

BTS ÉLECTROTECHNIQUE
U41 – PRÉ-ÉTUDE ET MODÉLISATION
SESSION 2016

« MISE EN SÉCURITÉ DU TUNNEL DE NEUILLY »

PARTIE A DIMENSIONNEMENT DES MOTO-VENTILATEURS.	
A.1.1	$Q_{min} = 80 + 1,5 \times 67,5 = 182 \text{ m}^3/\text{s}$
A.1.2	$Q_{bouche} = v \cdot S = 15 \times 0,5 \times 0,2 = 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{max} = 176 \cdot Q_{bouche} = 264 \text{ m}^3/\text{s}$
A.1.3	Les deux ventilateurs peuvent assurer un débit de $2 \times 125 = 250 \text{ m}^3/\text{s}$ Ce débit est bien compris entre Q_{min} et Q_{max} .
A.2.1	Le fluide est incompressible et le régime est permanent donc le débit volumique se conserve. $Q_v = v_A \cdot S = v_B \cdot S$ La section étant constante : $v_A = v_B$
A.2.2	$P_{vent} = Q_v \cdot \Delta p$
A.2.3	$P_{vent} = 125 \cdot 2000 = 250 \text{ kW}$
A.3.1	Voir point de fonctionnement sur le document réponse 1; La position de pales n°13 permet d'obtenir le point de fonctionnement.
A.3.2	Graphiquement : $P_{méca} = 350 \text{ kW}$
A.3.3	$\eta = \frac{250}{350} = 71 \%$ conforme au rendement annoncé par le fabricant.

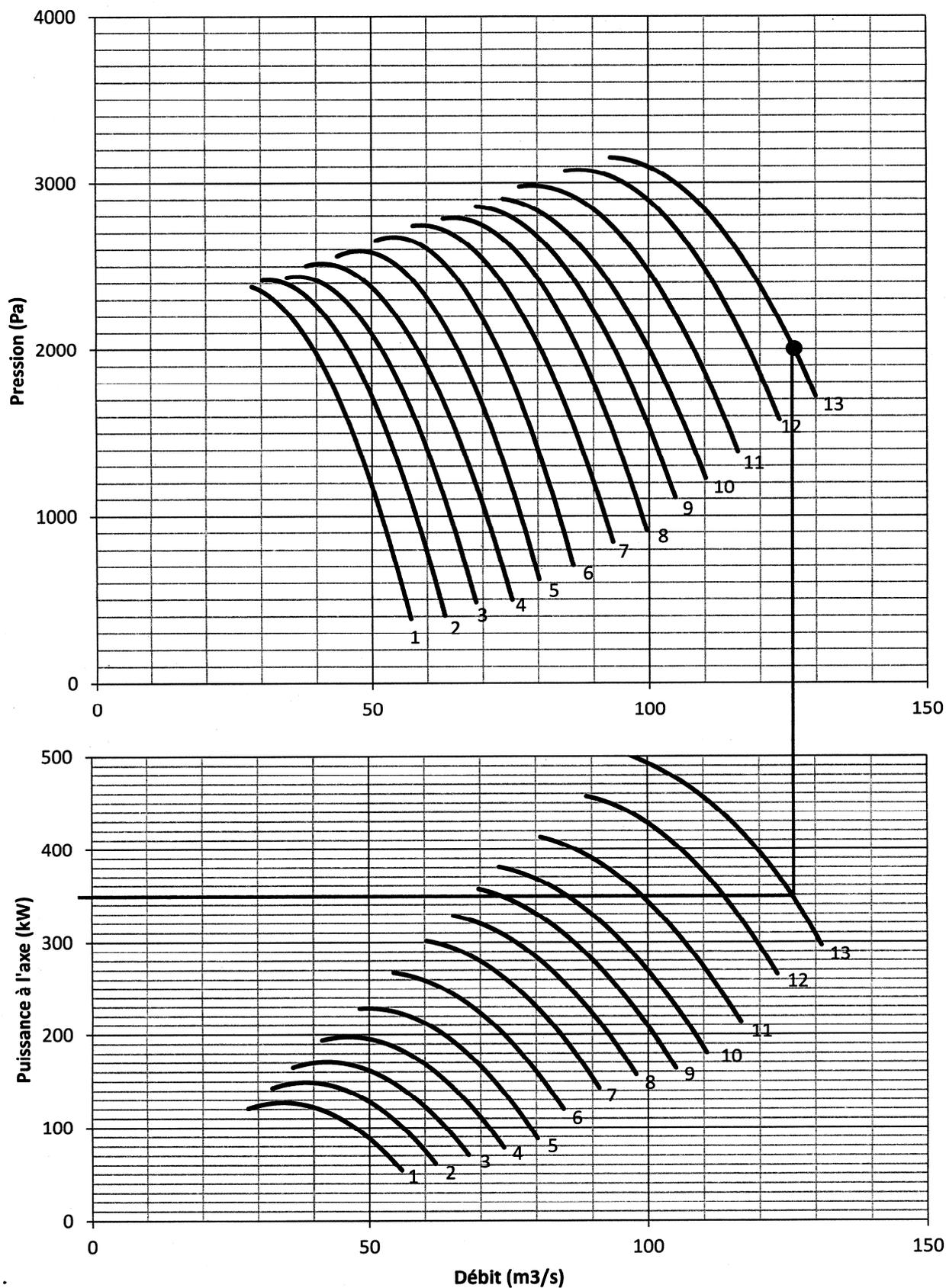
PARTIE B POINTS DE FONCTIONNEMENT DE LA VENTILATION.	
B.1	$N_s = \frac{f}{p} 60 = \frac{50}{2} 60 = 1500 \text{ tr/min}$ $g = \frac{N_s - N}{N_s} = 0,533 \%$ $P = \sqrt{3} U I \cos \varphi = \sqrt{3} 400 \cdot 634 \cdot 0,85 = 373 \text{ kW}$ $C_{un} = \frac{P_{un}}{\Omega_n} = \frac{355 \cdot 10^3}{2\pi \frac{1492}{60}} = 2,27 \text{ kN.m}$ $\eta = \frac{355}{373} = 95 \%$
B.2.1	Caractéristique (D) sur le document réponse 2.
B.2.2	Lorsque la fréquence f diminue, la caractéristique mécanique du moteur asynchrone se translate vers la gauche.
B.2.3	Points de fonctionnement P ₂ et P ₄ sur le document réponse 2. Caractéristiques (D ₂) et (D ₄) sur le document réponse 2.
B.2.4	$f_2 = p \frac{N_{s2}}{60} \approx 2 \frac{660}{60} \approx 22 \text{ Hz}$ $f_4 \approx 50 \text{ Hz}$ $U_2 = 400 \frac{22}{50} = 176 \text{ V}$ $U_4 = 400 \text{ V}$ <p>La vitesse négative est obtenue en changeant l'ordre des phases ses tensions d'alimentation.</p>
B.2.5	$P_{u2} = 445 \times \frac{660 \cdot 2\pi}{60} = 31 \text{ kW}$ $P_{u4} = 2270 \times \frac{1500 \cdot 2\pi}{60} = 360 \text{ kW}$
B.2.6	La ventilation sanitaire nécessite une puissance mécanique très inférieure à la puissance nominale de la machine asynchrone. Cette dernière est utilisée pour le fonctionnement en désenfumage.

