



Université Abdelhafid Boussouf Mila

Présenté par :

- Bentayeb Aymen
- Boudjdaa Malek

• Date: 06 November 2025

**« Centrales éoliennes
exploiter l'énergie du vent
pour un avenir plus propre »**

Introduction aux énergies renouvelables

La transition vers des sources d'énergie durables est essentielle pour réduire la pollution et les émissions de carbone.

Parmi toutes les énergies renouvelables, l'énergie éolienne se distingue par son efficacité et sa capacité d'adaptation. Elle transforme une ressource naturelle et illimitée — le vent — en énergie électrique utilisable.



Introduction aux énergies renouvelables

La transition vers des sources d'énergie durables est essentielle pour réduire la pollution et les émissions de carbone.

Parmi toutes les énergies renouvelables, l'énergie éolienne se distingue par son efficacité et sa capacité d'adaptation. Elle transforme une ressource naturelle et illimitée — le vent — en énergie électrique utilisable.

Définition des centrales éoliennes

Une centrale éolienne, ou parc éolien, est un ensemble d'éoliennes reliées au réseau électrique.

Chaque éolienne convertit l'énergie cinétique du vent en énergie électrique grâce à une conversion mécanique et électromagnétique.

Les centrales éoliennes peuvent être terrestres ou maritimes, selon leur emplacement et le potentiel éolien.



[illegible]

Lorsque le vent fait tourner les pales, le rotor se met en mouvement et transmet ce mouvement à un arbre relié à un générateur situé dans la nacelle.

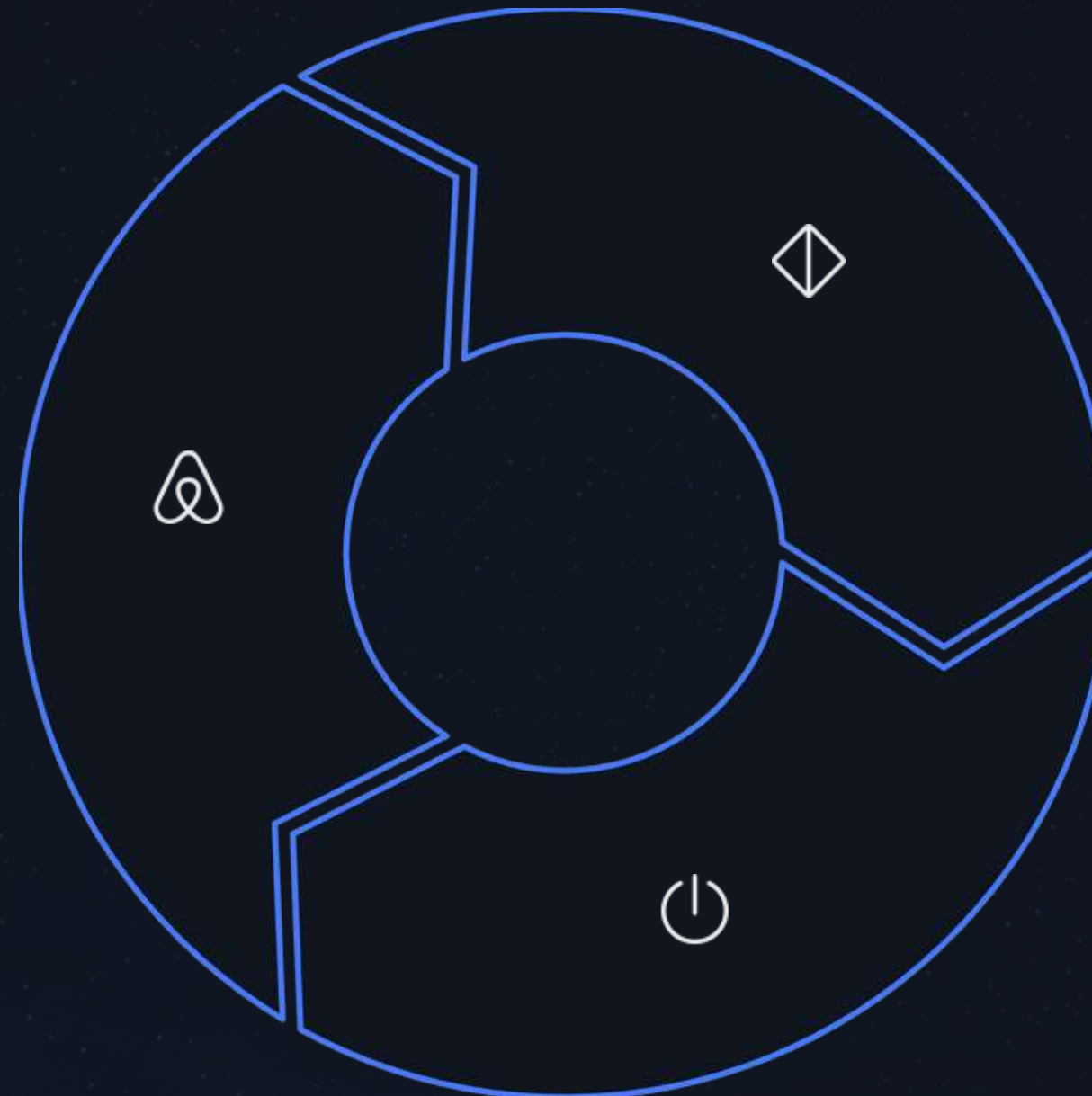
Le générateur convertit l'énergie mécanique en électricité, laquelle est transmise au réseau électrique par l'intermédiaire de transformateurs et de lignes de transmission.

