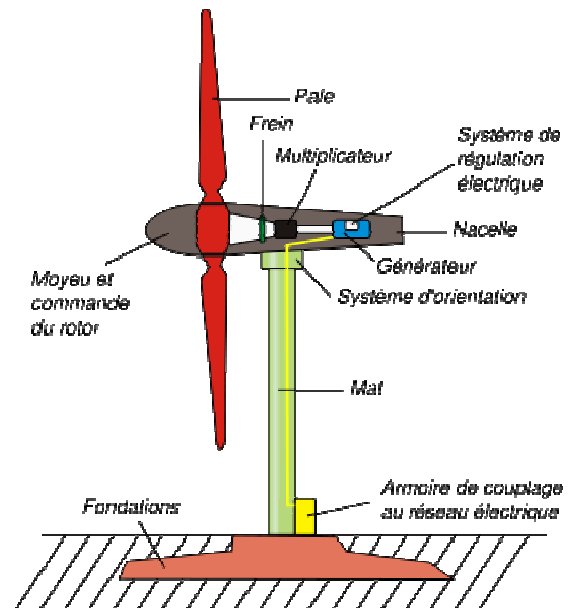


1) Présentation du système

Une éolienne permet de transformer l'énergie mécanique du vent en énergie électrique.

Une éolienne se compose des principaux éléments suivants :

- un mât, haut d'une centaine de mètres en moyenne, qui soutient la nacelle afin que celle-ci puisse capter des vents plus hauts et donc plus forts ;
- une nacelle, située en haut de ce mât, qui abrite notamment la génératrice ;
- un rotor, auquel sont fixées les trois pales, qui entre en mouvement rotatif grâce à l'intensité du vent et fait ainsi tourner un arbre mécanique. Le multiplicateur augmente la vitesse de celui-ci, cette énergie est enfin convertie en électricité par une génératrice.

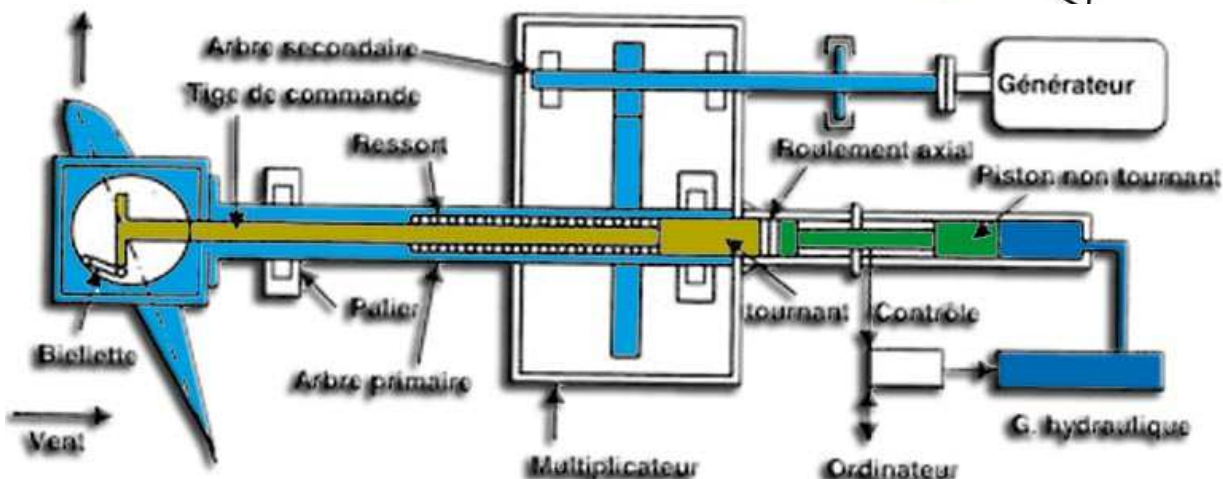
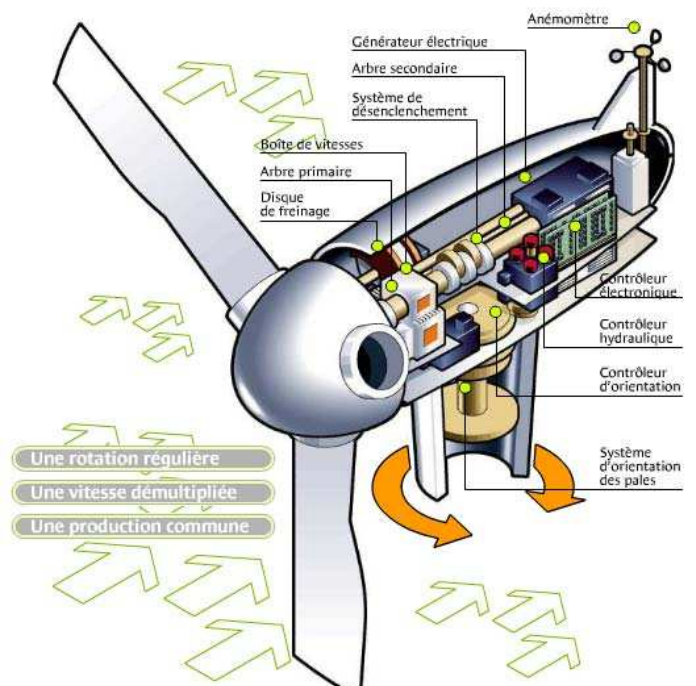