PARTIE C VARIATEUR DE VITESSE.	
C.1.1	Etage 1 : redresseur (conversion alternatif-continu). Etage 2 : filtre. Etage 3 : onduleur (conversion (continu-alternatif).
C.1.2	Voir document réponse 3.
C.1.3	Voir document réponse 3.
C.1.4	Commande à Modulation de Largeur d'Impulsions.
C.1.5	$f = \frac{1}{0,022} = 45 \text{ Hz}$ $I = \frac{\hat{i}}{\sqrt{2}} = \frac{912}{\sqrt{2}} = 645 \text{ A ou}$ $I = \frac{\hat{I}}{\sqrt{2}} = \frac{900}{\sqrt{2}} = 636 \text{ A}$
C.1.6	$I \cong I_n$: très légère surcharge du moteur durant cet essai.
C.2.1	$J = 7,4 + 85 = 92,4 \text{ kg.m}^2$
C.2.2	$\frac{d\Omega}{dt} = -\frac{2\pi 850}{60 \cdot 17} = -5,24 \text{ rad.s}^{-2}$
C.2.3	$J \frac{d\Omega}{dt} = C_{MAS} - C_R$ $C_{MAS} = J \frac{d\Omega}{dt} + C_R = J \frac{d\Omega}{dt} + k\Omega^2$
C.2.4	$C_{MAS} = 92,4 \times (-5,24) + 0,092\Omega^2 = -484 + 0,092\Omega^2$
C.2.5	Graphiquement $N=700 \text{ tr/min}$ donc $\Omega=73,3 \text{ rad/s}$ D'après l'équation de C.2.4, pour $C_{MAS} = 0$ on obtient $\Omega=72,5 \text{ rad/s}$
C.2.6	Pour $0 < t < 3\text{s}$: $P_{MAS} > 0$, fonctionnement en moteur de la MAS. Pour $3 < t < 17\text{s}$: $P_{MAS} < 0$, fonctionnement en génératrice de la MAS. La machine absorbe de l'énergie mécanique et renvoie, après conversion, de l'énergie électrique vers le variateur.
C.2.7	L'étage redresseur à diodes n'est pas réversible.
C.2.8	$W_{Ci} = \frac{1}{2} 220 \cdot 10^{-3} \cdot 570^2 = 35,7 \text{ kJ.}$ $W_{Cf} = 35,7 + 90 = 126 \text{ kJ.}$ $U_{DCf} = \sqrt{\frac{2W_{Cf}}{C}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 126 \cdot 10^3}{220 \cdot 10^{-3}}} = 1070 \text{ V.}$ <p>$U_{DCf} > 750 \text{ V}$ donc le variateur se met en défaut. Ajouter un hacheur de dissipation avec résistance de freinage ou rendre réversible l'étage n°1 (redresseur à absorption sinusoïdal).</p>