Chaîne du processus de conversion de l'énergie:

Comprendre la transformation de l'énergie est essentiel pour optimiser la conception et l'efficacité des éoliennes.

1. Énergie cinétique du vent

Le mouvement physique de la masse d'air capté par les pales de l'éolienne



2. Rotation mécanique

Le mouvement des pales est transformé en couple de rotation grâce au système moyeu-arbre.

3. Production d'énergie électrique

L'électricité générée est injectée dans le réseau électrique pour être distribuée.

Principaux composants d'une éolienne moderne

Une éolienne est un système électromécanique complexe conçu pour maximiser la capture d'énergie et garantir une fiabilité opérationnelle.

Ensemble du rotor

1

Pales : captent l'énergie du vent et la transforment en rotation.

Moyeu : relie les pales et transmet le couple de manière uniforme.

Rotor : combinaison des pales et du moyeu ; il transforme le flux du vent en énergie mécanique.

Principaux composants d'une éolienne moderne

Une éolienne est un système électromécanique complexe conçu pour maximiser la capture d'énergie et garantir une fiabilité opérationnelle.

Ensemble du rotor

1

Pales : captent l'énergie du vent et la transforment en rotation.

Moyeu : relie les pales et transmet le couple de manière uniforme.

Rotor : combinaison des pales et du moyeu ; il transforme le flux du vent en énergie mécanique.

2

Transmission

Arbre basse vitesse : Transfère le couple du rotor à la boîte de vitesses.

Boîte de vitesses : Augmente la vitesse de rotation pour le générateur.

Arbre haute vitesse : Transmet le mouvement à grande vitesse au générateur.

Principaux composants d'une éolienne moderne

Une éolienne est un système électromécanique complexe conçu pour maximiser la capture d'énergie et garantir une fiabilité opérationnelle.

Ensemble du rotor

Pales : captent l'énergie du vent et la transforment en rotation.

Moyeu : relie les pales et transmet le couple de manière uniforme.

Rotor : combinaison des pales et du moyeu ; il transforme le flux du vent en énergie mécanique.

Production d'électricité

Générateur : Convertit l'énergie mécanique en énergie électrique.

