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

Innovation technologique et éco-conception

Session 2025 • Code sujet : **25-2D2IDITECME1C** • 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 du rotor, du dispositif hydraulique de calage et de la liaison moyeu-pale** (19 questions) — **Page 13**

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 - 22-Sujet.pdf

1. Étude d’un projet de ferme éolienne

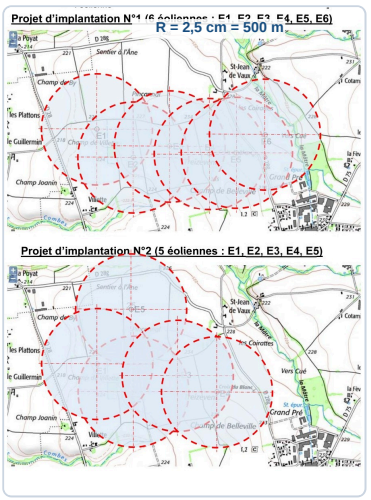
La partie commune étudie un projet de ferme éolienne, depuis le choix de son implantation et l’estimation de sa production jusqu’à sa viabilité économique. Elle examine aussi la chaîne de conversion, la résistance du mât et l’organisation du réseau local de surveillance.

Partie 1 : implantation des éoliennes

Question 1.1. À l’aide du plan DR1 et de son échelle, vérifier que chaque éolienne de chacun des deux projets respecte la distance réglementaire de 500 m par rapport aux habitations.

Le plan indique que 1 cm représente 200 m. La distance réglementaire de 500 m correspond donc à un rayon de 2,5 cm autour de chaque éolienne. Les cercles tracés sur le DR1 ne contiennent aucune habitation pour les deux implantations : les distances réglementaires sont respectées.

Contrôle des distances réglementaires sur le DR1



✓ RÉPONSE À RETENIR

Les six éoliennes du projet 1 et les cinq du projet 2 respectent la distance réglementaire de 500 m.

Question 1.2. Analyser les deux projets d’implantation à partir des critères et des pondérations du document réponse DR2.

Le DR2 présente les pondérations des sept critères pour chacun des projets. Le total du projet 1 est −3, tandis que celui du projet 2 est +7. Le projet 2 obtient donc le meilleur bilan selon l’analyse multicritère du document.

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. Selon l’analyse multicritère, le projet 2 est mieux évalué.

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

Les deux projets respectent la distance réglementaire aux habitations. Le projet 2 est moins impactant sur l’environnement et présente le meilleur total pondéré au DR2. Ces éléments conduisent à retenir cette implantation.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Retenir le projet d’implantation n° 2 : il respecte la réglementation et est moins impactant pour l’environnement.

Partie 2 : production et besoins énergétiques

Question 2.1. Calculer l’énergie électrique annuelle produite par la ferme en utilisant la puissance nominale, le nombre d’éoliennes, la durée d’une année et le facteur de charge indiqué.

L’énergie annuelle se calcule en multipliant la puissance nominale d’une éolienne par le nombre d’éoliennes, les heures de l’année et le facteur de charge : 2,4 × 5 × 365 × 24 × 0,22 = 23 126,4 MWh.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La ferme produit 23 126,4 MWh d’électricité par an, avec un facteur de charge de 0,22.

Question 2.2. Déterminer le nombre de foyers que l'énergie annuelle produite peut alimenter à partir de la consommation annuelle moyenne d'un foyer.

La consommation annuelle moyenne d'un foyer est de 3,200 MWh. On divise la production annuelle de la ferme par cette consommation : 23 126,4 ÷ 3,200 = 7 227 foyers.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> La production annuelle de la ferme peut alimenter environ 7 227 foyers, selon la consommation moyenne indiquée.

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

La production annuelle estimée permet de couvrir les besoins électriques des foyers environnants, avec un surplus. La ferme contribue ainsi à augmenter la production régionale d'électricité issue d'une énergie renouvelable.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> La ferme couvre les besoins énergétiques des foyers environnants et contribue au développement régional des énergies renouvelables.

Partie 3 : viabilité économique

Question 3.1. Exploiter le document DR3 relatif aux dépenses et aux recettes de la ferme de cinq éoliennes sur une année.

Pour les cinq éoliennes, l'investissement initial est de 1 500 × 2 400 × 5 = 18 000 k€. La maintenance annuelle vaut 0,03 × 18 000 = 540 k€. Les recettes annuelles sont de 25 000 × 100 = 2 500 k€.

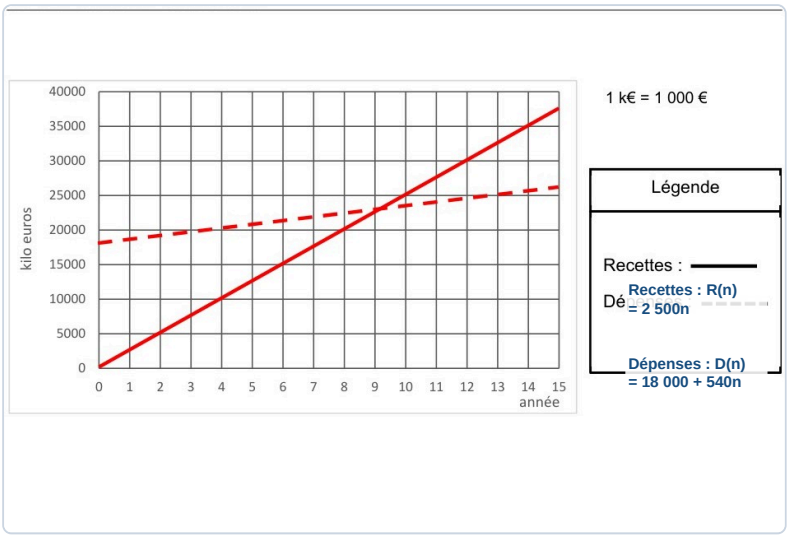
Poste	Montant
Investissement	18 000 k€
Maintenance annuelle	540 k€
Recettes annuelles	2 500 k€

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Investissement : 18 000 k€. Maintenance annuelle : 540 k€. Recettes annuelles : 2 500 k€.

