe, déterminer si l'éolienne fonctionne en permanence à sa puissance maximale.

À $\omega_L = 1,37$ rad·s^{-1}, les points de fonctionnement sont généralement situés sous les sommets des courbes de puissance. L'éolienne ne fonctionne donc pas en permanence à sa puissance maximale. Pour V = 10 m·s^{-1}, le point de fonctionnement est proche du maximum, ce qui explique l'exception admise dans le corrigé.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Non : la puissance maximale n'est pas atteinte en permanence. Pour V = 10 m·s^{-1}, le fonctionnement est proche du maximum.

Partie B : orientation de la nacelle

Question B.1. Calculer l'écart angulaire entre la direction mesurée par la girouette et l'orientation de la nacelle.

L'écart angulaire est défini par la différence entre l'angle de la girouette et celui de la nacelle : $\theta = \theta_g - \theta_n$. En remplaçant par les deux mesures indiquées, $\theta = 28^\circ - 15^\circ$. L'écart est positif : les directions du vent mesuré et de la nacelle ne sont pas alignées.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\theta = 13^\circ$.

Question B.2. Déterminer si la nacelle doit être réorientée et calculer son temps de déplacement à partir de l'écart angulaire et de sa vitesse de rotation.

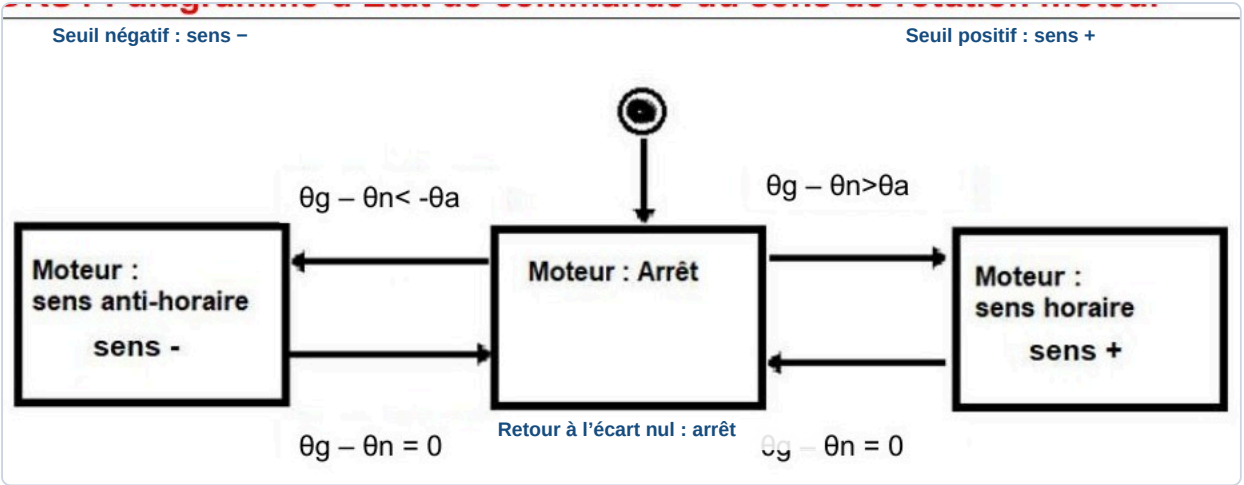
L'écart de 13° signifie que la nacelle n'est pas face au vent et doit être réorientée. La vitesse de rotation donnée est de 0,5°·s^{-1}. Le temps de déplacement s'obtient en divisant l'angle à parcourir par cette vitesse : $t = 13/0,5$. La nacelle tourne donc vers la direction indiquée par la girouette.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La nacelle doit être réorientée ; le déplacement dure 26 s.

Question B.3. Compléter ou interpréter le diagramme d'état de commande du sens de rotation du moteur en fonction de l'écart entre la girouette et la nacelle.

Le diagramme comporte trois états : moteur arrêté, rotation en sens antihoraire et rotation en sens horaire. Depuis l'arrêt, un écart inférieur à $-\theta_a$ déclenche le sens négatif, tandis qu'un écart supérieur à $+\theta_a$ déclenche le sens positif. Dans les deux cas, le retour de l'écart à zéro ramène le système à l'état d'arrêt.

Conditions de transition des états du moteur



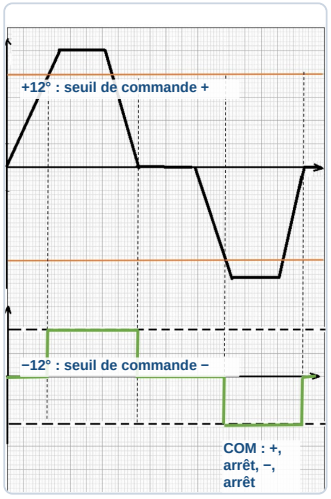
✓ RÉPONSE À RETENIR

$\theta_g - \theta_n < -\theta_a$: sens − ; $\theta_g - \theta_n > \theta_a$: sens + ; écart nul : arrêt.

Question B.4 et B.5. Tracer les courbes d'évolution demandées pour l'écart angulaire entre la girouette et la nacelle et pour la commande du moteur, en tenant compte des seuils indiqués.

La courbe d'écart franchit d'abord le seuil de +12° : la commande passe alors au sens positif. Elle revient à zéro lorsque l'écart revient à zéro. Plus tard, le passage sous −12° déclenche le sens négatif, qui s'arrête au retour de l'écart à zéro. Les seuils et les changements de commande sont repérés sur le graphe fourni.