Nacelle : Contient les principaux composants mécaniques et électriques.

1

2

3

Transmission

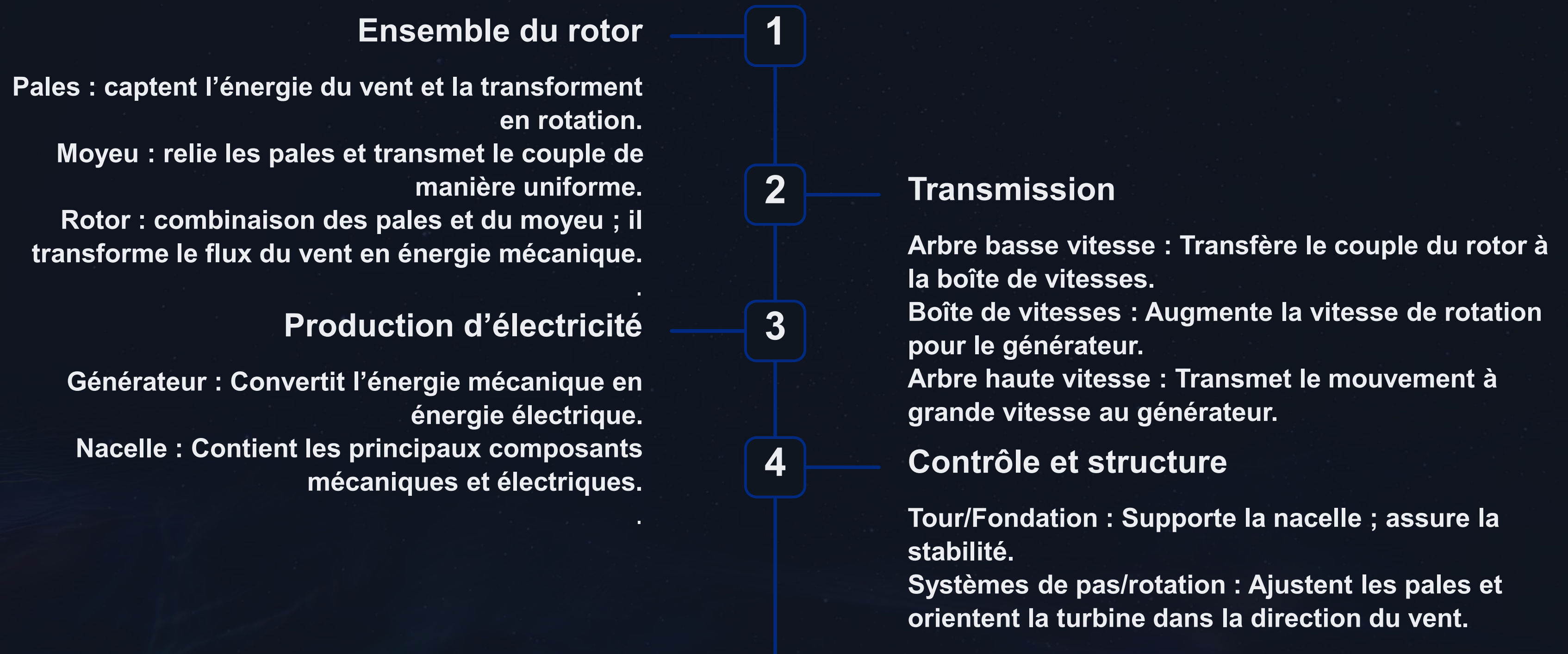
Arbre basse vitesse : Transfère le couple du rotor à la boîte de vitesses.

Boîte de vitesses : Augmente la vitesse de rotation pour le générateur.

Arbre haute vitesse : Transmet le mouvement à grande vitesse au générateur.

Principaux composants d'une éolienne moderne

Une éolienne est un système électromécanique complexe conçu pour maximiser la capture d'énergie et garantir une fiabilité opérationnelle.



