

BTS ÉLECTROTECHNIQUE
U41 – PRÉ-ÉTUDE ET MODÉLISATION

SESSION 2016

« TRIEUSE DE PLUME - DROUVAULT »

		Barème
PARTIE A Valider la qualité du tri.		/9,5
A.1.	Étude du mouvement de la plume.	
A.1.1	$m \cdot \frac{d\vec{V}_{\text{PLUME}}}{dt} = \vec{F} + \vec{P}$ en projetant sur l'axe vertical : $m \cdot \frac{dV_{\text{PLUME}}}{dt} = F - P$	1
A.1.2	Pour avoir un mouvement ascendant il faut $F - P > 0$ soit $F > P$ Donc $V_{\text{AIR}} > \sqrt{\frac{m \cdot g}{k \cdot S}}$	1
A.1.3	Voir document réponse 1	1,5
A.2	Réglage sur la vitesse de l'air.	
A.2.1	Le fluide étant supposé incompressible alors on a conservation du débit volumique dans les conduits de la machine où circule le fluide. Ainsi pour faire varier la vitesse on peut agir sur la section des conduits $V = \frac{Q}{S}$	1
A.2.2	Seuls les conduits où le fluide circule de manière ascendante participent au tri. D'après l'annexe 1, les conduits ①, ③, ⑤ et ⑦. Rem : le conduit ⑨ ni participe pas.	1
A.2.3	Section du conduit ① : $S_1 = 25 \cdot 10^{-2} \cdot 4 = 1 \text{ m}^2$. $V_{\text{AIR}} \text{ ①} = \frac{Q}{S_1} = \frac{2}{(4 \cdot 25 \cdot 10^{-2})} = 2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} < 3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ On a $V_{\text{AIR}} \text{ ①} = 2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} < 3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ donc les grandes plumes ne peuvent pas circuler dans le conduit ①.	2
A.2.4	Pour que dans la catégorie duvet, on ne trouve que du duvet il faut que la vitesse de l'air dans le conduit ⑦ soit inférieure à $0,9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. $V_{\text{AIR}} \text{ ⑦} = \frac{Q}{S_7} = \frac{2}{(4 \cdot 57 \cdot 10^{-2})} = 0,88 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} < 0,9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	2

		Barème
PARTIE B Optimiser la consommation énergétique de l'aspiration principale.		/8
B.1.	Dimensionnement du moteur d'aspiration.	
B.1.1	Voir document réponse 2 . La courbe de la turbine à exploiter est celle à $3000 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$. Ainsi le point de fonctionnement évolue du point P1 à P2	1
B.1.2	La plage de débit varie de $1,5$ à $3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Dans ce cas la puissance absorbée par la turbine évolue de $10,5$ à $17,5 \text{ kW}$. Donc le moteur doit avoir une puissance utile nominale de $17,5 \text{ kW}$ à $3000 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$.	1,5
B.1.3	Le fait de choisir une puissance utile moteur de 15 kW à $3000 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$ va obliger à limiter le débit volumique maximum disponible à $2,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.	1
B.2	Étude comparative Registre à ventelles - variateur de vitesse.	
B.2.1	On obtient le point de fonctionnement P3 donc $P_u = 15 \text{ kW}$.	0,5
B.2.2	Pour trouver le point de fonctionnement, on cherche la courbe de la turbine qui passe par le point de fonctionnement défini par la courbe à le registre ouvert (donc sans effet du registre) à $2,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. On obtient une turbine tournant à $2500 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$ (soit une fréquence du variateur de $41,7 \text{ Hz}$)	2

	Pour la puissance utile moteur on exploite la courbe à 2500 tr.min ⁻¹ et Q = 2,5 m ³ .s ⁻¹ . On obtient Pu = 10 kW	
B.2.3	Gain = (15-10)/15 = 33%	1
B.2.4	L'emploi du variateur permet un gain substantiel sur la consommation énergétique du moteur. Même si le coût d'un variateur et de ses options est impactant par rapport à un registre à ventelles, l'amortissement du variateur est vite réalisé.	1

