

# CORRIGE

**Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.**

**PROBLÈME 1 : MÉCANIQUE DES FLUIDES (7 points)**

1 -  $P_A = P_C = 1,00 \times 10^5$  Pa car ces points sont en contact avec l'air.

2 -

$$2.1 - v_B = \frac{q_v}{S} = \frac{q_v}{\frac{\pi \times D^2}{4}}$$

$$2.2 - v_B = \frac{2,5}{\frac{\pi \times 1^2}{4}} = 3,18 \text{ m/s}.$$

$$3 - R = \frac{v \cdot D}{\nu} = \frac{3,18 \times 1}{1 \times 10^{-6}} = 3180000.$$

$R \geq 40000$  donc l'écoulement est de type turbulent rugueux.

4 - Théorème de Bernoulli :  $(P_B - P_A) + g \cdot \rho \cdot (z_B - z_A) + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot (v_B^2 - v_A^2) = \frac{P}{q_v} - \Delta p.$

avec :  $P_B = 5 \text{ bar} = 5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$z_A = 750 \text{ m}$$

$$v_A = 0 \text{ m/s}$$

$$P_A = 1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$z_B = 600 \text{ m}$$

$$v_B = 3,18 \text{ m/s}$$

$P = 0$  car il n'y a pas de machine entre les points A et B.

$$-\Delta p = (P_B - P_A) + g \cdot \rho \cdot (z_B - z_A) + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot (v_B^2 - v_A^2).$$

$$-\Delta p = (5 \cdot 10^5 - 1 \cdot 10^5) + 9,81 \times 1000 \times (600 - 750) + \frac{1}{2} \times 1000 \times (3,18^2 - 0^2).$$

$$-\Delta p = -1\,066\,444 \text{ Pa}.$$

$$\rightarrow \Delta p = 1\,066\,444 \text{ Pa} = 10,7 \text{ bar}.$$

5 -

5.1 - TH de Bernoulli :  $(P_C - P_B) + g \cdot \rho \cdot (z_C - z_B) + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot (v_C^2 - v_B^2) = \frac{P}{q_v} - \Delta p.$

avec :  $P_B = 5 \text{ bar} = 5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$z_C = 600 \text{ m}$$

$$v_C = 0 \text{ m/s}$$

$$P_C = 1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$z_B = 600 \text{ m}$$

$$v_B = 3,18 \text{ m/s}$$

$\Delta p = 0$  car on néglige les pertes de charge.

$$w_{BC} = -405 \text{ J.Kg}^{-1}.$$

5.2 - L'énergie est négative car l'eau en fournit à la turbine donc c'est cette dernière qui en reçoit.

5.3 -  $q_v \cdot [(P_C - P_B) + g \cdot \rho \cdot (z_C - z_B) + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot (v_C^2 - v_B^2)] = P.$

$$P = 2,5 \times [(1 \cdot 10^5 - 5 \cdot 10^5) + 9,81 \times 1000 \times (0 - 0) + \frac{1}{2} \times 1000 \times (0^2 - 3,18^2)].$$

$$\rightarrow P = -1\,012\,640 \text{ W} \approx -1 \text{ MW}$$

**PROBLÈME 2 : CHAÎNE D'ALIMENTATION D'UN MOTEUR (10 points)**

**1 - L'alternateur**

1.1 - Conversion mécanique/électrique.

1.2 -  $\eta = \frac{P_U}{P_A} \rightarrow P_U = \eta \times P_A = 0,9 \times 1 \times 10^6 = 9.10^5 \text{ W} = 900 \text{ kW}.$

car  $P_{U \text{ turbine}} = P_{A \text{ alternateur}}.$

La puissance utile de l'alternateur est de type électrique.