Question 3.2. Utiliser les données du document DR3 pour représenter et comparer les dépenses et les recettes sur le graphique DR4.

Sur le DR4, les recettes cumulées sont représentées par une droite partant de l'origine et augmentant de 2 500 k€ par an. Les dépenses commencent à 18 000 k€ et augmentent de 540 k€ par an. Reporter ces deux relations sur les axes du graphique.

Légende des droites de recettes et de dépenses DR4



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Recettes cumulées : 2 500n k€. Dépenses cumulées : (18 000 + 540n) k€, pour n années.

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

Le seuil correspond à l'intersection des deux droites : 18 000 + 540n = 2 500n. Donc n = 18 000 ÷ (2 500 − 540) ≈ 9,2 ans. Après ce seuil, les recettes dépassent les dépenses. Sur une durée de vie de 25 ans, le projet est rentable.

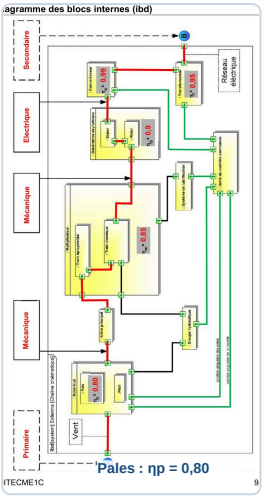
> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Seuil de rentabilité : environ 9,2 ans. Le projet est rentable sur sa durée de vie de 25 ans.

Partie 4 : adéquation des éoliennes aux objectifs de production

Question 4.1. Compléter les éléments demandés dans le diagramme des blocs internes DR5.

Dans le DR5, les pales récupèrent l'énergie du vent au début de la chaîne de conversion. Le rendement associé à cette étape est indiqué dans le diagramme. Il faut reporter ce rendement auprès du bloc correspondant.

Rendement des pales dans le DR5

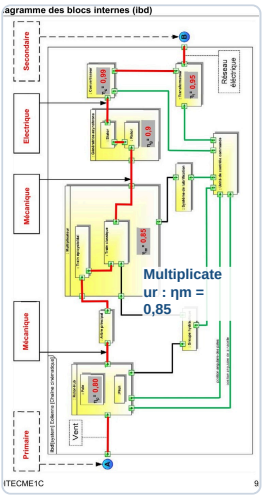


> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Rendement de l'étape des pales : $\eta_p = 0,80$.

Question 4.2. Compléter les éléments demandés dans le diagramme des blocs internes DR5.

Après le rotor, le multiplicateur adapte la vitesse de rotation avant la génératrice. Le DR5 donne le rendement de cette étape mécanique. Il est à associer au bloc du multiplicateur dans la chaîne de conversion.

Rendement du multiplicateur dans le DR5

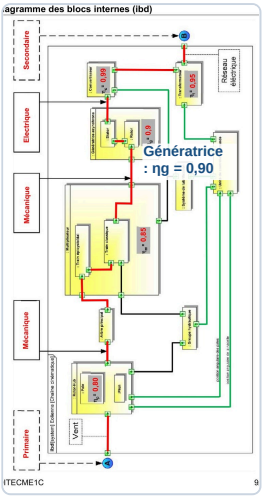


> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Rendement du multiplicateur : $\eta_m = 0,85$.

Question 4.3. Compléter les éléments demandés dans le diagramme des blocs internes DR5.

La génératrice transforme l'énergie mécanique de rotation en énergie électrique. Son rendement est indiqué dans le DR5 à proximité du bloc correspondant. Cette valeur est à reporter pour compléter la chaîne de conversion.

Rendement de la génératrice dans le DR5



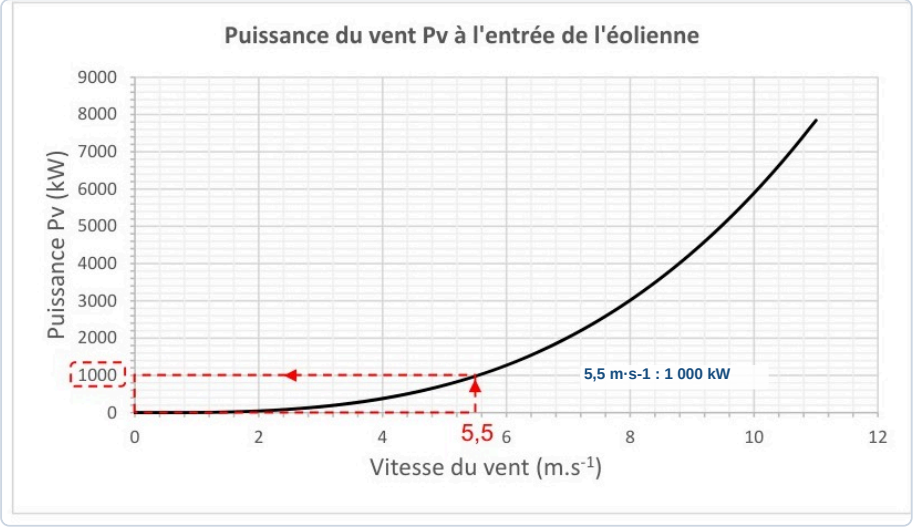
✓ RÉPONSE À RETENIR

Rendement de la génératrice : $\eta_g = 0{,}90$.

