



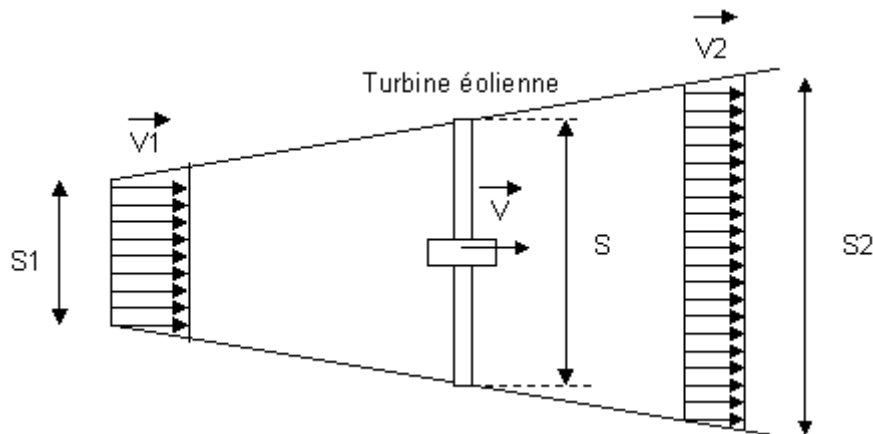
Année universitaire : 2021/2022.  
 Département : Génie des procédés.  
 Filière : Génie thermique et énergétique.  
 Prof. Fatima Zohra GARGAB.

## EOLIENNE

### TD N°1

#### EXERCICE 1

L'énergie électrique que va fournir l'éolienne dépend de la puissance du vent qu'elle va récupérer. L'exercice va nous permettre de déterminer quelle quantité de vent la turbine va récupérer.



On modélise le passage du vent, dans le rotor de l'hélice par un tube de courant, avec  $V$ ,  $V_1$ ,  $V_2$  les vitesses du vent avant les pales, aux pales, et après les pales. L'air est déterminé par sa masse volumique  $\rho$  en  $kg/m^3$ , la surface balayée par les pales est  $S$  en  $m^2$ .

- 1) Quelle est la puissance  $P$  absorbée par le rotor ?
- 2) Quelle est la variation d'énergie cinétique par seconde  $\Delta E_c$  de la masse d'air ?
- 3) Que peut-on en déduire sur la relation entre  $V$ ,  $V_1$ ,  $V_2$  ?
- 4) Déterminer la vitesse  $V_2$  pour laquelle, la puissance est maximale.
- 5) Calculer alors la puissance maximale  $P_{max}$
- 6) En déduire le coefficient de puissance maximal  $C_{p_{max}}$  pour une éolienne.

## Exercice 2

Nous souhaitons dimensionner les pales d'une éolienne à vitesse fixe pour obtenir une puissance mécanique de 750 kW pour une vitesse de vent de 13,8 m/s. On considère un coefficient de puissance  $C_p$  égal à 0,2. Quel sera la longueur de notre pale ou le rayon de la surface balayée par la turbine ?

## Exercice 3

Une éolienne a les caractéristiques suivantes :

- Diamètre de rotor : **100 m** avec **3 pales**,
- Coefficient d'efficacité  **$C_p = 0,44$** .

- 1) Calculer la puissance captée par l'éolienne pour une vitesse de vent de **7 m/s** puis pour une vitesse de vent de **10 m/s**.  
La masse volumique de l'air  **$\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$** .
- 2) Conclure. Quels paramètres faut-il prendre en compte lors du choix et de l'installation d'une éolienne ?

## EXERCICE 4

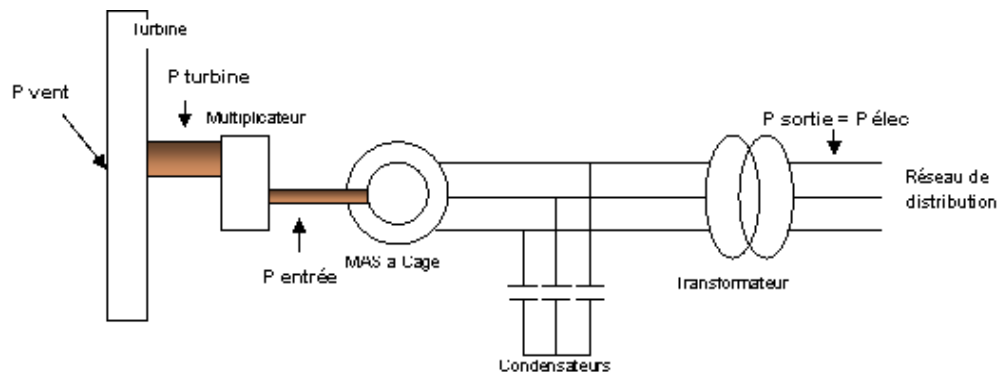
Dans une région fortement ventée est installé un parc de 82 éoliennes fournissant chacune une puissance électrique de 600 kW. Le site fonctionne 5 000 heures par an.

- 1) Quelle est la puissance électrique fournie par ce parc éolien ?
- 2) Calcule l'énergie électrique produite annuellement par les 82 éoliennes.
- 3) Une centrale nucléaire produit 19,6 milliards de kWh par an. Combien de parcs éoliens de ce type faudrait-il implanter pour remplacer cette centrale nucléaire ?

## EXERCICE 5

L'éolienne sert à transformer l'énergie mécanique du vent en énergie électrique. Nous vous proposons d'étudier la génératrice asynchrone à cage d'une éolienne installée au sein d'une ferme éolienne de puissance totale de 7,5 MW. Les éoliennes fonctionnent à vitesse fixe, la génératrice est reliée au réseau. Nous allons déterminer la puissance, la vitesse de rotation de l'arbre de la génératrice, et le schéma équivalent de la génératrice. Les éoliennes comportent des multiplicateurs.

Le schéma est le suivant :



Soient les données suivantes :

$V = 15 \text{ m/s}$ , la vitesse du vent nominale supposée constante

$N = 32,8 \text{ tr/min}$ , la vitesse nominale de la turbine éolienne

$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$ , la masse volumique de l'air

$C_p = 0,27$ , le coefficient aérodynamique

$R = 21,7 \text{ m}$ , le rayon des pales

Calculez la puissance électrique en sortie de la génératrice  $P_{elec}$  et la vitesse de rotation de l'arbre de la génératrice sachant que le multiplicateur utilisé a un rapport de 46,48 et un rendement de 96% et que les éoliennes tournent à 32,5 tr/min. Les pertes dues à la génératrice sont supposées négligeables.

## EXERCICE 5

Montrer que le couple mécanique produit par la turbine peut s'exprimer par

$$\Gamma = \left(\frac{1}{2}\right) \cdot C_T \cdot \pi \cdot R^3 \cdot V^2$$