Types d'éoliennes :

Éoliennes à axe vertical (VAWT)

- Type le plus courant et le plus efficace.
- Le rotor fait face au vent ; utilise le contrôle de pas et de rotation.
- Monté sur de grandes tours pour des vents plus forts et réguliers.
- Idéal pour les grands parcs éoliens terrestres et offshore.



Types of Wind Turbines:

Vertical-Axis Wind Turbines (VAWT)

- Most common and efficient type.
- Rotor faces the wind; uses yaw and pitch control.
- Mounted on tall towers for stronger, steady winds.
- Ideal for large onshore and offshore farms.



Éoliennes à axe horizontal (HAWT)

- Le rotor tourne verticalement ; fonctionne quelle que soit la direction du vent.
- Plus facile à entretenir ; adapté à un usage urbain ou à petite échelle.
- Plus stable par vents turbulents mais moins efficace.



Stratégies d'implantation : centrales terrestres vs. centrales en mer

Terrestre :

- Construit sur terre ; installation et maintenance plus faciles.
- Coût inférieur mais vent moins constant.
- Connexion au réseau et infrastructure plus simples.



Stratégies d'implantation : centrales terrestres vs. centrales en mer

Terrestre :

- Construit sur terre ; installation et maintenance plus faciles.
- Coût inférieur mais vent moins constant.
- Connexion au réseau et infrastructure plus simples.



En mer :

- Installé en mer ou dans les océans, avec des vents plus forts et réguliers.
- Rendement énergétique et efficacité plus élevés.
- Plus coûteux en raison de fondations complexes et de conditions difficiles.



Stratégies d'implantation : centrales terrestres vs. centrales en mer

Terrestre :

- Construit sur terre ; installation et maintenance plus faciles.
- Coût inférieur mais vent moins constant.
- Connexion au réseau et infrastructure plus simples.



En mer :

- Installé en mer ou dans les océans, avec des vents plus forts et réguliers.
- Rendement énergétique et efficacité plus élevés.
- Plus coûteux en raison de fondations complexes et de conditions difficiles.



Résumé :

Les centrales terrestres sont moins coûteuses et plus faciles à entretenir, tandis que les centrales en mer produisent plus d'énergie mais nécessitent une ingénierie avancée et un investissement plus important.

Avantages et tendances futures

Les avantages de l'énergie éolienne vont au-delà de la production d'énergie, stimulant le progrès économique et technologique.

Renouvelable et propre

Zéro émission pendant le fonctionnement ; source d'énergie inépuisable.

Impact économique

Crée des emplois dans le secteur vert et soutient les économies locales grâce à de faibles coûts d'exploitation.

Sécurité énergétique

Réduit la dépendance nationale aux marchés mondiaux volatils des combustibles fossiles.

Avantages et tendances futures

Les avantages de l'énergie éolienne vont au-delà de la production d'énergie, stimulant le progrès économique et technologique.

Renouvelable et propre

Zéro émission pendant le fonctionnement ; source d'énergie inépuisable.

Impact économique

Crée des emplois dans le secteur vert et soutient les économies locales grâce à de faibles coûts d'exploitation.

Sécurité énergétique

Réduit la dépendance nationale aux marchés mondiaux volatils des combustibles fossiles.

Tendances futures de la technologie éolienne

Éolien offshore flottant

Permet d'accéder à des sites en eaux profondes au fort potentiel éolien, auparavant inaccessibles.

Contrôle basé sur l'IA

Optimisation des performances des turbines et maintenance prédictive grâce à des algorithmes intelligents.

Stockage avancé

Intégration de systèmes de batteries à grande échelle pour stabiliser la production d'électricité malgré la variabilité du vent.

