

# Les éoliennes

Chirez Maxime, Coquelet Nicolas  
Département de Physique

## Paramètres d'une éolienne

- Une grandeur devient un paramètre significatif de l'éolienne lorsqu'elle influe sur son rendement.

Certains paramètres influencent directement le rendement de l'éolienne comme :

- la longueur
- la nature des pales
- le profil
- la force et la direction du vent

D'autres influencent indirectement le rendement en agissant sur le couple de démarrage. Typiquement, ces paramètres sont :

- le nombre de pales
- la largeur des pales

On définit le rendement comme le rapport entre la puissance du vent et la puissance fournie par l'éolienne. La puissance du vent est fonction de sa vitesse. Tandis que la puissance de l'éolienne dépend de sa vitesse de rotation et du couple de démarrage.

## Pourquoi cette éolienne?



Tripale classique

Lorsque l'on se balade dans nos campagnes, on croise souvent ce type d'éolienne. Mais pourquoi cela?

Regardons les avantages et inconvénients d'une telle éolienne :

### Avantages

- un nombre pair de pales est source d'instabilités plus importantes. En effet, la différence de vitesse en bout de pale aux points le plus haut et le plus bas est trop importante
- augmentation du couple de démarrage avec le nombre de pales.

### Inconvénients

- S'il y a un nombre important de pales, le passage d'une pale peut perturber la suivante à cause des turbulences qu'elle crée
- on constate que plus le nombre de pales augmente, plus faible est le rendement
- le coût de construction augmente avec le nombre de pales

En définitive, il faut un nombre impair de pales et essayer d'en avoir le moins possible ⇒