2) Objectif de l'étude

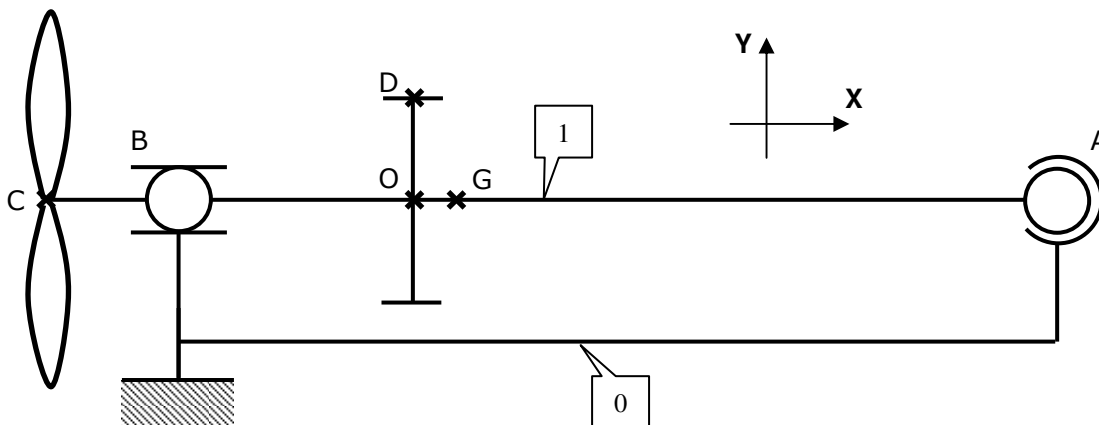
Déterminer les actions mécaniques dans les paliers qui assurent le guidage en rotation de l'arbre primaire.

3) Modélisation cinématique du guidage

Le guidage en rotation de l'arbre primaire (une liaison pivot donc), est assurée par un palier et un roulement axial (voir figure ci-contre et ci-dessous)



Sur le schéma cinématique ci-dessous (vue de dessus du rotor), le palier est modélisé par une liaison linéaire annulaire d'axe (B ; X) et le roulement axial par une liaison rotule de centre A.



4) Données

- Avec des conditions de vent moyen, l'action au point C de l'air sur les pales du rotor se traduit par une poussée axiale sur l'axe de X de 12350 N et par un couple lui aussi sur l'axe X de 50000 N.m. Ceci peut être résumé dans le torseur :

$$\{C_{air/1}\}_C = \begin{Bmatrix} 12350 & 50000 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_R$$
- L'arbre primaire (1) entraîne l'arbre secondaire (2) (et donc le générateur) via le multiplicateur ; il s'agit d'un simple engrenage et on a, au point D, une action sur l'arbre primaire qui se résume ainsi :
=> On a ici une inconnue algébrique, Z_{D21} .
- L'arbre primaire (1) a un poids total de 25000 N, d'où le glisseur ci-contre :

$$\{P\}_G = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ -25000 & 0 \end{Bmatrix}_R$$
- Géométrie : $AB = 4 \text{ m}$; $BC = 1,7 \text{ m}$; $OA = 3 \text{ m}$; $OG = 0,1 \text{ m}$; $OD = 0,4 \text{ m}$

$$\{D_{2/1}\}_D = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0,37 \times Z_{D21} & 0 \\ Z_{D21} & 0 \end{Bmatrix}_R$$