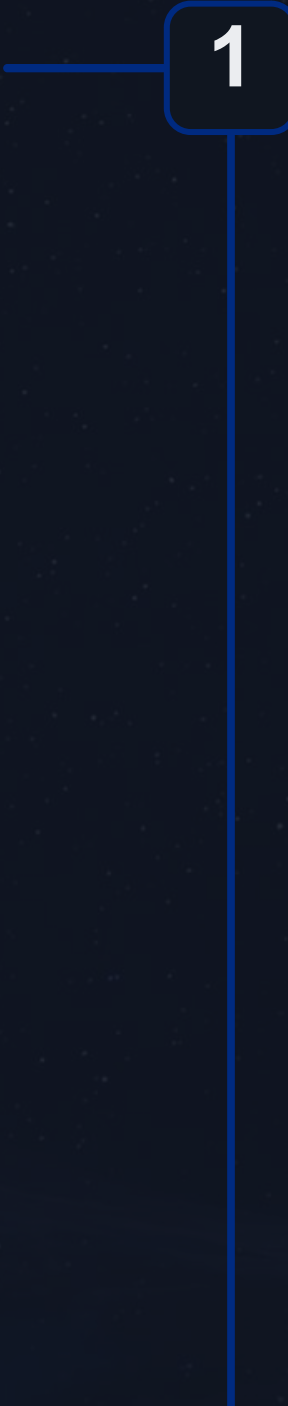
Défis et impact environnemental

- Défis techniques :

- Vitesse du vent variable

- Provoque des fluctuations dans la production d'électricité et la stabilité du réseau.

1



Défis et impact environnemental

- Défis techniques :

Vitesse du vent variable

Provoque des fluctuations dans la production d'électricité et la stabilité du réseau.

1

2

Stockage d'énergie et intégration au réseau

Nécessite des réseaux intelligents et des systèmes de stockage efficaces pour équilibrer l'offre et la demande.

Défis et impact environnemental

- Défis techniques :

Vitesse du vent variable

Provoque des fluctuations dans la production d'électricité et la stabilité du réseau.

1

2

Stockage d'énergie et intégration au réseau

Nécessite des réseaux intelligents et des systèmes de stockage efficaces pour équilibrer l'offre et la demande.

Difficulté de maintenance

3

Les turbines en mer sont confrontées à la corrosion, à l'humidité et aux conditions marines difficiles.

Défis et impact environnemental

- Défis techniques :

Vitesse du vent variable

Provoque des fluctuations dans la production d'électricité et la stabilité du réseau.

1

2

Stockage d'énergie et intégration au réseau

Nécessite des réseaux intelligents et des systèmes de stockage efficaces pour équilibrer l'offre et la demande.

3

Difficulté de maintenance

Les turbines en mer sont confrontées à la corrosion, à l'humidité et aux conditions marines difficiles.

4

Bruit et vibrations

Les conceptions modernes visent à réduire le bruit pour les communautés voisines.

Impact environnemental :

Interférence avec la faune :

Les pales des turbines peuvent affecter les oiseaux et les chauves-souris ; la planification des sites aide à réduire ce risque.

Impact visuel :

Certains considèrent que les parcs éoliens perturbent le paysage.

Utilisation des terres :

Les parcs éoliens terrestres occupent de grandes surfaces mais peuvent coexister avec l'agriculture.

Impact environnemental :

Interférence avec la faune :

Les pales des turbines peuvent affecter les oiseaux et les chauves-souris ; la planification des sites aide à réduire ce risque.

Impact visuel :

Certains considèrent que les parcs éoliens perturbent le paysage.

Utilisation des terres :

Les parcs éoliens terrestres occupent de grandes surfaces mais peuvent coexister avec l'agriculture.

Conclusion :

Les centrales éoliennes transforment la force invisible du vent en électricité propre et renouvelable.

Elles constituent une pierre angulaire de l'énergie durable — la preuve que la technologie et la nature peuvent coexister pour un avenir meilleur.

L'avenir de l'énergie se trouve dans le vent.