PARTIE C Temps d'arrêt des agitateurs des chambres basses.		Barème
		17
C.1	$J_{A/\Delta} = J_{A/\Delta 1} \cdot \left(\frac{\Omega_{\Delta 1}}{\Omega_{\Delta}} \right)^2 = J_{A/\Delta 1} \cdot r^2 = 7,81 \cdot 10^{-3} \text{ Kg.m}^2$	1
C.2	$J_{T/\Delta} = J_{A/\Delta} + J_{M/\Delta} = 8,26 \cdot 10^{-3} \text{ Kg.m}^2$ sachant que le moment d'inertie du réducteur est négligé.	1
C.3	$C_U - C_{R/\Delta} = J_{T/\Delta} \cdot \frac{d\Omega_M}{dt}$ ici $\Omega_M = \Omega_{\Delta}$	2
C.4	Le moteur n'est pas alimenté donc $C_U = 0 \text{ N.m}$ Ainsi $-C_{R/\Delta} = J_{T/\Delta} \cdot \frac{d\Omega_M}{dt}$ dans la phase d'arrêt en roue libre	1
C.5	$\Omega_{M0} = \frac{\pi}{30} \cdot N_{M0} = 146,6 \text{ rad.s}^{-1}$ A t=t1 on a $\Omega_M(t_1) = 0$ donc $t_1 = \Omega_{M0} \cdot \frac{J_{T/\Delta}}{C_{R/\Delta}} \approx 3,2 \text{ s}$	1
C.6	L'opérateur peut avancer sa main avant que le mécanisme soit à l'arrêt. On note donc une situation dangereuse.	1

PARTIE D Étude du variateur.		Barème
		10,5
D.1.	Influence du variateur sur les caractéristiques du réseau de distribution électrique.	
D.1.1	L'ensemble {variateur + moteur} se comporte comme une charge non linéaire car le courant i_1 dans la phase est périodique mais non sinusoïdal alors que la tension v_1 est périodique et sinusoïdal.	1
D.1.2	Voir document réponse 4 . L'annexe 2 donne la fréquence du fondamental soit 50 Hz. Ensuite il suffit d'exploiter l'annexe 3 avec valeur eff = amplitude / $\sqrt{2}$	2
D.1.3	$I_1 = \sqrt{I_F^2 + I_5^2 + I_7^2 + I_{11}^2 + I_{13}^2 + I_{17}^2 + I_{19}^2} = 27,7 \text{ A}$	1
D.1.4	$\text{THD}_i (\%) = 100 \frac{\sqrt{I_5^2 + I_7^2 + I_{11}^2 + I_{13}^2 + I_{17}^2 + I_{19}^2}}{I_F} = 135\%$ Cette pollution harmonique est très importante sachant que la valeur idéale est 0%. On peut ajouter des filtres anti-harmoniques en amont du variateur.	1
D.2.	Bilan de puissance.	
D.2.1	$\phi_{1F} = 0^\circ$	0,5
D.2.2	$P_1 = V_1 \cdot I_F \cdot \cos \phi_{1F} = \frac{400}{\sqrt{3}} \cdot 16,5 \cdot 1 = 3,81 \text{ kW}$ Donc $P_T = 3 \cdot P_1 = 11,4 \text{ kW}$	1
D.2.3	Bilan des puissances : $Q_1 = V_1 \cdot I_F \cdot \sin \phi_{1F} = 0 \text{ var}$ donc $Q_T = 0 \text{ var}$ $S_T = 3 \cdot V_1 \cdot I_1 = 3 \cdot \frac{400}{\sqrt{3}} \cdot 27,7 = 19,2 \text{ kVA}$	3

	$S_T = \sqrt{P_T^2 + Q_T^2 + D_T^2} \Rightarrow D_T = \sqrt{S_T^2 - P_T^2 - Q_T^2} = 15,4 \text{ kVAD}$ $f_p = \frac{P_T}{S_T} \approx 0,6$ <p>Ce facteur de puissance est très mauvais. Le bureau d'étude pourrait être amené à mettre en place une solution de confinement de la pollution dans le cas où le facteur de puissance global de l'entreprise serait trop défavorable.</p>	
D.2.4	Pour choisir la protection en amont du variateur, seul est à prendre en compte la puissance apparente nominale du variateur (32kVA) dans ce cas on obtient un courant de ligne de 46,2A	1

		Barème
PARTIE E Étude thermique.		15
E.1	$S = 2 \cdot (2 \cdot 1,6 + 2 \cdot 0,6 + 1,6 \cdot 0,6) = 10,72 \text{ m}^2$	1,5
E.2	$\Delta T = \frac{1}{5,5 \cdot 9,264} \cdot 710 = 13,9^\circ\text{C}$ <p>Donc $T_{\text{IMAX}} = \Delta T + T_{e_{\text{MAX}}} = 43,9^\circ\text{C}$ et $T_{\text{IMIN}} = \Delta T + T_{e_{\text{MIN}}} = 28,9^\circ\text{C}$ On a $T_{\text{IMIN}} > T_{s_{\text{MIN}}}$ (24 °C) donc ce critère est respecté Par contre $T_{\text{IMAX}} > T_{s_{\text{MAX}}}$ (40 °C) donc il va falloir mettre une solution afin de réduire T_{IMAX}.</p>	3,5

