Projet Mécanique

AEROGENERATEUR

I- Introduction :

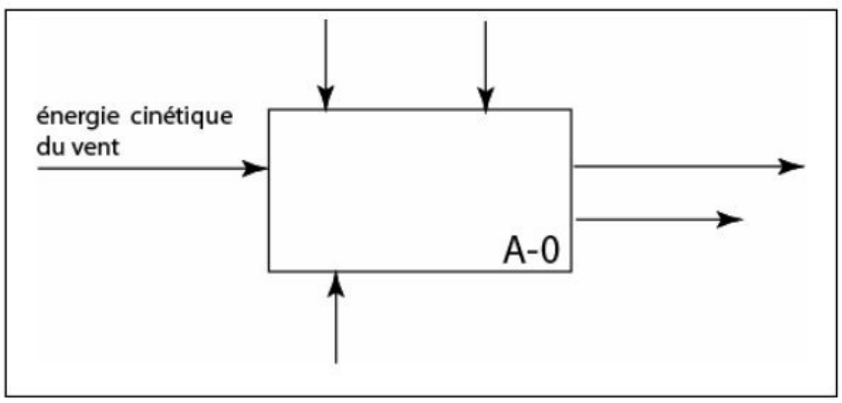
L'utilisation des ressources fossiles, pétrole, gaz, charbon…étant de plus en plus problématiques, de nombreux projets se développent afin d'exploiter des ressources énergétiques propres et renouvelables telle que l'énergie éolienne, objet du sujet et dont Le Maroc dispose d'un important potentiel, en particulier au Nord et au Sud.

II- Aérogénérateur :

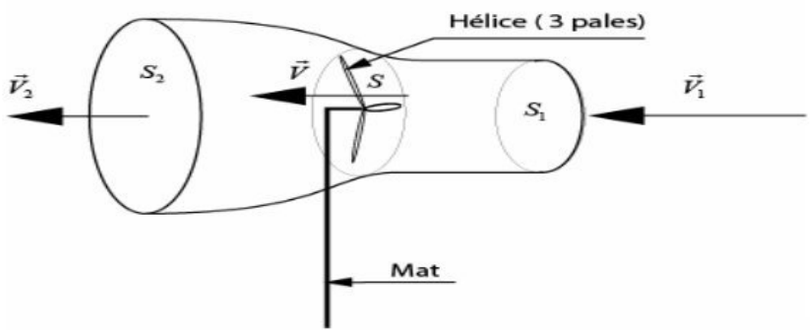


Un aérogénérateur transforme une partie de l'énergie cinétique du vent en énergie électrique. Cette transformation est tributaire principalement de la vitesse du vent et de sa direction.

Question1 : En se basant sur le diagramme **A0** du **document 2** , reproduire puis compléter l'actigramme niveau **A-0** de l'aérogénérateur.



L'énergie cinétique du vent ne peut être entièrement captée par l'hélice de l'aérogénérateur. On modélise le passage du vent, dans le rotor de l'hélice par un tube de courant, avec V_1 *et* V_2 les vitesses du vent non perturbé par l'hélice, avant et après les pales.



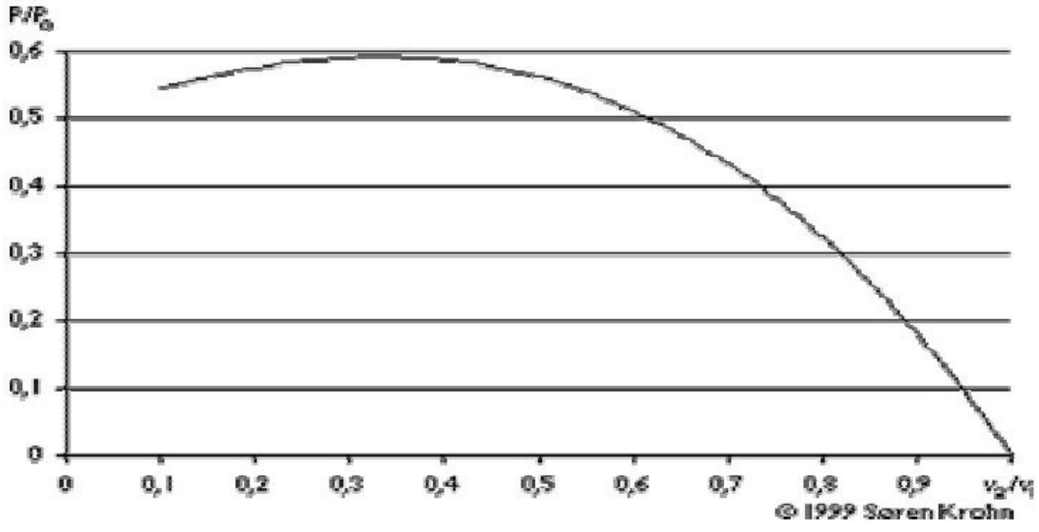
On note : P_0 : Energie cinétique disponible par unité de temps, du vent à travers la section S_1 .

