

# BTS ÉLECTROTECHNIQUE

## U41 – PRÉ-ÉTUDE ET MODÉLISATION

### SESSION 2014

## IMPLANTATION ET EXPLOITATION D'UN PARC EOLIEN

### PARTIE A : PUISSANCE MAXIMALE RECUPERABLE

|     |   |             |
|-----|---|-------------|
| A.1 | $E_{amont} = p_{atm} + \rho_{air} \times 9,81 \times h + \frac{1}{2} \rho_{air} v_{amont}^2$  | 1           |
| A.2 | $E_{aval} = p_{atm} + \rho_{air} \times 9,81 \times h + \frac{1}{2} \rho_{air} v_{aval}^2$  | 0,5         |
| A.3 | $E_{éolienne} = E_{amont} - E_{aval}$<br>$E_{éolienne} = \frac{1}{2} \rho_{air} (v_{amont}^2 - v_{aval}^2)$   | 1<br>1      |
| A.4 | $P_{éolienne} = E_{éolienne} \times Q_v$<br>$watts = \frac{J}{m^3} \times \frac{m^3}{s}$  | 1<br>1      |
| A.5 | $v_{air} = \frac{v_{amont} + v_{aval}}{2}$<br>$Q_v = S \times v_{air}$<br>$P_{éolienne} = \frac{1}{2} \rho_{air} (v_{amont}^2 - v_{aval}^2) \times S \times \frac{(v_{amont} + v_{aval})}{2}$                       | 1<br>1<br>1 |
| A.6 | On lit $\frac{v_{aval}}{v_{amont}} = \frac{1}{3}$   | 1           |
| A.7 | $v_{amont} = 7 ; v_{aval} = \frac{7}{3}$<br>$P_{Max} = \frac{1}{2} \times 1,225 \times \left( 7^2 - \left( \frac{7}{3} \right)^2 \right) \times 6362 \times \frac{\left( 7 + \frac{7}{3} \right)}{2}$<br>$= 792 kW$ | 1<br>2      |
| A.8 | $E_{Max} = P_{Max} \times 365,25 \times 24 = 6943 MWh$  | 1,5         |
|     |   | <b>/14</b>  |

### PARTIE B : VITESSE FIXE OU VITESSE VARIABLE

|     |   |               |
|-----|---|---------------|
| B.1 | $C_p = 0,44$  | 1,5           |
| B.2 | $\Omega = 1,12 rad/s$<br>$N = 10,7 tr/min$  | 1<br>0,5      |
| B.3 | $P_{Gv7} = C_p \times P_{vent} = 0,44 \times \frac{1}{2} \times 1,225 \times 6362 \times 7^3$<br>$= 589,7kW$                                  | 1,5           |
| B.4 | $C_p = 0,37$<br>$P_{Gv9} = C_p \times P_{vent} = 0,368 \times \frac{1}{2} \times 1,225 \times 6362 \times 9^3$<br>$= 1045kW$                  | 1<br>1,5      |
| B.5 | Non, car $C_p$ n'est pas maximal  | 1             |
| B.6 | $C_p = 0,44$<br>$N = 13,76 tr/min$<br>$P'_{Gv9} = C_p \times P_{vent} = 0,44 \times \frac{1}{2} \times 1,225 \times 6362 \times 9^3 = 1250kW$ | 1<br>1<br>1,5 |

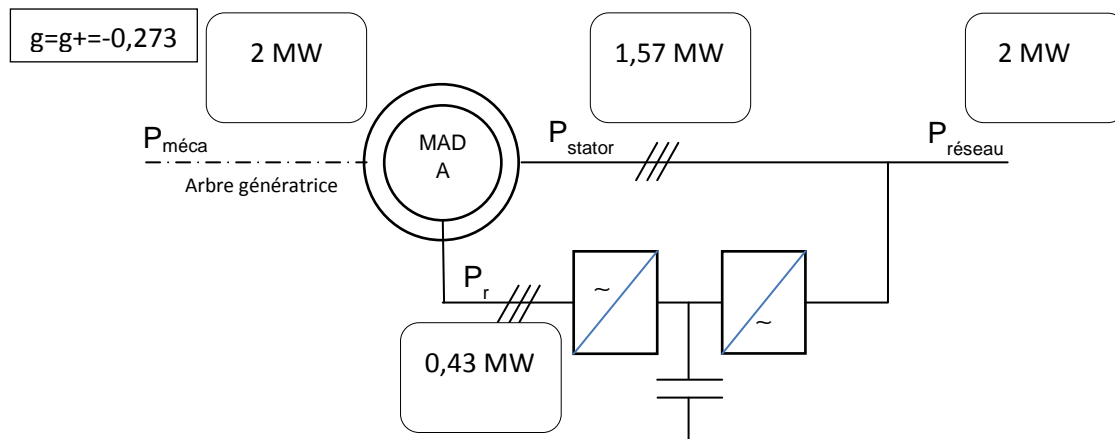
|     |  |            |
|-----|--|------------|
| B.7 | $\frac{P'_{Gv9}}{P_{Gv9}} = 1,2$<br>20% de gain en puissance en fonctionnant à vitesse variable dans l'exemple choisi. | 1,5        |
| B.8 | Variable : « 9 – 19 tr.min <sup>-1</sup> »   | 0,5        |
| B.9 | Réduction des contraintes (à-coups de couples)   | 0,5        |
|     |  | <b>/14</b> |

