BTS Metro 2014

IMPLANTATION et EXPLOITATION D'UN PARC EOLIEN

PARTIE A : PUISSANCE MAXIMALE RECUPERABLE

A.1 $\boxed{E_{amont} = p_{atm} + \rho_{air} g h + \frac{1}{2} \rho_{air} v_{amont}^2} = E_A$

A.2 $\boxed{E_{aval} = p_{atm} + \rho_{air} g h + \frac{1}{2} \rho_{air} v_{aval}^2} = E_B$

A.3 En négligeant les pertes $E_{éolienne} = E_A - E_B$

$\Rightarrow \boxed{E_{éolienne} = \frac{1}{2} \rho_{air} \left(v_{amont}^2 - v_{aval}^2 \right)}$

A.4 $\boxed{P_{éolienne} : [W] \text{ ou } [J/s] = Q \, [m^3/s] \times E_{éolienne} \, [J/m^3]}$

A.5 $P_{éolienne} = \underbrace{S \times \underbrace{v_{air}}_{\frac{v_{amont} + v_{aval}}{2}}}_{Q} \times \frac{1}{2} \rho_{air} \left(v_{amont}^2 - v_{aval}^2 \right)$

$\Rightarrow \boxed{P_{éolienne} = \frac{1}{2} \rho_{air} S \left(v_{amont}^2 - v_{aval}^2 \right) \times \left(\frac{v_{amont} + v_{aval}}{2} \right)}$

A.6 L'extraction est maximale pour $\boxed{\frac{v_{aval}}{v_{amont}} \approx 0,33}$ plus précis 0,328

A.7 L'éolienne G90 pour une vitesse de vent en amont de 7 m/s la Puissance maximale est.

Aire balayée : 6392 m^2

v_{amont} : 7 m/s

v_{aval} : 0,33 × 7 =

$P = \frac{1}{2} \times 1,225 \times 6392 \left(7^2 - (7 \times 0,33)^2 \right) \times \left(\frac{7(1+0,33)}{2} \right)$

$\boxed{P_{éolienne} = 792,0 \text{ kW}}$

A.8 Soit sur l'année une production d'énergie de

$E = 795,7 \times 365 \times 24 = \boxed{6938 \text{ MWh} = E}$

PARTIE B — VITESSE FIXE OU VITESSE VARIABLE

(B.1) (B.2) Si le vent est à 7 m/s le $\boxed{C_p\ max^{=0,44}}$ est obtenu pour $\boxed{1,12\ rad/s}$

(B.3) $P_{elec} = C_p \times P_{vent} = 0,44 \times \frac{1}{2} \cdot 1,225 \times 6362 \times 7^3 = \boxed{588\ kW = P_{elec}}$ $\boxed{P_{GV_7}}$

(B.4) si le vent est à 9 m/s le C_p passe à 0,~~370~~ 372 si on ne change pas la vitesse des pales.

$\Rightarrow P_{élec} = 0,3\cancel{70}72 \times \frac{1}{2} \times 1,225 \times 6363 \times 9^3 = \boxed{10\cancel{3}78\ kW = P_{elec}}\ \boxed{= P_{GV_9}}$

(B.5) <u>Point pas optimal C_p n'est pas max</u>

(B.6) si on optimise la vitesse des pales à $\boxed{1,43\ rad/s}$

$P'_{GV_9} = 0,44 \times \frac{1}{2} \times 1,225 \times 6362 \times 9^3 = \boxed{1250\ kW = P'_{GV_9}}$

(B.7) $\boxed{P'_{GV_9} > P_{GV_9}}$ gain de ≈ 25% de puissance

(B.8) Choix effectué à <u>vitesse variable</u> (rotation de 9 à 19 tr/min)

(B.9.) Lors des brusques variation de vent, l'apport d'energie éolien est absorbé par la variation de vitesse ⇒ moins de casse.