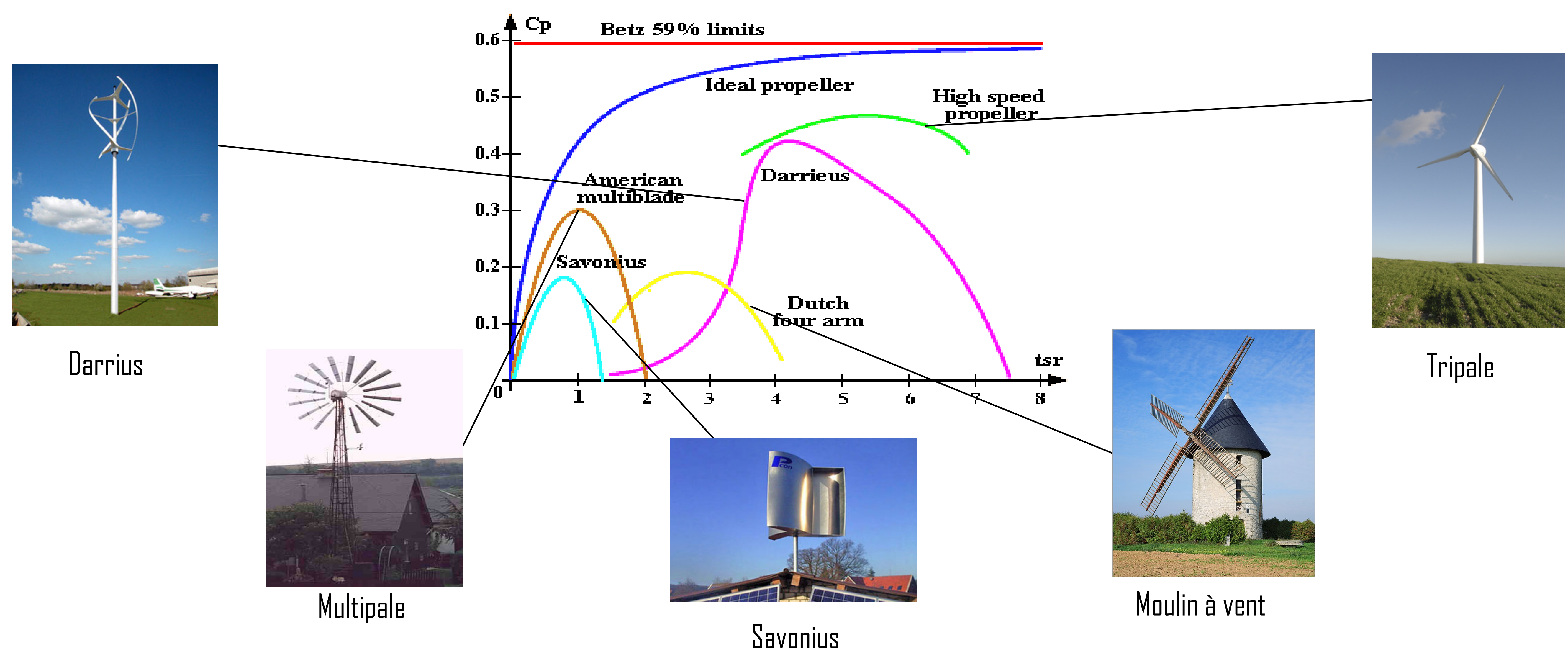
**Tripale**

# Les éoliennes

Chirez Maxime, Coquelet Nicolas  
 Département de Physique

## Types d'éolienne et rendement

Il existe plusieurs types d'éolienne différentes. Ces éoliennes ont des caractéristiques distinctes et ont chacune leurs spécificités. Regardons leur rendement par rapport à un rendement maximum.