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

À la vitesse du vent de 5,5 $m \cdot s^{-1}$, le point indiqué sur la courbe DR6 correspond à une puissance du vent d'environ 1 000 kW à l'entrée de l'éolienne.

Lecture de la puissance du vent sur DR6



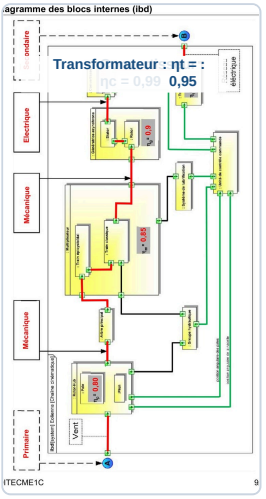
✓ RÉPONSE À RETENIR

Pour une vitesse de vent de 5,5 $m \cdot s^{-1}$, la puissance du vent est 1 000 kW.

Question 4.5. Compléter les éléments demandés dans le diagramme des blocs internes DR5.

Le convertisseur et le transformateur complètent la partie électrique de la chaîne du DR5. Leurs rendements respectifs sont indiqués dans le diagramme et doivent être associés à chacun de ces deux blocs.

Rendements du convertisseur et du transformateur DR5



✓ RÉPONSE À RETENIR

Convertisseur : $\eta_c = 0{,}99$. Transformateur : $\eta_t = 0{,}95$.

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

Le rendement global est le produit des rendements des composants : 0,80 × 0,85 × 0,90 × 0,99 × 0,95 = 0,575586, soit environ 0,576. Pour 1 MW fourni par le vent pendant 365 × 24 heures, l'énergie produite vaut 0,576 × 1 × 365 × 24 = 5 045,76 MWh, soit environ 5 046 MWh.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Rendement global : 0,576. Production annuelle par éolienne pour 1 MW de puissance du vent : environ 5 046 MWh.

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

La production annuelle de cinq éoliennes vaut cinq fois celle d'une éolienne : 5 × 5 046 = 25 230 MWh. Cette estimation confirme la valeur attendue par le bureau d'études.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Les cinq éoliennes produisent 25 230 MWh par an, ce qui confirme l'estimation du bureau d'études.

Partie 5 : résistance et impact environnemental du mât

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

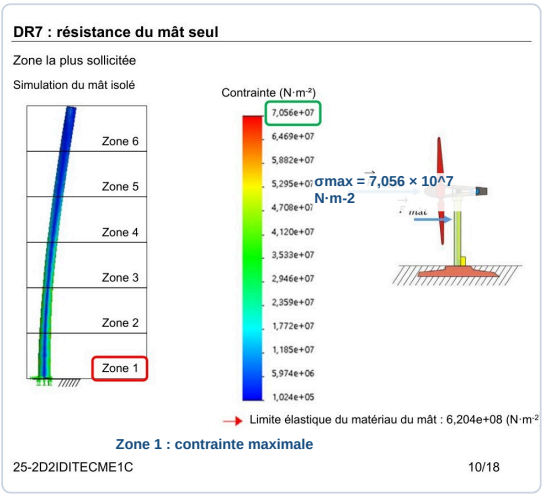
L'action latérale transmise au mât par le rotor entraîne sa déformation. La sollicitation mécanique principale du mât est donc une flexion.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le mât de l'éolienne est soumis à une sollicitation mécanique de flexion.

Question 5.2. Exploiter la simulation DR7 pour repérer la zone la plus sollicitée du mât et relever la contrainte maximale.

Sur la simulation du DR7, la zone la plus sollicitée se trouve à la base du mât, en zone 1. La valeur maximale lue sur l'échelle de contrainte est $7{,}056 \times 10^{7}$ N·m^{-2}.

Zone la plus sollicitée et contrainte maximale DR7



> **✓ 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 du matériau et la contrainte maximale relevée : $s = 6{,}204 \times 10^{8} \div 7{,}056 \times 10^{7} \approx 8{,}8$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le coefficient de sécurité calculé pour le mât est d'environ 8,8.

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

Le coefficient de sécurité calculé, 8,8, est supérieur à la valeur de référence 3. Le mât satisfait donc le critère de dimensionnement indiqué et présente une marge de sécurité suffisante.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> 8,8 est supérieur à 3 : selon le critère retenu, le mât est correctement dimensionné.

Question 5.5. Proposer une ou plusieurs modifications permettant d'optimiser la conception du mât et indiquer la vérification à effectuer après cette modification.

Pour réduire la quantité de matière, on peut diminuer l'épaisseur ou le diamètre du mât. Après modification, une nouvelle étude mécanique doit vérifier la contrainte maximale et confirmer que le coefficient de sécurité reste acceptable.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Réduire l'épaisseur ou le diamètre du mât, puis vérifier à nouveau la contrainte maximale et le coefficient de sécurité.