2 bis

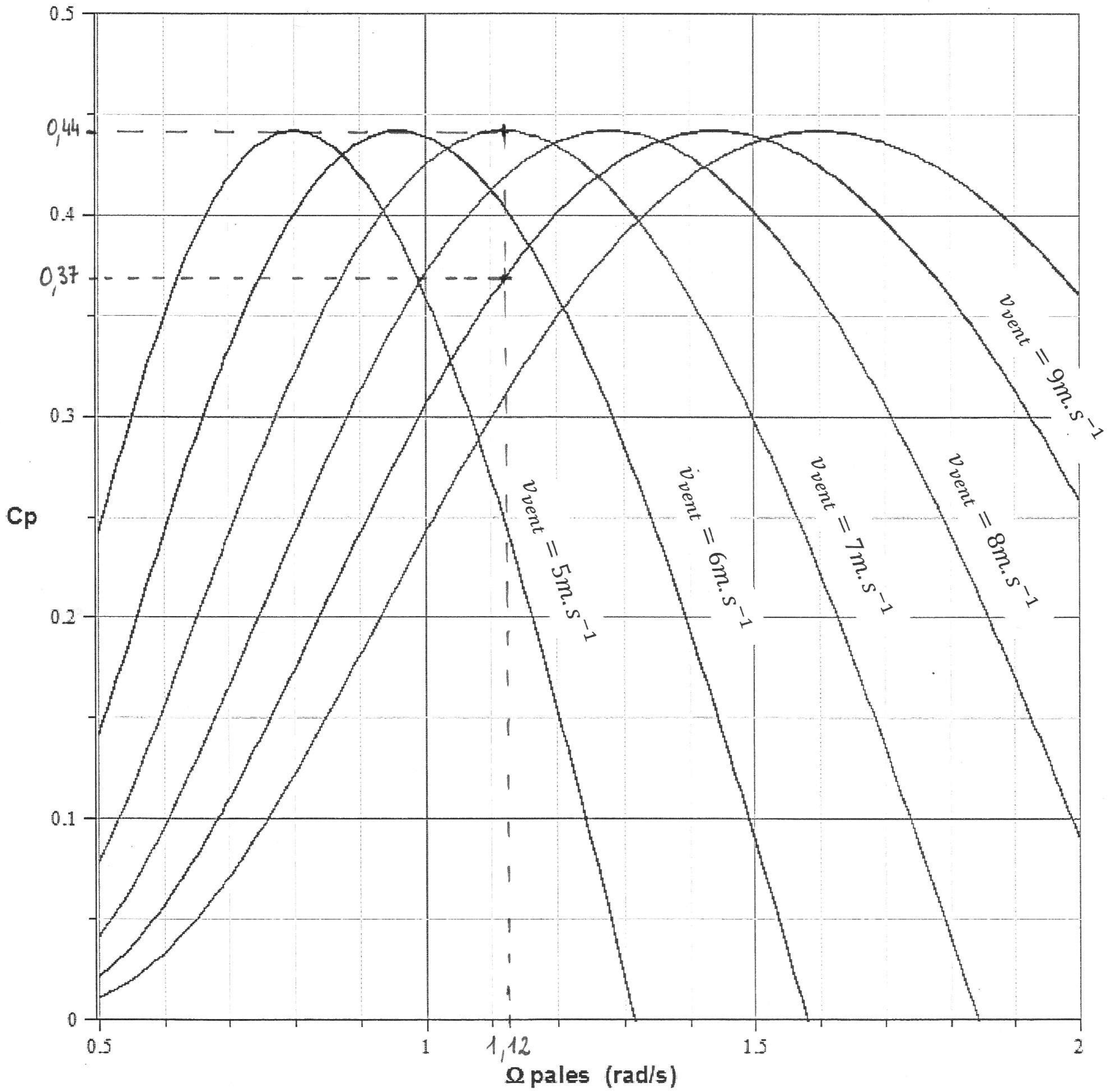
Document réponse 1 :