PARTIE A : 9,5 points (24 %) sur 7 questions

PARTIE B : 8 points (20 %) sur 7 questions

PARTIE C : 7 points (17 %) sur 6 questions

PARTIE D : 10,5 points (26 %) sur 8 questions

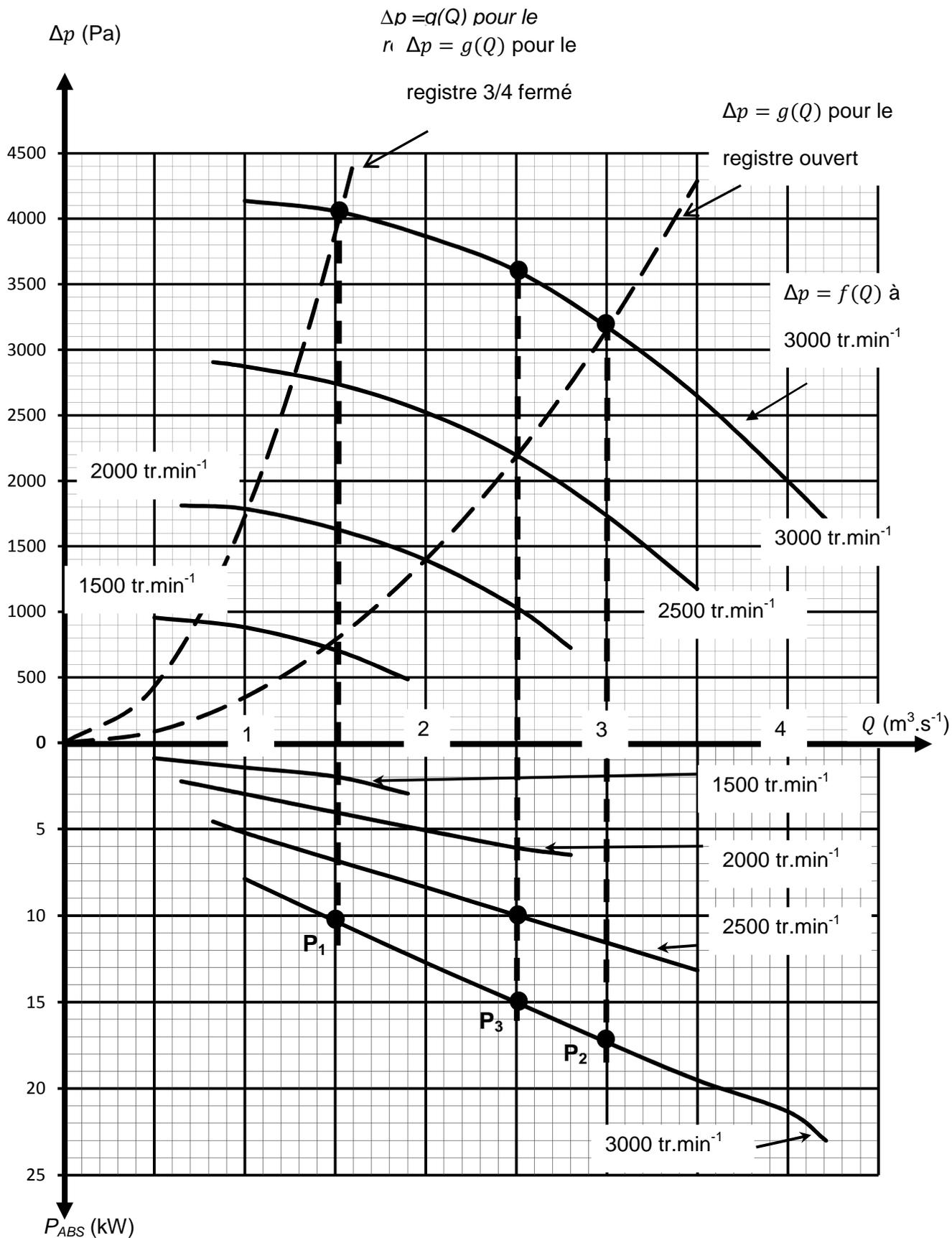
PARTIE E : 5 points (13 %) sur 3 questions

Soit un total de 40 points sur 31 questions

Document réponse 1

Vitesse V_{AIR} du fluide (m.s^{-1})	Type(s) de plume déplacé(s)
4	Grande Plume, plumette et duvet
1,5	Plumette et duvet
0,8	duvet

Document réponse 2



Document réponse 3

P1

P4'

rang	19	17	15	13	11	9	7	5	3	fondamental
Fréquence (Hz)	950	850	750	650	550	450	350	250	150	50
Valeur efficace (A)	1,06	2,36	0	6,36	8,27	0	13,2	14,4	0	16,5