Question 5.6. Calculer le gain de matière de la conception proposée, puis identifier les piliers du développement durable concernés.

Le gain relatif de matière se calcule par rapport à la valeur initiale : (34,7 − 27,78) ÷ 34,7 × 100 ≈ 19,94 %, soit 20 %. La réduction de matière première concerne le pilier environnemental et les économies réalisées le pilier économique.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Gain de matière : environ 20 %. Les piliers environnemental et économique sont concernés.

Partie 6 : surveillance à distance

Question 6.1. Exploiter le document DR8 relatif au réseau local du site éolien.

Le DR8 montre un réseau local 210.119.73.0 avec le masque 255.255.255.0, soit un sous-réseau /24. Les cinq éoliennes, le serveur et l'interface LAN du routeur sont reliés au commutateur. Le routeur assure la liaison entre le LAN et Internet par son interface WAN.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Réseau local : 210.119.73.0/24. Les éoliennes et le serveur communiquent via le commutateur et le routeur.

Question 6.2. Déterminer le nombre d'adresses hôtes disponibles dans le sous-réseau en tenant compte des adresses réservées et des équipements du site.

Le masque /24 fournit 256 adresses au total. Deux sont réservées à l'adresse réseau et à l'adresse de diffusion. On retire aussi les cinq adresses des éoliennes, celle du serveur et celle du routeur LAN : 256 − 2 − 5 − 1 − 1 = 247.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Après réservation des adresses réseau et diffusion et affectation des équipements, il reste 247 adresses hôtes.

Question 6.3. Convertir l'octet binaire indiqué en valeur décimale et en déduire la vitesse réelle de rotation selon le codage utilisé.

En binaire, 01101001 vaut 64 + 32 + 8 + 1 = 105. Le codage utilise une valeur dix fois supérieure à la vitesse réelle : 105 ÷ 10 = 10,5 $tr \cdot min^{-1}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$(01101001)_2$ vaut 105 en décimal, soit une vitesse réelle de 10,5 $tr \cdot min^{-1}$.

Question 6.4. Vérifier que le nombre d'adresses disponibles permet d'étendre le parc éolien et que le type de donnée choisi peut représenter la vitesse maximale de rotation.

Les 247 adresses disponibles permettent d'envisager l'extension du parc. Pour représenter 13,2 $tr \cdot min^{-1}$, le codage par dix donne 132. Cette valeur est inférieure au maximum 255 d'un octet non signé : le type de donnée convient.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Les 247 adresses permettent l'extension. La vitesse maximale est codée 132, valeur inférieure à la limite 255 d'un octet.

2. Étude du rotor, du dispositif hydraulique de calage et de la liaison moyeu-pale

Cette partie étudie le fonctionnement et le dimensionnement de composants d'une éolienne à partir de courbes, de plans et de schémas. Les questions portent sur la vitesse du rotor, la plage de réglage et l'effort du vérin hydraulique, puis sur la résistance axiale de la liaison entre le moyeu et la pale.

Partie A : vitesse de rotation du rotor

Question A.1. Citer les risques d'une vitesse de rotation trop élevée pour la structure de l'éolienne et pour son environnement sonore.

Une rotation trop rapide augmente la force centrifuge exercée sur les pales et le rotor. Les efforts mécaniques peuvent entraîner des vibrations, des fissures ou une rupture de la structure. Le mouvement rapide des pales accroît aussi le bruit aérodynamique et mécanique, ce qui peut gêner les riverains.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Risques : efforts centrifuges excessifs, vibrations, fissures ou rupture de la structure, et nuisances sonores pour l'environnement.

Question A.2. À partir des données du constructeur et de la courbe de puissance générée, vérifier la cohérence de la vitesse nominale du vent, puis calculer la vitesse angulaire maximale du rotor.

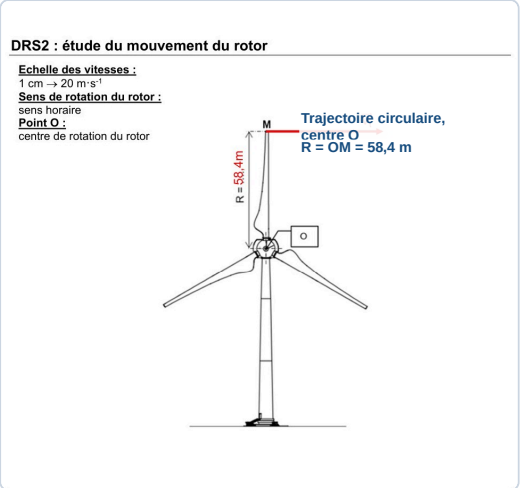
Le constructeur donne une vitesse nominale de vent de 11 m·s^{-1}. La courbe DRS1 indique qu'à cette vitesse la puissance atteint son maximum de 2 400 kW : les données sont cohérentes. Pour la vitesse maximale de 13,2 tr·min^{-1}, la vitesse angulaire vaut $\omega_{max} = \pi N/30 = \pi \times 13,2/30 \approx 1,38$ rad·s^{-1}.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> À 11 m·s^{-1}, la puissance est maximale, soit 2 400 kW ; la vitesse angulaire maximale vaut environ 1,38 rad·s^{-1}.