Tableau 1 :

v_{vent} = 7 m.s⁻¹

	G80	G87	G90	G97	G114
Puissance (kW)	625,8	740,1	792	920	1270,7
Energie (MW.h)	5486	6488	6938	8065	11139

Figure 1 :



PARTIE C GENERATRICE de TYPE "MADA"

C.1 Bilan de puissance :

C.1.1. $\cancel{\boxed{P_{méca} \times (1-g) = P_{stator}}}$

en négligeant toutes les pertes autres que P_{Jr}

$$P_{méca} = P_{jr} + P_{stator} = -g\,P_{tr} + P_{stator}$$

$$P_{méca} = -g\,P_{stat} + P_{stat}$$

$$\Rightarrow \boxed{P_{méca} = P_{stat}\,(1-g)}$$

C.1.2. $P_{jr} = -g\,P_{tr} = \boxed{-g\,P_{stator} = P_{jr}}$

C.1.3. $\boxed{P_{jr} = -g\,\dfrac{P_{méca}}{1-g}}$

C.2. Puissance rotorique :

C.2.1. rapport du multiplicateur : $\boxed{1 : 100{,}5}$

vitesses limite : $\boxed{\begin{array}{c} 9 \text{ tr/min} \\ 19 \text{ tr/min} \end{array}}$

C.2.2. la vitesse du rotor est entre $\dfrac{9 \times 100{,}5}{60} = 15{,}07$ tr/s et $31{,}8$ tr/s $= \dfrac{19 \times 100{,}5}{60}$

$$\Longrightarrow \quad n_s = \frac{f}{p} = \frac{50}{2} = 25$$

$$\Longrightarrow \quad \boxed{\text{nombre de paire de pôles : } p = 2}$$

C.2.3 $g = \dfrac{25-15}{25} = \boxed{0{,}4 = g^-}$ et $g = \dfrac{-31{,}8+25}{25} = \boxed{-0{,}272 = g^+}$

pour $g^+ = -0{,}27$ $\quad P_{méca} = 2\,MW \quad v = 12\,m.s^{-1}$

C.2.4. $P_{rotor} = \dfrac{-g^+}{1-g}\,P_{méca} = \dfrac{+0{,}273}{1+0{,}273} \times 2 = \boxed{0{,}429\,MW = P_{rotor}}$

$P_{stator} = \dfrac{1}{1-g^+}\,P_{méca} = \dfrac{1}{1+0{,}273} \times 2 = \boxed{1{,}571\,MW = P_{stator}}$

Comme la puissance Protor est integralement et "sans pertes" transmise par le biais du redresseur, onduleur au réseau, on retrouve les 2 MW au niveau du réseau $\boxed{P_{réseau} = 2\,MW}$

C.2.5. Coefficient d'avance λ

$$\left.\begin{array}{l} R = 44\,m \\ v_{vent} = 12\,m/s \\ \Omega = 19\,tr/min \end{array}\right\} \lambda = \frac{R \times \Omega}{v_{vent}} = \frac{44 \times 19 \times 2\pi/60}{12} = 7{,}29$$

$$\boxed{\lambda = 7{,}29}$$

C.2.6. pour $g = g^-$ soit une vitesse de pale de 9 tr/min.

$$v_{vent} = \frac{R\Omega}{\lambda} = \frac{44 \times 9 \times 2\pi/60}{7{,}29} = \boxed{5{,}69\ m/s}$$

C.2.7. si $v = 12\ m/s$ $P_{méca} = 2\,MW$

$$\boxed{\text{si } v = 5{,}7\ m/s \quad P_{méca} = 2 \times \frac{5{,}7^3}{12^3} = 0{,}214\ MW}$$

C.2.8.