P : Energie cinétique par unité de temps, du vent absorbée par l'éolienne.

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/1787 - Wadifa Info - page 1/7

La courbe suivante représente le rapport $\frac{P}{P_0}$ en fonction du rapport $\frac{V_2}{V_1}$



Question 2 : Quel est le rendement d'une éolienne parfaite ? Pour quel rapport $\frac{V_2}{V_1}$ est-il obtenu ?

2-2-Structure d'un aérogénérateur : Document 1

L' aérogénérateur est principalement constitué :

- d'une **girouette** et d'un **anémomètre** : instruments de mesure de la direction et la vitesse du vent .
- d'un système de transformation et de transmission d'énergie composé d'une **Hélice tripale, d'un multiplicateur de vitesse, d'un frein à disque** et **d'une génératrice.**
- d'un **système hydraulique** permettant :
  -d'orienter, par un **moteur hydraulique**, l'hélice face au vent pour capter le maximum d'énergie éolienne.
  -de régler, par un **vérin hydraulique,** l'angle de calage des pales pour :
    - accélérer la rotation de l'hélice pour un vent allant de 4 à 9m/s.
    - maintenir la vitesse de rotation de l'hélice constante pour un vent de 9 à 25m/s.
    - mettre l'hélice en position drapeau pour un vent de vitesse supérieur à 25m/s.

  -de commander le **frein à disque** en cas d'urgence.
- d'un **calculateur** gérant l'ensemble.
- d'une **batterie** ; rechargée par un **transformateur** ; permet d'alimenter en courant continu le calculateur, les instruments de mesure et, en cas d'extrême urgence, les servovalves pilotant le frein à disque.
- d'un **mat tubulaire** supportant l'ensemble et permettant l'accès à la nacelle grâce à une échelle interne.

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/1787 - Wadifa Info - page 2/7

Question 3 : *Répondre sur le* ***document 2***

Pour le diagramme SADT **A0** , déterminer **E1, M1, M2 et M3**. Choisir parmi les propositions suivantes celles qui correspondent à **S31, S32, S41, S42, C3 et C4**: consignes système hydraulique, alimentation électrovannes, Hélice face au vent, consignes transformateur et batteries, alimentation calculateur, pales calées.

Question4 *: Répondre sur le* ***document 2.***

Compléter le digramme SADT **A5.**

2- 3-Conversion de l'énergie éolienne en énergie mécanique

Pour comprendre les effets du vent, on se propose d'étudier de **façon simplifiée** les efforts générés par le vent sur l'hélice constitué de trois pales. Le **Document 3** illustre le paramétrage cinématique et le torseur équivalent en C (centre de poussée) de l'action du vent sur une pale :

$$\{\tau(vent \rightarrow pale)\}_C = \begin{Bmatrix} R_x\vec{x}_v + R_z\vec{z}_v \\ \vec{0} \end{Bmatrix}$$

Les composantes *Rz et Rx* désignent respectivement la portance et la traînée qui s'exercent sur la pale. La portance est motrice, la traînée résistante. Leur module respectif s'exprime par :

$$|R_z| = \frac{1}{2}\rho_{air} C_z S \left\|\vec{V}(vent/\ pale)\right\|^2 \quad et \quad |R_x| = \frac{1}{2}\rho_{air} C_x S \left\|\vec{V}(vent/\ pale)\right\|^2$$

où $\rho_{air} : masse\ volumique\ de\ l'air$

$C_x : Coéficient\ de\ traînée\ de\ la\ pale$

$C_z : Coéficient\ de\ portance\ de\ la\ pale$

$S = surface$

Question 5 : Dessinez les 3 figures de changement de base faisant apparaître les paramètres cinématiques angulaires θ , β *et* i .