Question A.3. Décrire la trajectoire du point M d'une pale par rapport à la nacelle et déterminer le rayon de cette trajectoire à partir du diamètre du rotor.

Par rapport à la nacelle, le point M de la pale décrit un cercle de centre O, centre de rotation du rotor. Le rayon est la moitié du diamètre du rotor : $R = 116,8/2 = 58,4$ m. Cette valeur correspond également à la cote indiquée sur le document DRS2.

Trajectoire du point M



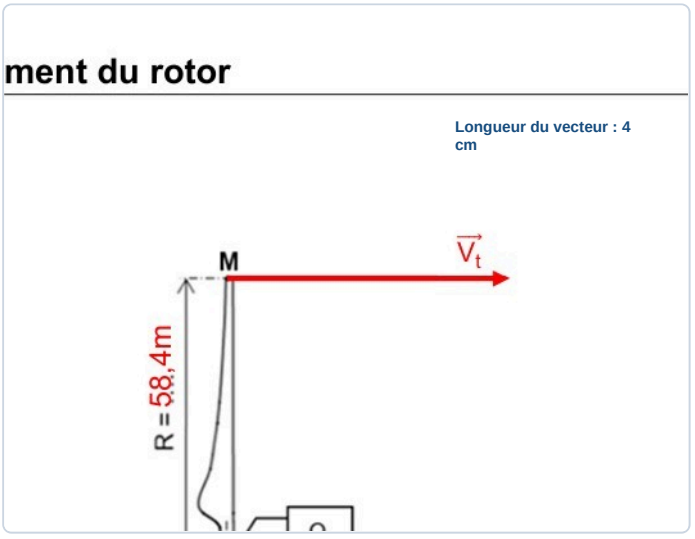
✓ RÉPONSE À RETENIR

Trajectoire circulaire de centre O et de rayon $OM = 58,4$ m.

Question A.4. Calculer la vitesse tangentielle du point M, représenter son vecteur à l'échelle indiquée et convertir cette vitesse en kilomètres par heure.

La vitesse tangentielle vaut $V_t = R\omega$. Avec $R = 58,4$ m et $\omega = 1,38$ rad·s^{-1}, on obtient $V_t \approx 80,6$ m·s^{-1}. À l'échelle de 1 cm pour 20 m·s^{-1}, le vecteur mesure environ 4 cm. En M, il est tangent à la trajectoire, perpendiculaire à OM et orienté vers la droite. La conversion en km·h^{-1} donne environ 290.

Échelle du vecteur vitesse



✓ RÉPONSE À RETENIR

Vitesse tangentielle : environ 80,6 m·s^{-1}, soit 290 km·h^{-1} ; vecteur de 4 cm vers la droite.

Question A.5. Calculer le rapport de vitesse à partir de la vitesse tangentielle de la pale et de la vitesse du vent.

Le rapport de vitesse compare la vitesse tangentielle de la pale à la vitesse du vent. La vitesse tangentielle calculée est de 80,6 m·s^{-1} et la vitesse de vent utilisée est de 20 m·s^{-1}. Ainsi, $\lambda = V_t / V_{vent} = 80,6 / 20 \approx 4$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le rapport de vitesse vaut $\lambda \approx 4$.

Question A.6. Comparer la vitesse tangentielle et le rapport de vitesse calculés aux limites indiquées, puis conclure sur la conformité de la vitesse de rotation aux données du bureau d'études.

La vitesse tangentielle est d'environ 290 km·h^{-1}, donc inférieure à la limite de 300 km·h^{-1}. Le rapport de vitesse vaut environ 4, au-dessus du seuil de 3 correspondant à une éolienne rapide. Les deux critères sont respectés : la vitesse de rotation est conforme aux données du bureau d'études.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 290 km·h^{-1} < 300 km·h^{-1} et $\lambda \approx 4 > 3$: la vitesse de rotation est conforme.

Partie B : dispositif hydraulique de calage

Question B.1. Associer les vitesses de démarrage et de coupure du vent aux positions angulaires de calage correspondantes et préciser la plage de réglage visée.

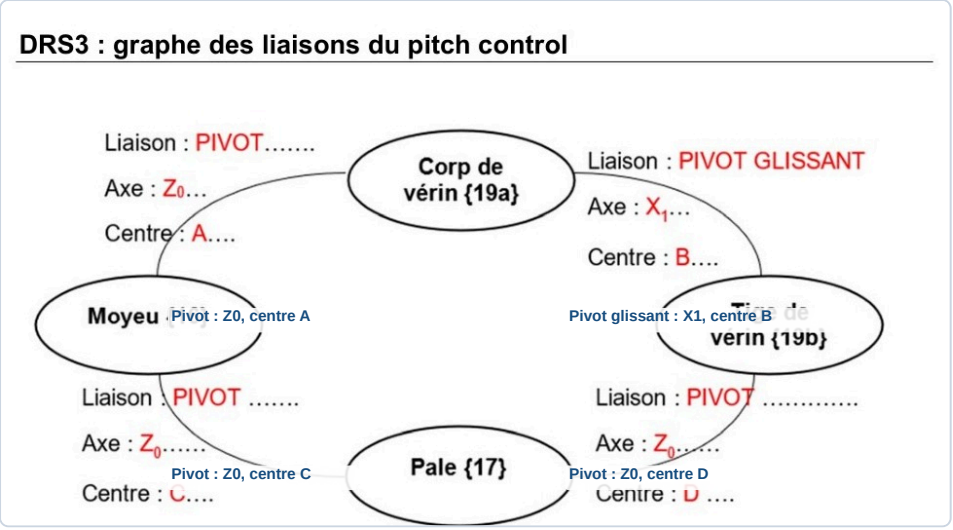
Au démarrage, pour un vent faible de 3 m·s^{-1}, l'angle de calage est $\beta = 0^\circ$. À la vitesse de coupure de 20 m·s^{-1}, l'angle doit atteindre au moins 90°. Le dispositif doit donc assurer une plage de réglage minimale de 90° entre les deux positions.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Démarrage : 3 m·s^{-1}, $\beta = 0^\circ$; coupure : 20 m·s^{-1}, $\beta \geq 90^\circ$; plage visée : au moins 90°.