## PARTIE C : GENERATRICE de type « MADA »

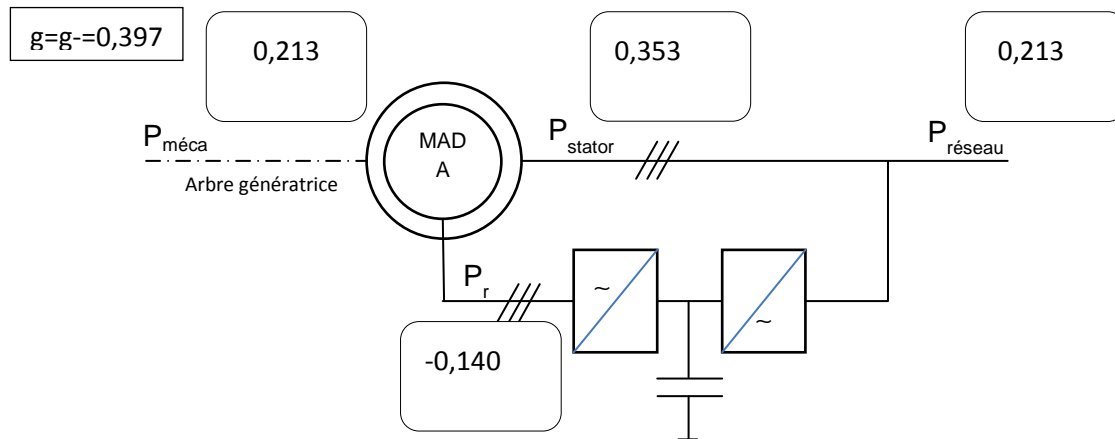
### C1 Bilan de puissance

### C2 Puissance rotorique

|       |   |             |
|-------|---|-------------|
| C.1.1 | $P_{méca} = P_{Stator} \times (1 - g)$  | 1           |
| C.1.2 | $P_{Jr} = -g \times P_{Stator}$   | 1           |
| C.1.3 | $P_{Jr} = -g \times \frac{P_{méca}}{(1 - g)}$   | 1           |
| C.2.1 | Multiplicateur : 100,5<br>9 × 100,5 = 904,5 tr/min<br>19 × 100,5 = 1909,5 tr/min          | 1<br>1<br>1 |
| C.2.2 | N <sub>s</sub> = 1500 tr/min<br>p = 2   | 1<br>1      |
| C.2.3 | $g_+ = \frac{1500 - 1909,5}{1500} = -0,273$<br>$g_- = \frac{1500 - 904,5}{1500} = +0,397$ | 1<br>1      |
| C.2.4 |   | 2           |



|       |   |     |
|-------|---|-----|
| C.2.5 | $\lambda = \frac{45 \times \frac{1}{100,5} \times \frac{2\pi \times 1909,5}{60}}{12} = 7,4613$              | 1   |
| C.2.6 | $v_{vent} = \frac{45 \times \frac{1}{100,5} \times \frac{2\pi \times 904,5}{60}}{7,4613} = 5,7 \text{ m/s}$ | 1   |
| C.2.7 | $P_{méca} = 2 \times \frac{5,7^3}{12^3} = 0,213 \text{ MW}$   | 1,5 |
| C.2.8 |   | 2   |



|       |        |            |
|-------|--------|------------|
| C.2.9 | 430 kW | 0,5        |
|       |        | <b>/18</b> |

## PARTIE D : COMMANDE ET REGULATION

### convertisseur côté réseau (onduleur MLI)

|     |   |             |
|-----|---|-------------|
| D.1 | $v_{vent} = 7,5 \text{ m/s}$<br>$P = 703,2 \text{ kW}$<br>$Q = 52,9 \text{ kVAR}$   | 1<br>1<br>1 |
| D.2 | $DPF = \cos\left(\tan^{-1}\frac{Q}{P}\right) = 0,997$   | 1,5         |
| D.3 | Identique   | 1           |
| D.4 | Dans ce cas $FP = DPF = 0,997$  | 1           |
| D.5 | La régulation ne fonctionne que pour $v_{vent} > \sim 6 \text{ m/s}$<br>A priori oui car les données constructeur ( $ FP  > 0,95$ ) sont fournies pour des vitesses comprises entre 9 et 19 tr/min (plage de régulation). Pour $\lambda=7,46$ et 9 tr/min, on obtient une vitesse de vent de 5,7m/s (début de régulation) | 2           |
| D.6 | $E = (2916 + \dots + 1508) = 132892 \text{ kWh}$<br>$Facteur\ charge = \frac{132892}{2000 \times 24 \times 10} = 0,277$   | 1<br>2      |
| D.7 | $Facteur\ charge = \frac{1258000}{709 \times 365,25 \times 24} = 0,202$<br>Même ordre de grandeur mais site de Rampont meilleur   | 2<br>0,5    |
|     |   | <b>/14</b>  |

PARTIE A : **14** points

PARTIE B : **14** points

PARTIE C : **18** points

PARTIE D : **14** points

**Soit un total de 60 points**