PARTIE D TRANSFORMATEUR HTA/BT.	
D.1.1	$S_{max} = 2 \times 439 + 24 + 127 + 218 = 1247 \text{ kVA}$
D.1.2	$S_{max} < 1250 \text{ kVA}$
D.2.1	$m = \frac{U_{20}}{U_{1n}} = \frac{410}{2000} = 0,0205$ $I_{1n} = \frac{S_n}{\sqrt{3} U_{1n}} = 36,1 \text{ A}$ $I_{2n} = \frac{S_n}{\sqrt{3} U_{20}} = \frac{I_{1n}}{m} = 1760 \text{ A}$
D.2.2	<p>D.2.2.1. $U_{1cc} = 0,06 \cdot 20000 = 1200 \text{ V}$</p> <p>D.2.2.2. Pertes cuivre</p> <p>D.2.2.3. $R_s = \frac{P_{1cc}}{3 I_{2cc}^2} = 1,83 \text{ m}\Omega$</p> $Z_s = \frac{m U_{1cc}}{\sqrt{3} I_{2cc}} = 8,07 \text{ m}\Omega$
D.3.1	$I_{2ccn} = \frac{m U_{1n}}{\sqrt{3} \cdot Z_s} = 29,3 \text{ kA}$
D.3.2	Les trois pouvoirs de coupure proposés permettent d'interrompre le courant de court-circuit calculé.

