

Activité 6 – Éolienne : deux points d'une pale ont-ils la même vitesse ?

Révision de C1, C2b et C3 – 35 à 40 minutes

Nom : Classe : Date :

Durée : 35 à 40 min. En binôme ; calculatrice.

C1 — Choisir un référentiel et décrire une trajectoire ; **C2b** — Calculer une vitesse moyenne

; **C3** — Étudier un mouvement de rotation.

Ouvrir l'animation



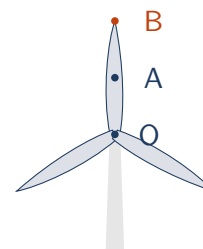
Deux affirmations à discuter

« Tous les points de la pale tournent ensemble : ils ont donc la même vitesse. »

« Pourtant, le bout de la pale parcourt une plus grande distance ! »

On étudie la **Vestas V90 de 3 MW**, dont le rotor mesure **90 m de diamètre**. L'animation reprend son régime nominal, à retrouver par chronométrage. On modélise la rotation comme uniforme, autour d'un axe fixe. A est choisi à mi-distance entre O et l'extrémité B.

Source : dossier technique du projet Kibby, tableau 2-4, p. 2-33. Les dimensions sont documentées ; l'animation n'est pas un enregistrement réel.



OA = 22,5 m

OB = 45 m

A et B sur la même pale ; B à son extrémité.

1. Mon hypothèse ■ 3 min

Avant de lancer l'animation, prévois : A et B mettent-ils la même durée pour faire un tour ? Ont-ils la même vitesse ? Justifie ton idée.

Exemple d'hypothèse : A et B restent sur la même pale rigide ; ils devraient donc faire un tour ensemble. B paraît aller plus vite car il parcourt un cercle plus grand. Accepter aussi une autre prévision argumentée : elle sera confrontée aux mesures.

2. Décrire les trajectoires ■ C1 ■ 4 min

Lance **Lecture**. Choisis un objet fixe servant de référence pour observer le mouvement. Nomme le référentiel correspondant. Décris les trajectoires de A et B (forme, centre et rayon). Tu peux ensuite afficher les trajectoires pour vérifier.

On choisit le sol ou le mât fixe : c'est le référentiel terrestre. O est immobile. A décrit un cercle de centre O et de rayon 22,5 m ; B un cercle de centre O et de rayon 45 m. Leurs trajectoires sont circulaires, mais distinctes.

3. Chronométrer trois tours ■ C3 ■ 8 min

a. Propose un protocole. Quel point vas-tu suivre ? Où commenceras-tu et arrêteras-tu le chronométrage ? Comment répartir les rôles dans le binôme ?

Un élève suit A et annonce ses passages sous le repère ; l'autre déclenche le chrono. Au passage initial, démarrer et compter zéro. Compter 1, 2, puis 3 aux retours de la même pale et arrêter à 3. Refaire en suivant B et en échangeant les rôles. Ne pas compter les trois pales successives.

Avant de mesurer : fais valider le protocole. Suis la pale portant A et B, pas les trois pales. Départ sous le repère : compte **zéro** ; à chaque retour de cette pale, 1, 2, puis 3 : arrête le chrono.

Repère professeur. Valeurs du modèle indiquées dans le tableau ; accepter des temps manuels proches. Pour les calculs de référence, conserver $\Delta t = 180/16,1$ s sans arrondir.

b. Réalise deux essais en échangeant les rôles (« Remettre à zéro » entre les essais ; « Pause » fige tout, « Lecture » reprend).

Essai	Point suivi	Tours complets	Durée mesurée (s)
1	A	3	$\simeq 11,18$
2	B	3	$\simeq 11,18$

Les durées sont-elles proches ? Si elles diffèrent un peu, propose une explication.

Les durées doivent être proches : A et B reviennent ensemble devant le repère. Quelques dixièmes de seconde d'écart peuvent venir du déclenchement manuel. La référence du modèle vaut $\Delta t = 180/16,1 \simeq 11,18 \text{ s}$; ce n'est pas une mesure sur une éolienne réelle.

Activité 6 – Éolienne : deux points d'une pale ont-ils la même vitesse ?

Calculer et conclure

Durée retenue (mesure fiable ou moyenne des deux essais) : $\Delta t = \simeq 11,18$ s.

4. Durée d'un tour et nombre de tours par seconde ■ C3 ■ 5 min

a. La période T est la durée d'un tour complet. À partir de ta mesure de trois tours, calcule T . Explique l'opération choisie.

On partage la durée totale par les trois tours : $T = \Delta t/3$. Avec la référence non arrondie, $T = (180/16,1)/3 = 60/16,1 \simeq 3,73$ s. Un tour dure donc environ 3,73 s.

b. La fréquence n est le nombre de tours effectués en une seconde. Calcule n , puis le nombre de tours en une minute.

On divise le nombre de tours par leur durée : $n = 3/\Delta t = 16,1/60 \simeq 0,268$ tr/s. En une minute : $60n = 16,1$ tours, soit **16,1 tr/min**. Utiliser la durée retenue par le binôme et conserver les valeurs non arrondies.