Question 6 : En supposant que :

-l'éolienne est orientée face au vent : $\vec{V}(C \in vent/0)\ //\ axe\ de\ rotation\ de\ l'hélice(O,\vec{x}_0)$

-et que le torseur équivalent, en C, ($\overrightarrow{OC} = r_c\vec{y}_r$) à l'action du vent sur une pale $\{\tau(vent \rightarrow pale)\}_c$ résulte d'un champ de vitesses : $\vec{V}(C \in vent/\ pale)$

Déterminer le module de la vitesse du vent apparent $\left\|\vec{V}(C \in vent/\ pale)\right\|$ en fonction du module du vent réel V_{reel} , $\dot{\theta}$ *et* r_c .

Question 7 : En vous aidant du **Document 3**, déterminez, en fonction de R_z , r_c , β *et* i , l'expression littérale de la partie du couple éolien due à la portance R_z seule que le vent transmet au rotor composé des trois pales : $C_{vent\rightarrow hélice} = \vec{M}_O(vent \rightarrow hélice).\vec{x}_0$.

Question 8 : En fonctionnement nominal, et en se référant aux données suivantes, déterminer numériquement $C_{vent\rightarrow hélice}$.

Données :

Hélice (rotor) à 3 pales, longueur d'une pale : 27m

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

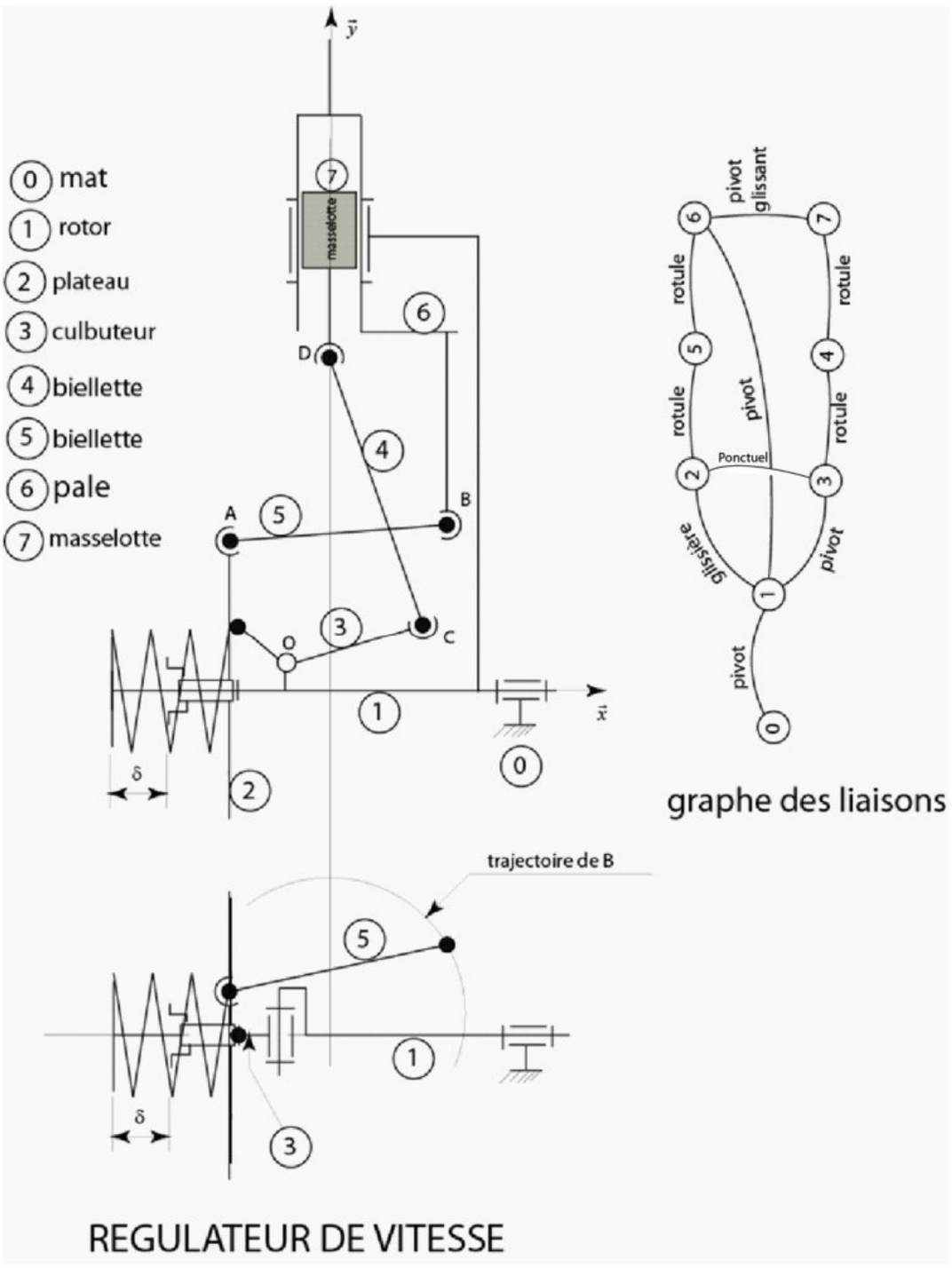
Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/1787 - Wadifa Info - page 3/7

Transmission : train épicycloïdale de rapport de multiplication 49, rendement 0,9.