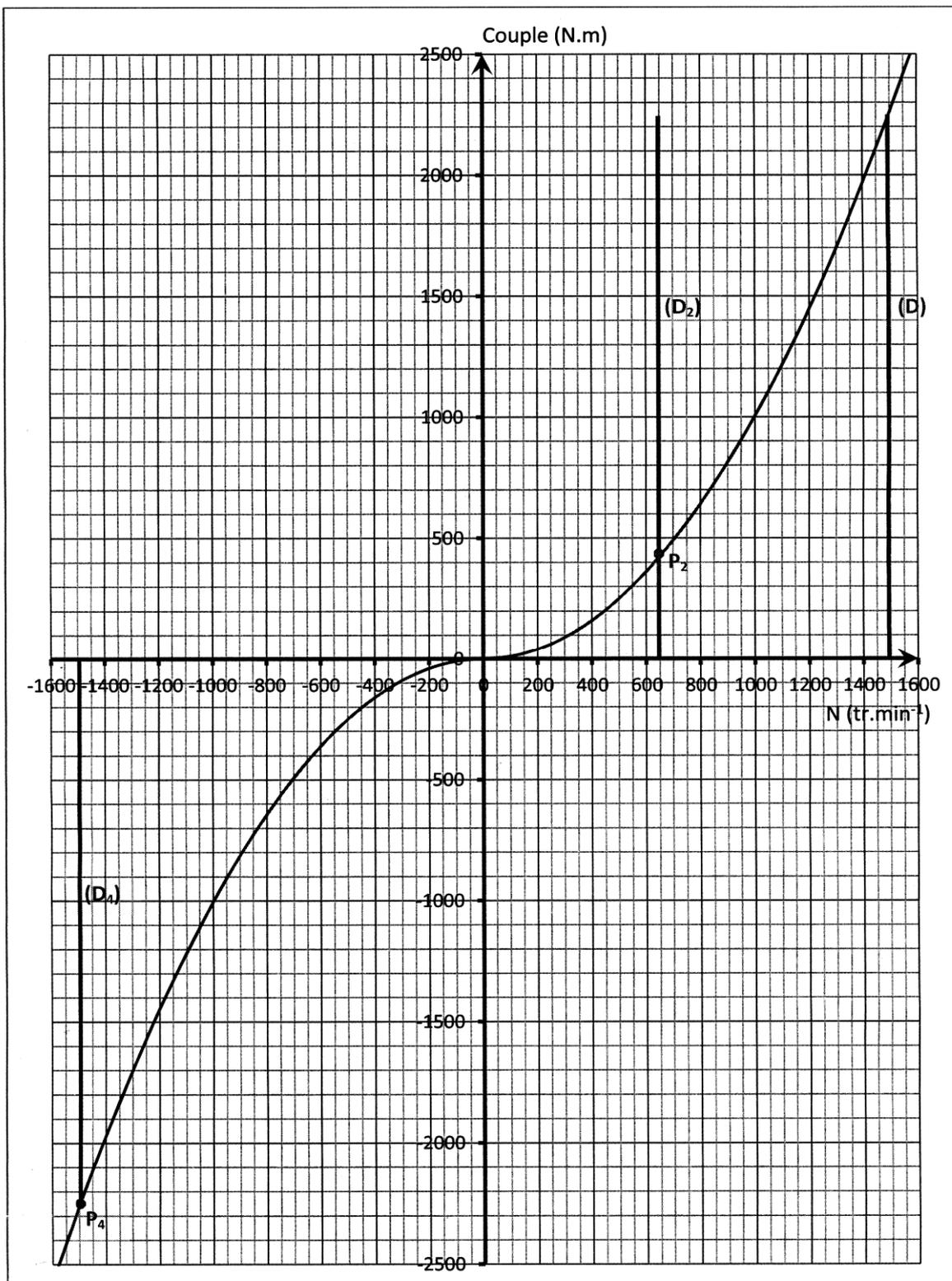
Document réponse 1

Courbes caractéristiques de fonctionnement du ventilateur



Document réponse 2

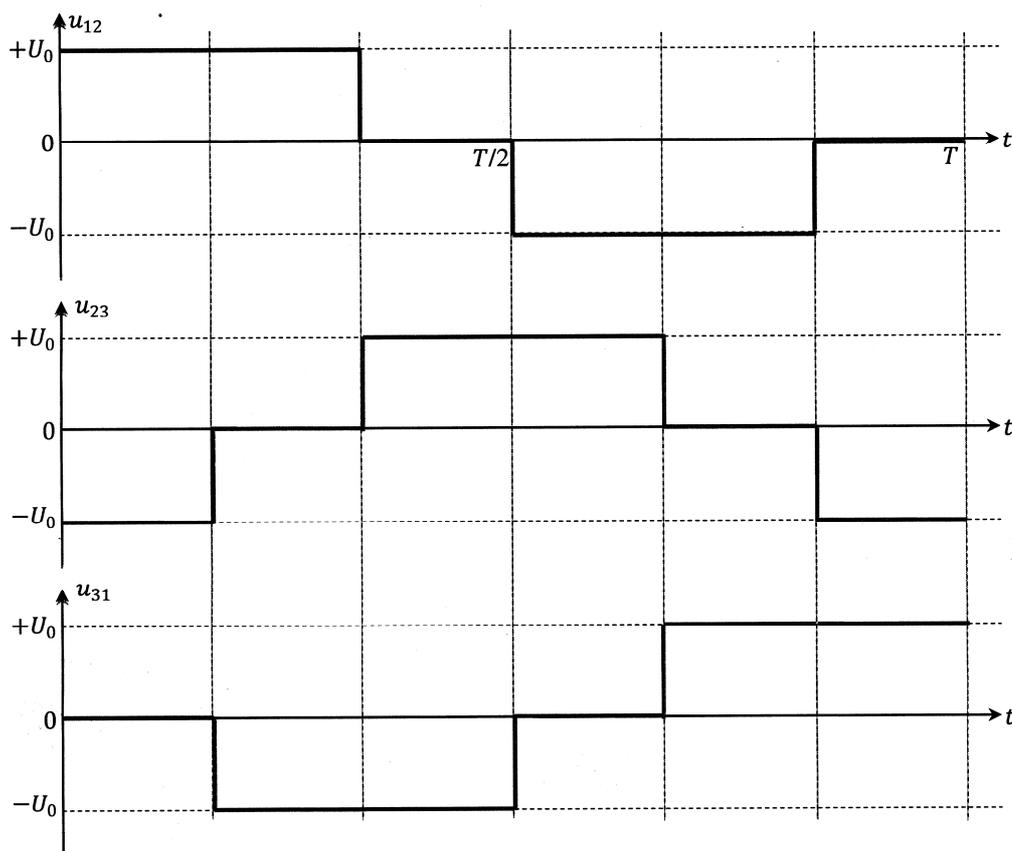
Caractéristiques mécanique du ventilateur



Document réponse 3

Mode désenfumage : chaque IGBT est commandé pendant l'intervalle de temps hachuré

T1						
T2						
T3						
T4						
T5						
T6						



Ventilation sanitaire : hachurer les intervalles de conduction permettant l'inversion du sens de rotation

T1						
T2						
T3						
T4						
T5						
T6						