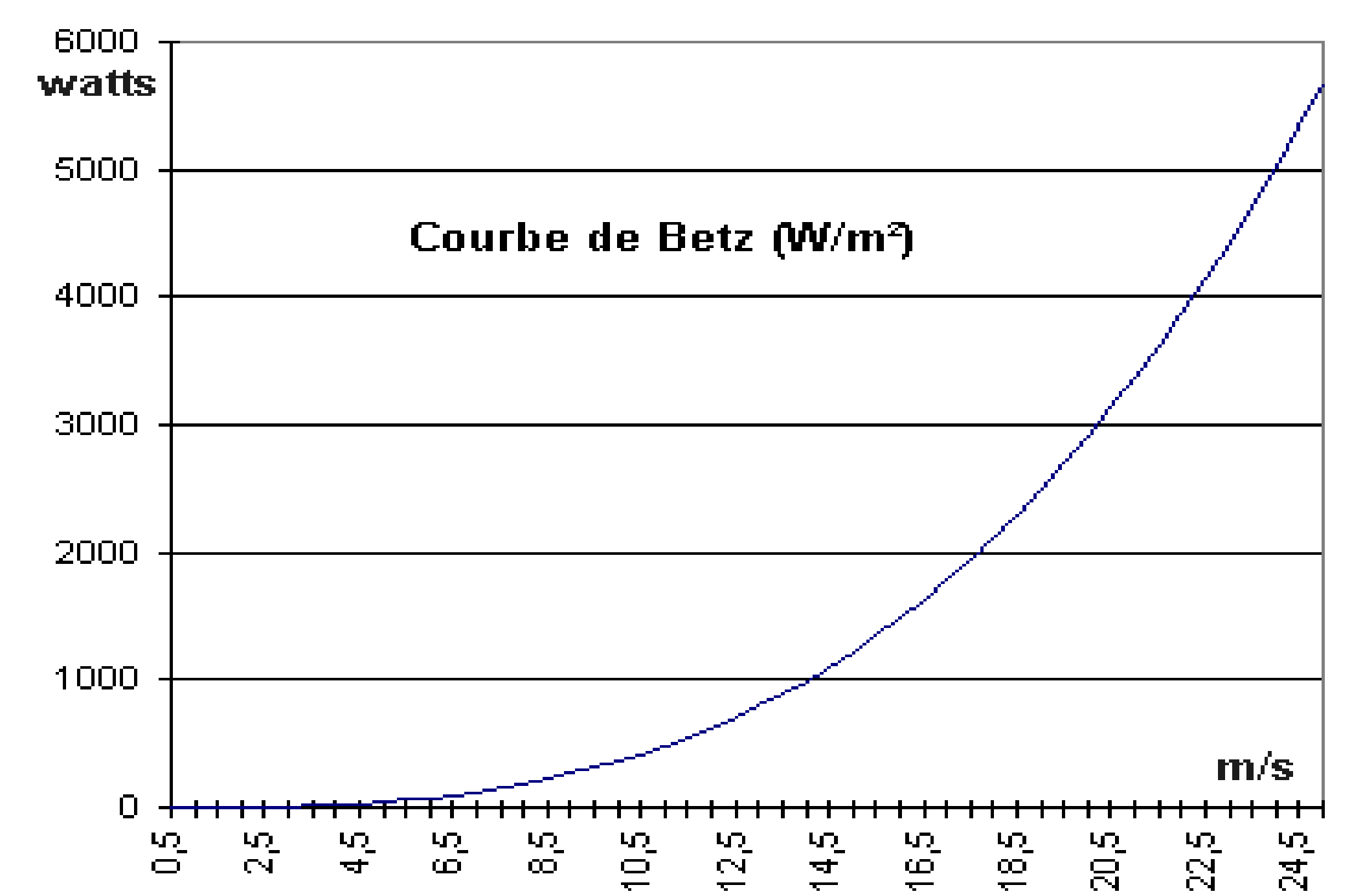
## Limite et courbe de Betz

Lorsque le vent souffle, son mouvement lui donne une certaine énergie appelé énergie cinétique. Pour un cylindre de section  $S$ , la puissance du vent est :

$$P_{\text{cinétique}} = \frac{\rho \cdot S \cdot V^3}{2}$$

L'éolienne ne peut récupérer qu'une partie de cette puissance. Théoriquement, le rendement maximal est :

$$P_{\text{max}} = \frac{16}{27} \cdot P_{\text{cinétique}}$$



La courbe du graphique est appelé la courbe de Betz. Elle donne la puissance fournie par l'éolienne en fonction de la force du vent. On voit qu'en dessous de 5 m/s (20 km/h) l'éolienne ne produit rien : le vent est trop faible. Et au-delà de 25 m/s (90 km/h) l'éolienne ne produit plus car le vent est trop fort et risque de l'endommager.