Générateur : puissance nominale, en sortie du générateur : 600Kw, fréquence 50Hz, vitesse 1500tr/min, rendement 0,97.

2- 5-<u>Dispositif de régulation</u>

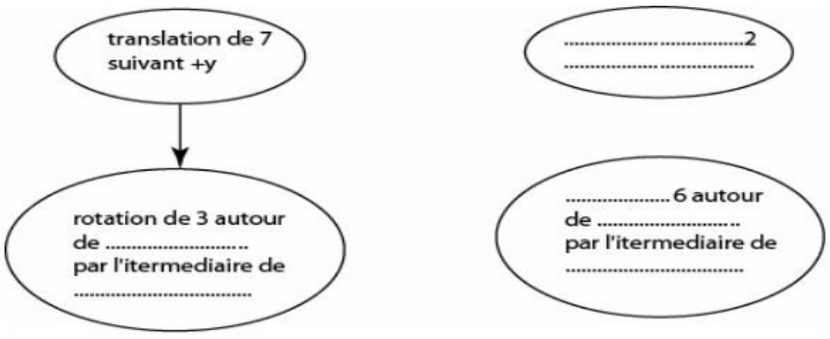
Malgré la variation de la vitesse du vent, un dispositif de régulation représenté ci-dessous, basé sur la force centrifuge agissant sur la masselotte 7, maintient la vitesse de rotation de l'hélice 1 sensiblement constante en variant l'angle de calage des pales.



wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/1787 - Wadifa Info - page 4/7

Question 9 : Recopier puis compléter le graphe suivant pour indiquer successivement la suite des pièces par lesquelles passe le flux d'énergie (le mouvement) de la masselotte 7 à la pale 6.



Question 1 : On considère la chaîne de solides de 1 à 7 (sauf 0). De quel type de chaîne s'agit-il ? quel est le nombre cyclomatique de cette chaîne.

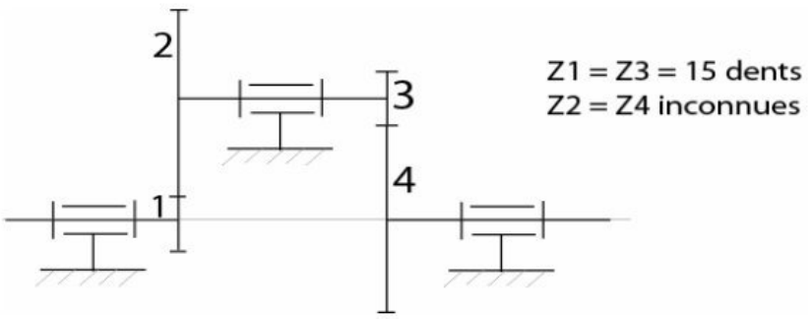
Question 11 : Déterminer le plus simplement possible le degré de mobilité utile , le degré de mobilité interne ? justifier. En déduire le degré d'hyperstatisme

2-6-<u>Multiplicateur :</u>

La vitesse de rotation du rotor est $N_4 = 30 tr/min$ imposée par les dimensions de la pale et la vitesse du vent, alors que celle de la génératrice est $N_1 = 1470 tr/min$ imposée par le réseau électrique.

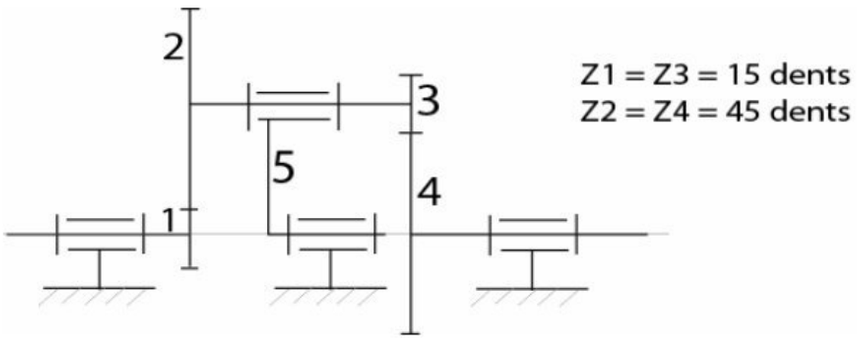
Un multiplicateur entre le rotor et la génératrice s'impose . Deux solutions sont possibles :

<u>A - Train d'engrenages à axes fixes :</u>



Question12 : Déterminer Z_2 .