$$P_{rotor} = \frac{-g^-}{1-g^-} P_{méca} = \frac{-0{,}4}{1-0{,}4} \times 0{,}214 = \boxed{-0{,}142\ MW = P_{rotor}}$$

$$P_{stator} = \frac{1}{1-g^-} P_{méca} = \frac{1}{1-0{,}4} \times 0{,}214 = \boxed{0{,}356\ MW = P_{stator}}$$

$$\boxed{P_{réseau} = 0{,}213\ MW}$$

C.2.9. si $v = 2\ m/s$ alors $P_{rotor} = 0{,}429\,MW$

$\Rightarrow$ les 2 convertisseurs MLI de la structure MADA doivent être dimensionnés pour cette puissance $\boxed{P_{dim} = 0{,}429\ MW}$

PARTIE D — COMMANDE et REGULATION

D.1. à 20h00

$$\boxed{\begin{array}{lcl} v_{vent} & = & 7{,}53 \text{ m/s} \\ P & = & 703 \text{ kW} \\ Q & = & 52{,}9 \text{ kVAR} \end{array}}$$

D.2.

$$FD = \cos\varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2+Q^2}} = \frac{703}{\sqrt{703^2+52{,}9^2}} = \boxed{0{,}997 = FD = \cos\varphi}$$

D.3. $\boxed{\text{d cos Phi} = FD}$

D.4. S'il n'y a pas de distorsion alors $\boxed{FD = FP = 0{,}997}$

D.5. Grosses variations du FD de 19h00 à 19h20 où le vent $< 6{,}3$ m/s ce qui est ≠ de la promesse du constructeur $fp = 0{,}95$ ds toute la plage de puissance sât. de $v_{sat} = 5{,}7$ m/s à 12 m/s

D.6. Facteur de charge $= \dfrac{\Sigma W_{produite}}{10 \times 24 \times 2 \text{ MW}}$

$$\text{Facteur de charge} = \frac{127\,892 \text{ kWh}}{10 \times 24 \times 2000 \text{ kWh}} = \boxed{26{,}6\,\% = F_{charge}}$$

D.7. En Lorraine $P_{installée} = 709$ MW

$W_{produite}/\text{an} = 1258$ GWh

$$\Longrightarrow F_{charge} = \frac{1258 \times 1000 \text{ MWh}}{709 \times 24 \times 365 \text{ MWh}} = \boxed{20\,\% = F_{charge}}$$

$\boxed{F_{charge} \text{ sur 10 jours} > F_{charge} \text{ sur l'année}}$ logique

Document réponse 2 :

Diagramme n°1 :

Compléter les cases vides avec les valeurs numériques associées au point de fonctionnement correspondant :

g = g+ = - 0,273

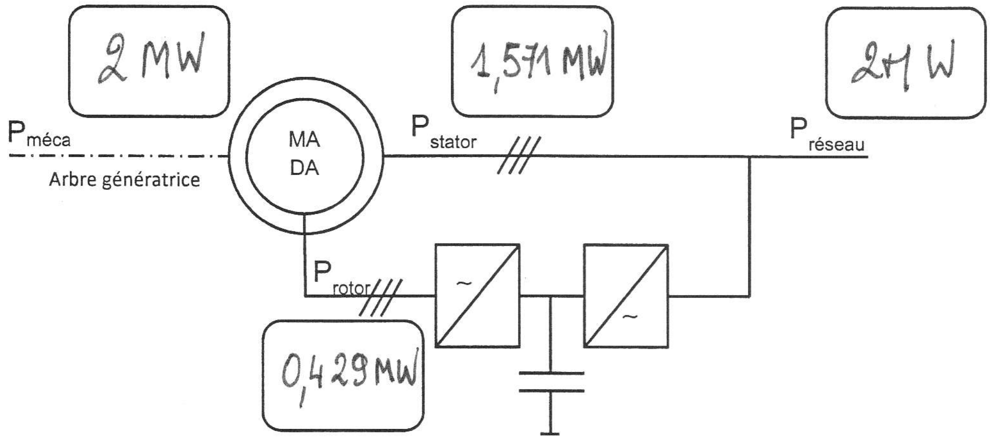


Diagramme n°2 :

Compléter les cases vides avec les valeurs numériques associées au point de fonctionnement correspondant :

g = g- = 0,4