Question B.2. Compléter le graphe des liaisons du pitch control à partir du document DR3.

Le graphe DR3 comporte quatre liaisons : le moyeu 16 et le corps de vérin 19a sont liés par un pivot d'axe Z_0, centre A. Le corps 19a et la tige 19b sont liés par un pivot glissant d'axe X_1, centre B. La tige 19b est en pivot d'axe Z_0, centre D, avec la pale 17. Enfin, la pale 17 est en pivot d'axe Z_0, centre C, avec le moyeu 16.

Liaisons du pitch control



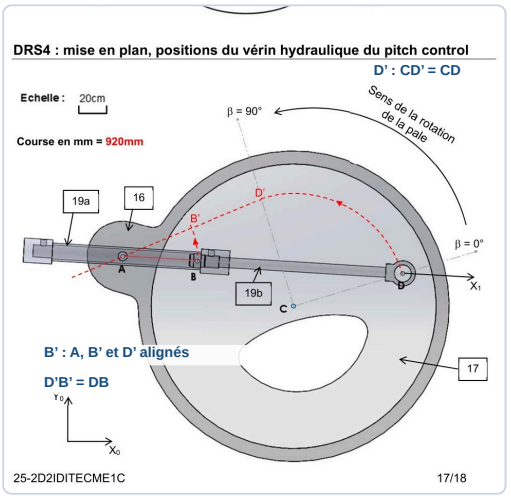
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Moyeu-corps : pivot (Z_0, A) ; corps-tige : pivot glissant (X_1, B) ; tige-pale : pivot (Z_0, D) ; pale-moyeu : pivot (Z_0, C).

Question B.3. Sur le document DR4, construire la position du point B correspondant à la position extrême du vérin en respectant les trajectoires, les longueurs constantes et l'alignement indiqués.

Sur DR4, D' se situe sur la trajectoire circulaire de D, avec la longueur constante $CD' = CD$. La longueur du vérin reste constante entre D et B : reporter donc DB à partir de D' pour placer B'. Les points A, B' et D' restent alignés. Ces conditions donnent la position extrême représentée sur le document.

Construction des points B' et D'



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Placer D' avec $CD' = CD$, puis B' avec $D'B' = DB$, aligné avec A et D'.

Question B.4. Mesurer sur le document DR4 la variation de distance BD-B'D', puis convertir cette mesure à l'aide de l'échelle du plan.

Sur le document, $BD = 7,2$ cm et $B'D' = 2,6$ cm. La variation mesurée sur le plan vaut donc $7,2 - 2,6 = 4,6$ cm. L'échelle indique 20 cm réels pour 1 cm sur le plan : la variation réelle est $4,6 \times 20 = 92$ cm.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Variation : 4,6 cm sur le plan, soit 92 cm en réel.

Question B.5. Comparer la course nécessaire à la course indiquée dans la référence du vérin et conclure si le vérin permet une plage de réglage d'au moins 90°.

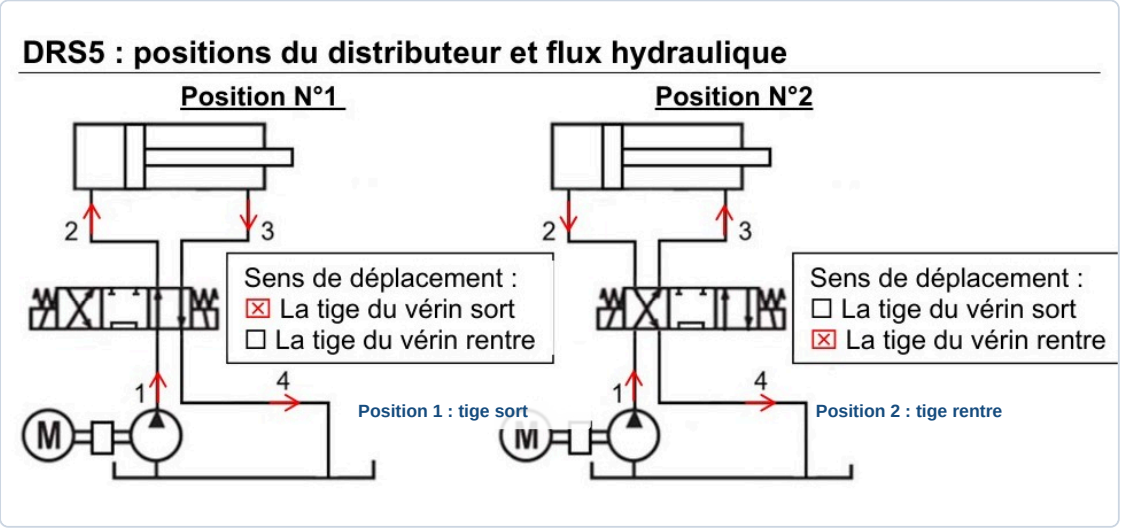
La course nécessaire pour obtenir une plage de calage de 90° est de 920 mm. La course du vérin, donnée par sa référence, est de 950 mm. Elle dépasse donc la course requise de 30 mm. Le vérin permet ainsi de garantir une plage de réglage d'au moins 90°.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Course du vérin : 950 mm, supérieure aux 920 mm requis ; la plage minimale de réglage de 90° est assurée.