B *<u>- Train épicycloïdal :</u>*



wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/1787 - Wadifa Info - page 5/7

Question13 : Déterminer N_5 *en* tr/min

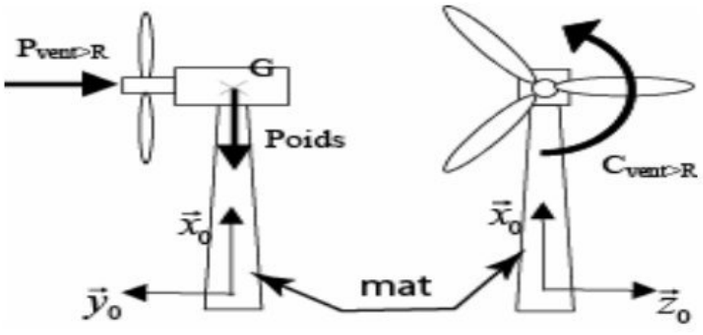
Question 14 : Quelle est la solution la moins encombrante.

2-7- Résistance du mat: Document 4.

On s'intéresse dans cette partie à la vérification de l'intégrité du mât (0) de l'éolienne. On souhaite qu'en service les sollicitations mécaniques qu'il subit n'atteignent pas des valeurs trop importantes préjudiciables à son intégrité.
Le mât, encastré au sol, est fabriqué en tôle d'acier roulée , mécano soudée, d'épaisseur **e** constante, comme illustré sur le **Document 4**. Le matériau sera supposé homogène isotrope à comportement élastique linéaire de module d'Young E=200 GPa .
Le torseur équivalent aux efforts extérieurs, dus à l'aérogénérateur, appliqués au mât est donné par ses éléments de réduction en P (centre géométrique de la section droite au sommet du mât):

$$\{\tau(ext \to mat)\}_P = \begin{Bmatrix} -Q\,\vec{x}_0 - P\vec{y}_0 \\ C\,\vec{z}_0 \end{Bmatrix}$$

Question15 : Déterminer le torseur des actions mécaniques de cohésion auxquelles est sollicité le mat .



Questionn16 : Quelle est la section critique.(la section la plus sollicitée). Déterminer Mf_z max.

Question17 : Etablir l'équation différentielle permettant de calculer la déformée du mât sous l'effet du moment C seul, dans deux cas:

a) en tenant compte de la variation linéaire du diamètre D le long du mât.
b) en supposant que le diamètre D est constant le long du mât.
c) Résoudre cette équation dans ce dernier cas (D=constante).

Question 18 :

Toujours dans le cas où le diamètre extérieur D est constant tout comme l'épaisseur **e** le long du mât. Déterminez littéralement l'expression de l'épaisseur **e** du mât pour que la contrainte normale I zz due au moment de flexion seul ne dépasse par la limite d'élasticité Re avec un coefficient de sécurité Cs. Faites l'application numérique en considérant :

$$C = 1343\,Nm\ ;\ R_e = 150MPa\ ;\ D = 200mm\ ;\ C_s = 6$$

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/1787 - Wadifa Info - page 6/7

Wadifa Info

www.wadifa-info.com

Le sujet suivant à préparer — **النموذج التالي للتحضير**

نموذج مباراة ولوج سلك التكوين الأساسي - المدرسة الوطنية العليا للإدارة - دورة 26 نونبر 2016 -

Modèle de concours d'accès au cycle de formation initiale – École Nationale Supérieure de l'Administration – 26 novembre

www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/640

Chaîne WhatsApp — **قناة واتساب**

المباريات الجديدة والنتائج كل يوم

Nouveaux concours et résultats chaque jour

wadifa-info.com/wa

Chaîne YouTube — **قناة يوتيوب**

امتحانات تجريبية بالتصحيح، بالدارجة

Examens blancs corrigés, expliqués en darija

youtube.com/@wadifainfo

Envoyer à un ami — **أرسل النموذج لصديق**

شارك هذا النموذج على واتساب مع من يحضّر معك

Partagez ce sujet sur WhatsApp

wa.me