Aides, dans l'ordre et si besoin : 1. Comment partager la durée totale pour passer de trois tours à un tour ? 2. Trois tours en Δt secondes : combien en une seconde ? 3. $T = \Delta t/3$ et $n = 3/\Delta t$; une minute contient 60 s.

A et B ont-ils la même période et la même fréquence ? Justifie par l'observation.

Oui : A et B passent ensemble au repère à chaque tour. Ils ont donc la même période T et la même fréquence n , malgré des rayons différents.

5 et 6. Distance d'un tour et vitesse ■ C2b et C3 ■ 8 min

Longueur d'un tour : $L = 2\pi R$. Vitesse moyenne : $v = \text{distance} / \text{durée}$, avec la distance et la durée d'un tour. Arrondis L à 0,1 m et v au dixième (calculs sans arrondi).

Point	R (m)	Calcul de L	L (m)	T (s)	Calcul de v	v (m/s)
A	22,5	$2\pi \times 22,5 = 45\pi$	141,4	$\simeq 3,73$	$45\pi/(60/16,1)$	37,9
B	45	$2\pi \times 45 = 90\pi$	282,7	$\simeq 3,73$	$90\pi/(60/16,1)$	75,9

7. Répondre au problème ■ 7 min

a. Combien de fois la vitesse de B vaut-elle celle de A ?

$L_B/L_A = 90\pi/(45\pi) = 2$ et $v_B/v_A = 2$ avant arrondi : B va deux fois plus vite que A.

b. Les deux affirmations du début sont-elles vraies ou fausses ? Une phrase pour chacune.

Première affirmation (« tous les points tournent ensemble : ils ont la même vitesse ») : fausse, elle confond fréquence de rotation et vitesse en m/s. Seconde (« le bout de la pale parcourt une plus grande distance ») : vraie.

c. Qu'est-ce qui est identique pour A et B, et qu'est-ce qui diffère ? Ton hypothèse de la question 1 était-elle juste ?

Identiques : la durée d'un tour et la fréquence de rotation. Différents : la distance parcourue par tour et la vitesse. Confirmer ou corriger l'hypothèse avec ces résultats.

À retenir

Deux points d'une même pale rigide ont la même période et la même fréquence de rotation. Plus un point est éloigné de l'axe, plus sa distance par tour et sa vitesse linéaire sont grandes : ici, $v_B = 2v_A$.

Repère professeur. Après la mise en commun, on peut relier les écritures : $v = L/T = 2\pi R/T$; puisque $n = 1/T$, on obtient $v = 2\pi Rn$. Ne pas donner cette dernière formule avant la recherche.

Conduite de séance

Temps	Intervention du professeur
0–3 min	Lire les deux affirmations, recueillir une hypothèse individuelle.
3–7 min	Nommer le référentiel ; observer, puis activer les trajectoires.
7–15 min	Faire proposer le protocole ; vérifier le comptage zéro, 1, 2, 3. Deux essais par binôme, puis choisir la durée.
15–20 min	Introduire le sens de période et fréquence. Donner les aides dans l'ordre, si besoin.
20–28 min	Calculer les circonférences, puis les vitesses. Vérifier que chaque distance correspond à la durée employée.
28–35 min	Comparer les arguments, revenir sur l'hypothèse et lire ensemble l'encadré « À retenir ».
35–40 min	Marge de temps : reprise des mesures si nécessaire.

Points de vigilance et aides orales

- **Trois pales ne font pas trois tours.** Suivre A ou B ; compter zéro au départ évite de mesurer seulement deux tours.
- **Rayon, pas diamètre.** OA et OB sont des rayons. La distance parcourue en un tour est une circonférence, pas le rayon ni le déplacement (nul après un tour).
- **Mesure manuelle.** Un écart de quelques dixièmes de seconde est attendu ; par exemple 10,7 à 11,7 s peut être recevable, sans en faire une tolérance métrologique certifiée. Au-delà, discuter puis refaire. Trois tours réduisent le poids relatif du temps de réaction par rapport à un seul tour.
- **Uniformité.** La valeur de la vitesse de chaque point reste constante ; la direction du mouvement change. La vitesse demandée est la distance parcourue divisée par la durée, et non un déplacement vectoriel divisé par la durée.

Utilisation et portée du modèle

Ouvrir l'animation en ligne dans un navigateur avec une connexion Internet (ou ouvrir le fichier HTML téléchargé pour un usage hors ligne). Au vidéoprojecteur, un élève compte, un autre chronomètre, la classe vérifie. Le chrono peut être armé à l'arrêt ; il ne compte que lorsque la rotation joue. Arrêter le chrono laisse tourner l'éolienne. Pause ou changement d'onglet fige tout ; Lecture reprend. Recommencer remet aussi les aides visuelles à zéro.

Le temps et l'angle proviennent d'une même horloge monotone : une baisse de fluidité ne ralentit pas le modèle. Des images manquantes peuvent néanmoins gêner le comptage : refaire l'essai. Il s'agit d'une **mesure sur animation**, non d'une détermination expérimentale sur un dispositif réel. Le modèle impose une pale rigide et une rotation uniforme ; il ne simule ni aérodynamique, ni vent, ni production électrique.