Question B.6. À l'aide des schémas DR5, déterminer le sens de déplacement de la tige du vérin dans chacune des deux positions du distributeur.

Les schémas DR5 montrent les flux hydrauliques dans les deux positions du distributeur. En position 1, l'huile alimente le vérin de manière à faire sortir la tige. En position 2, les voies sont inversées et la tige rentre.

Sens de déplacement de la tige



✓ RÉPONSE À RETENIR

Position 1 : la tige sort. Position 2 : la tige rentre.

Question B.7. Relever les diamètres du piston et de la tige dans la référence du vérin, puis calculer les surfaces utiles de part et d'autre du piston.

La référence du vérin donne un piston de diamètre 100 mm et une tige de diamètre 70 mm. Les rayons sont donc respectivement 50 mm et 35 mm. Côté fond, $S_1 = \pi \times 50^2 \approx 7\,854$ mm². Côté tige, la surface annulaire vaut $S_2 = \pi(50^2 - 35^2) \approx 4\,006$ mm², soit environ 4 005 mm² avec l'arrondi retenu dans le corrigé du sujet.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Diamètres : piston 100 mm et tige 70 mm ; surfaces utiles : $S_1 \approx 7\,854$ mm² et $S_2 \approx 4\,006$ mm².

Question B.8. Calculer l'effort du vérin à partir de la pression hydraulique et de la surface utile, puis comparer l'effort obtenu à l'effort demandé pour régler la pale.

La pression de 250 bar équivaut à 25 MPa. Pour la rentrée, la surface utile côté tige est prise à 4 005 mm². Avec $F = pS$, on obtient $F_2 = 25 \times 4\,005 = 100\,125$ N, soit environ 100 kN. Cet effort dépasse les 80 kN nécessaires au réglage de la pale.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Effort côté tige : environ 100 125 N, supérieur aux 80 kN requis pour régler la pale.

Question B.9. Conclure sur le dimensionnement du vérin en vérifiant que sa course et son effort répondent aux exigences du dispositif.

La course disponible est de 950 mm, supérieure aux 920 mm nécessaires pour un calage de 90°. L'effort calculé côté tige est d'environ 100 kN, supérieur aux 80 kN requis. Le vérin satisfait ainsi les deux exigences de course et d'effort ; il convient au dispositif de calage.

✓ RÉPONSE À RETENIR

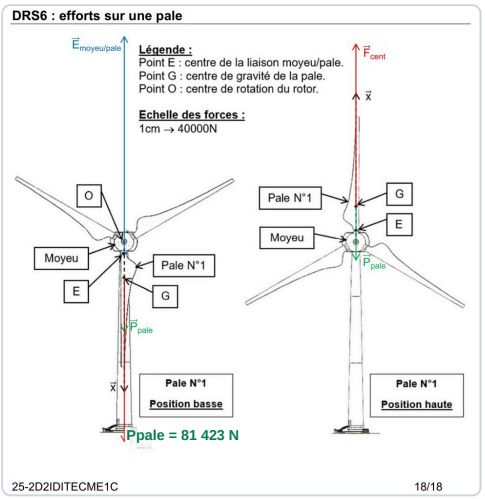
Vérin adapté : course de 950 mm pour 920 mm requis et effort d'environ 100 kN pour 80 kN requis.

Partie C : résistance de la liaison moyeu-pale

Question C.1. Convertir la masse de la pale en kilogrammes, calculer son poids et compléter le document DR6 avec les efforts demandés.

La masse de la pale est de 8,3 t, soit $8,3 \times 1\,000 = 8\,300$ kg. Son poids vaut $P = mg = 8\,300 \times 9,81 = 81\,423$ N. Sur DR6, le poids s'applique au centre de gravité G et est dirigé vers le bas le long de l'axe de la pale en position basse.

Poids de la pale en position basse



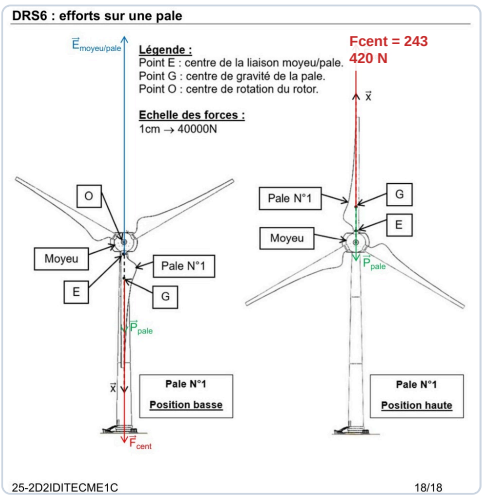
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Masse : 8 300 kg ; poids : 81 423 N, appliqué en G et dirigé vers le bas sur le schéma de position basse.