# Les éoliennes

Chirez Maxime, Coquelet Nicolas  
 Département de Physique

## Composantes d'une éolienne

**Pales et nez :** forment le rotor de l'éolienne, lui-même relié à l'éolienne par le moyeu.

**Nacelle**

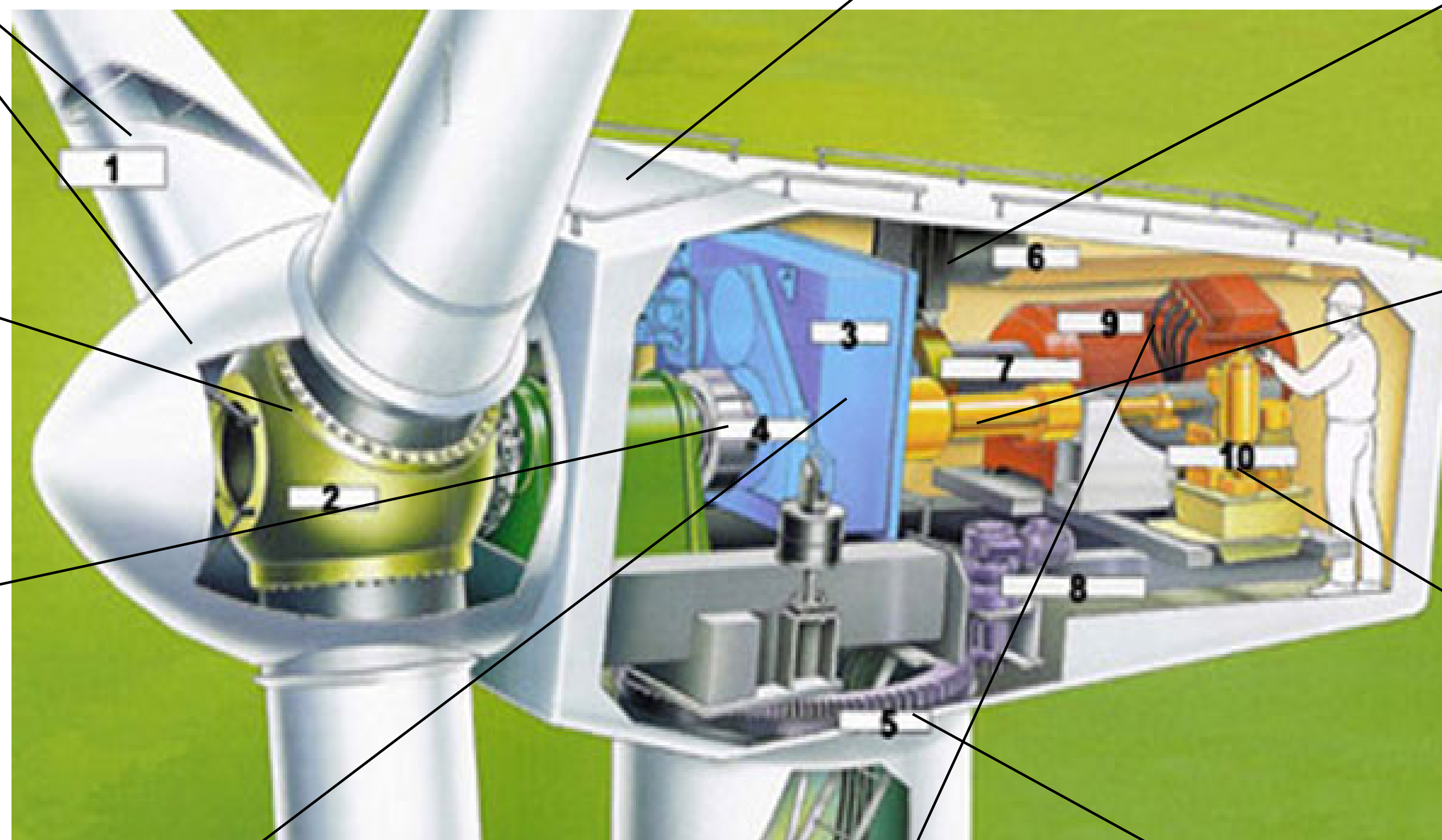
**Frein**

**Moyeu :**  
 supporte les pales.

**Arbre rapide :**  
 relie le multiplicateur à la génératrice.

**Arbre lent :**  
 sert à relier le rotor au multiplicateur.

**Système de contrôle**



**Multiplicateur :**  
 comparable à une boîte de vitesse; il augmente la vitesse de rotation du rotor pour entraîner l'alternateur. Cette pièce est située entre l'arbre lent et rapide.

**Génératrice :**

C'est là que se passe la conversion de l'énergie mécanique, provenant du mouvement des pales, en énergie électrique (courant électrique).

**Système d'orientation des pales**

Grâce à tous ces éléments, l'éolienne capte l'énergie cinétique du vent et le transforme en électricité. Cette électricité est consommable par nos foyers.

Typiquement, une éolienne de 2MW (éolienne tri pale onshore) fonctionnant à pleine puissance fournit en un an 4 à 5 GWh. Ces ordres de grandeur représentent l'électricité domestique de 4.000 habitations en moyenne. On place aussi des éoliennes de 5 MW dans la mer (offshore). Celles-ci fournissent une production annuelle de 15 GWh.