5) Hypothèses pour l'étude de statique

- Les solides sont indéformables.
- Les liaisons sont supposées parfaites (pas de frottement)

6) Travail demandé

➤ On isole le rotor {1}

Q1 – Faire le BAME (5 efforts au total)

Le système isolé subit les trois efforts donnés plus haut, ainsi que deux efforts dans les liaisons, en A et B. Complétez les torseurs des efforts dans ces deux liaisons :

$$\{A_{0/1}\}_A = \begin{Bmatrix} \text{---} & \text{---} \\ \text{---} & \text{---} \\ \text{---} & \text{---} \end{Bmatrix}_R$$

(Rotule de centre A)

$$\{B_{0/1}\}_B = \begin{Bmatrix} \text{---} & \text{---} \\ \text{---} & \text{---} \\ \text{---} & \text{---} \end{Bmatrix}_R$$

(linéaire annulaire d'axe (B ; X))

Q2 – Compléter les vecteurs distance suivants : (utiles ensuite pour les transports de torseurs)

$$\overrightarrow{AG} \left| \begin{array}{l} \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \end{array} \right.$$

$$\overrightarrow{AC} \left| \begin{array}{l} \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \end{array} \right.$$

$$\overrightarrow{AD} \left| \begin{array}{l} \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \end{array} \right.$$

$$\overrightarrow{AB} \left| \begin{array}{l} \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \end{array} \right.$$

Q3 – Calculer le moment de tous les efforts au point A

$$\overline{M}_A(\overrightarrow{P}) = \text{---}$$

$$\overline{M}_A(\overrightarrow{C_{air/1}}) = \text{---}$$

$$\overline{M}_A(\overrightarrow{D_{2/1}}) = \text{---}$$

$$\overline{M}_A(\overrightarrow{B_{0/1}}) = \text{---}$$

Q4 – Réécrire les 5 efforts au point A

$$\{A_{0/1}\}_A = \left\{ \begin{array}{ll} \text{---} & \text{---} \\ \text{---} & \text{---} \\ \text{---} & \text{---} \end{array} \right\}_R \quad \{B_{0/1}\}_A = \left\{ \begin{array}{ll} \text{---} & \text{---} \\ \text{---} & \text{---} \\ \text{---} & \text{---} \end{array} \right\}_R \quad \{C_{air/1}\}_A = \left\{ \begin{array}{ll} \text{---} & \text{---} \\ \text{---} & \text{---} \\ \text{---} & \text{---} \end{array} \right\}_R \quad \{D_{2/1}\}_A = \left\{ \begin{array}{ll} \text{---} & \text{---} \\ \text{---} & \text{---} \\ \text{---} & \text{---} \end{array} \right\}_R$$

$$\{P\}_A = \left\{ \begin{array}{ll} \text{---} & \text{---} \\ \text{---} & \text{---} \\ \text{---} & \text{---} \end{array} \right\}_R$$

Q5 – Appliquer le PFS pour obtenir les 6 équations algébriques que vous numéroterez de ① à ⑥ :

Q6 – Résoudre le système de 6 équations à 6 inconnues :

Q7 – Synthétiser les efforts subits par le rotor :

$$\{A_{0/1}\} = \begin{Bmatrix} _ & _ \\ _ & _ \\ _ & _ \end{Bmatrix}_R \qquad \{B_{0/1}\} = \begin{Bmatrix} _ & _ \\ _ & _ \\ _ & _ \end{Bmatrix}_R$$

$$\{C_{air/1}\} = \begin{Bmatrix} 12350 & 50000 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_R \qquad \{D_{2/1}\} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ _ & 0 \\ _ & 0 \end{Bmatrix}_R$$

$$\{P\} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ -25000 & 0 \end{Bmatrix}_R$$