Question C.2. Calculer la force centrifuge exercée sur la pale à partir de sa masse, de sa distance au centre de rotation et de la vitesse angulaire, puis compléter DR6.

La force centrifuge vaut $F_{cent} = mr\omega^2$. Avec $m = 8\,300$ kg, $r = 15,4$ m et $\omega = 1,38$ rad·s^{-1}, on obtient $F_{cent} \approx 243\,420$ N. Sur DR6, elle est portée par l'axe du rotor et dirigée vers l'extérieur, à l'opposé du centre de rotation O.

Force centrifuge sur la pale



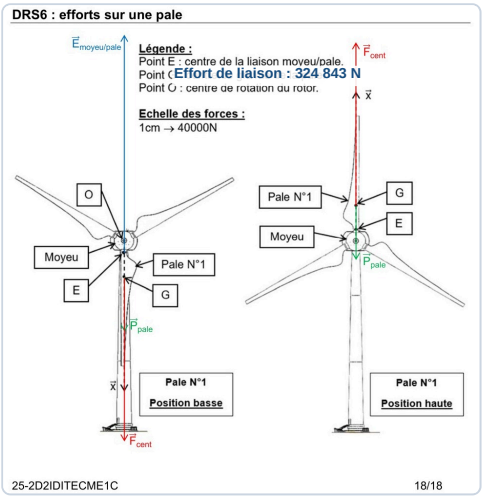
✓ RÉPONSE À RETENIR

Force centrifuge : environ 243 420 N, dirigée vers l'extérieur du rotor le long de son axe.

Question C.3. Déterminer la position de la pale pour laquelle l'effort axial dans la liaison est maximal, puis établir cet effort résultant à partir du poids et de la force centrifuge.

En position 1, la pale est en position basse : son poids et la force centrifuge s'ajoutent sur l'axe considéré. L'effort de la liaison moyeu-pale est opposé à cette résultante. Sa valeur est $E = 81\,423 + 243\,420 = 324\,843$ N, soit environ 324,8 kN. C'est la position qui sollicite le plus la liaison axialement.

Effort axial maximal sur la liaison



✓ RÉPONSE À RETENIR

En position basse, l'effort axial maximal vaut 324 843 N, soit environ 324,8 kN ; l'effort de liaison est opposé à la résultante.

Question C.4. Comparer l'effort axial calculé à la résistance de la liaison, puis déterminer le coefficient de sécurité retenu par le bureau d'études.

La résistance de la liaison est de 1 000 kN, supérieure à l'effort axial calculé de 324,843 kN : la liaison résiste. Le coefficient de sécurité vaut $s = 1\,000 / 324,843 \approx 3,08$. Le bureau d'études retient donc un coefficient de sécurité d'environ 3.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La liaison résiste à l'effort axial ; coefficient de sécurité retenu : $s \approx 3$.

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

Bilan de l'épreuve : Épreuve de spécialité Innovation technologique et éco-conception du baccalauréat technologique STI2D, session 2025, code 25-2D2IDITECME1C. D'une durée de 4 heures, elle est répartie entre une partie commune sur 12 points et une partie spécifique sur 8 points. Le sujet étudie une ferme éolienne et évalue des compétences en énergie, économie, éco-conception, mécanique, hydraulique et réseaux.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Énergie annuelle : E = Pnominale × durée annuelle × facteur de charge.
- Le rendement global d'une chaîne de conversion est le produit des rendements successifs de ses composants.
- Effort d'un vérin : F = p × S ; avec p en MPa et S en mm², F est obtenu en newtons.
- Coefficient de sécurité : rapport entre la résistance admissible et la contrainte ou l'effort maximal subi.

Points de vigilance & attentes du jury

- Vérifier l'échelle des plans et convertir les mesures avant de contrôler les distances réglementaires.
- Indiquer les unités et vérifier les conversions, notamment bar en MPa, MW en MW·h et $m \cdot s^{-1}$ en $km \cdot h^{-1}$.
- Repérer l'intersection des dépenses et des recettes cumulées pour déterminer le seuil de rentabilité.
- Respecter les sens, les points d'application et les échelles sur les constructions géométriques et les schémas d'efforts.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

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

Multipliez la puissance nominale totale par le nombre d'heures de l'année et par le facteur de charge. Exprimez la puissance en MW pour obtenir une énergie en MW·h, puis vérifiez si le facteur de charge est applicable à la région étudiée.

Q : Comment calculer l'effort fourni par le vérin hydraulique ?

Utilisez F = p × S. Avec p en MPa et S en mm², le résultat est en newtons. Pour le côté tige, la surface utile correspond à la surface du piston diminuée de la section de la tige.

Q : Comment déterminer le seuil de rentabilité du projet ?

Repérez l'intersection des courbes de dépenses et de recettes cumulées, ou égalisez leurs expressions. Le projet devient rentable lorsque les recettes dépassent les dépenses ; une lecture graphique approchée est admise si elle reste cohérente.

Q : Comment justifier qu'un composant résiste aux efforts ?

Identifiez les efforts et leur résultante, puis comparez l'effort maximal à la résistance indiquée. Pour une structure, comparez la contrainte maximale à la limite élastique ; indiquez les unités et le coefficient de sécurité utilisé.

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 - 22-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.