Seuils angulaires et commande du moteur



✓ RÉPONSE À RETENIR

Commande + au-delà de +12° ; commande − sous −12° ; arrêt lorsque l'écart revient à zéro.

Question B.6. Expliquer le rôle de l'asservissement de position de la nacelle et justifier l'utilisation d'une tolérance angulaire.

L'asservissement compare la direction mesurée du vent à l'orientation de la nacelle et commande sa rotation pour les rapprocher. La tolérance de ±12° crée une zone dans laquelle aucune correction n'est nécessaire. Elle évite des démarrages et arrêts répétés lorsque l'écart est faible, tout en maintenant la nacelle suffisamment orientée face au vent.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> L'asservissement aligne la nacelle sur le vent ; la tolérance de ±12° évite des commandes répétitives.

Partie C : couplage du générateur au réseau

Question C.1. À partir de la fréquence du réseau et de la vitesse de synchronisme, déterminer le nombre de paires de pôles puis le nombre total de pôles du générateur.

Le nombre de paires de pôles est lié à la fréquence du réseau et à la vitesse de synchronisme par $p = 60f/N_s$. Avec $f = 50$ Hz et $N_s = 1\,500$ tr·min^{-1}, le calcul donne deux paires de pôles. Le nombre total de pôles est le double du nombre de paires.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 2 paires de pôles, soit 4 pôles.

Question C.2. Calculer l'écart admissible de vitesse de rotation du générateur à partir de l'écart de fréquence et du nombre de paires de pôles.

L'écart admissible de vitesse du générateur se calcule avec $\Delta N_R = 60\Delta f/p$. Pour deux paires de pôles et l'écart de fréquence utilisé dans le corrigé, le résultat est symétrique autour de la vitesse de synchronisme. Le signe ± indique que la vitesse peut être légèrement inférieure ou supérieure à cette vitesse.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\Delta N_R = \pm 30$ tr·min^{-1}.

Question C.3. À l'aide du rapport du multiplicateur, convertir l'écart admissible de vitesse du générateur en écart de vitesse admissible de l'arbre lent.

Le rapport du multiplicateur indiqué pour cette partie est $m = 113,6$. L'écart de vitesse sur l'arbre lent est l'écart du générateur divisé par ce rapport : $\Delta N_L = \Delta N_R/m$. On conserve le signe ±, puisque l'écart admissible est possible dans les deux sens autour de la vitesse de synchronisme.

✓ RÉPONSE À RETENIR

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

Question C.4. Comparer la précision du capteur de vitesse à l'écart admissible de vitesse de l'arbre lent et conclure sur les conditions de couplage.

Le capteur mesure la vitesse avec une précision de 0,1 tr·min^{-1}. Cette précision est meilleure que l'écart admissible calculé pour l'arbre lent, qui vaut environ 0,26 tr·min^{-1}. Le capteur peut donc détecter cet écart et permettre de vérifier les conditions de synchronisation avant le couplage au réseau.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le capteur est suffisamment précis ; le couplage peut être réalisé dans de bonnes conditions.

SYNTHÈSE DE L'ÉPREUVE & RÉFÉRENTIEL • BAC STI2D

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

Bilan de l'épreuve : Épreuve de spécialité STI2D, Énergies et environnement, session 2025, code 25-2D2IDEEME1C, d'une durée de 4 heures et sans coefficient imprimé. Le sujet étudie un projet de ferme éolienne : implantation, production, rentabilité, résistance du mât, réseau local, orientation de la nacelle et couplage au réseau. Les compétences évaluées mobilisent calculs, lecture de documents et interprétation de graphes.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Énergie annuelle produite : E = P × durée × facteur de charge, avec des unités cohérentes.
- Le rendement global d'une chaîne de conversion est le produit des rendements successifs de ses composants.
- Coefficient de sécurité : s = limite élastique du matériau / contrainte maximale.
- Vitesse angulaire : ω = 2πN/60 lorsque N est exprimée en tours par minute.

Points de vigilance & attentes du jury

- Vérifier l'échelle du plan et la distance entre chaque éolienne et l'habitation la plus proche.
- Distinguer la puissance en MW de l'énergie en MWh et appliquer le facteur de charge annuel.
- Lire attentivement les axes, les unités et les courbes avant tout relevé graphique.
- Dans le calcul des adresses IP, tenir compte des adresses réseau et broadcast ainsi que des équipements déjà connectés.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer l'énergie annuelle produite par une ferme éolienne ?

Multipliez la puissance nominale totale par le nombre d'heures de l'année, puis par le facteur de charge. Vérifiez les unités : une puissance en MW multipliée par une durée en heures donne une énergie en MWh.

Q : Comment vérifier si le mât est suffisamment résistant ?

Relevez la contrainte maximale sur la simulation, puis divisez la limite élastique du matériau par cette contrainte. Comparez le coefficient obtenu au coefficient minimal requis pour conclure sur le dimensionnement.

Q : Comment répartir le temps entre les parties de l'épreuve ?

Le sujet indique 2 h 30 pour la partie commune et 1 h 30 pour la partie spécifique. Gardez du temps pour les conversions d'unités, les lectures graphiques et la vérification des résultats.

Q : Quelles précautions prendre pour les calculs et lectures graphiques ?

Présentez la méthode, les valeurs utilisées et leurs unités, puis formulez une conclusion liée à la question. Pour un graphe, identifiez les axes et expliquez le relevé ou l'intersection retenue.

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 - 29-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.