1.3 -  $P_P = P_A - P_U = 1.10^6 - 9.10^5 = 100000 \text{ W} = 100 \text{ kW}.$

1.4 -  $n = \frac{f}{p} \rightarrow n = \frac{f}{p} = \frac{50}{12} = 4,17 \text{ tr/s} = 250 \text{ tr/min}.$

**2 - Le transformateur**

2.1 -  $m = \frac{N_2}{N_1} = \frac{20}{100} = 0,2.$

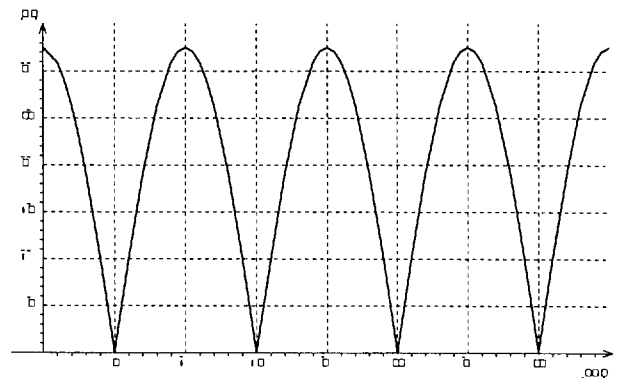
2.2 -  $U_2 = m \times U_1 = 0,2 \times 1150 = 230 \text{ V}.$

2.3 - Le transformateur est de type abaisseur de tension car  $U_2 < U_1.$

**3 - Le pont redresseur**

3.1 - La conversion est de type alternatif – continu.

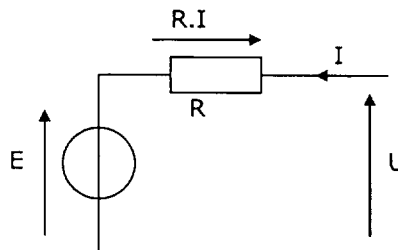
3.2 -



3.3 - On ajoute une bobine en série dans le circuit pour lisser le courant.

**4 - Le moteur à courant continu**

4.1 -



4.2 -

4.2.1 -  $E_N = U_N - R \times I_N = 220 - 0,5 \times 18 = 211 \text{ V}.$

4.2.2 -  $P_{AN} = U_N \times I_N = 220 \times 18 = 3960 \text{ W}.$

4.2.3 -  $\eta_N = \frac{P}{P_{AN}} = \frac{3000}{3960} = 0,76 = 76 \%$ .

4.3 - On a vu que :  $E = K \cdot \phi \cdot \Omega$

avec  $K$  constante de la machine  $\phi$  flux sous un pôle  $\Omega$  vitesse de rotation en rad/s.

On a :  $\rightarrow K$  est une constante.

$\rightarrow \phi$  est une constante car le moteur est à aimants permanents.

$\rightarrow \Omega = \frac{2\pi \cdot n}{60}$  avec  $\Omega$  en rad/s et  $n$  en t/min.

Donc :  $E = K \cdot \phi \cdot \Omega = K \cdot \phi \cdot \frac{2\pi \cdot n}{60} = k \cdot n$  avec  $k = K \cdot \phi \cdot \frac{2\pi}{60}$ .

On calcule la valeur de  $k$  :  $k = \frac{E}{n} = \frac{E_N}{n_N} = \frac{211}{1500} = 0,14$  SI.

4.4 -

4.4.1 -  $E = U - R \times I = 207 - 0,5 \times 16 = 199$  V.

4.4.2 -  $E$  et  $n$  sont proportionnelles donc on peut calculer :

$E_N = 211$  V  $\rightarrow n_N = 1500$  tr/min.

$E = 199$  V  $\rightarrow n = 1415$  tr/min.

### PROBLÈME 3 : THERMODYNAMIQUE (3 points)

1 - Transformation isobare :

$\rightarrow P_B = P_A = 1$  bar

$\rightarrow V_B = 2 \times V_A = 2 \times 0,020 = 0,040$  m<sup>3</sup>

$\rightarrow \frac{V_B}{T_B} = \frac{V_A}{T_A}$  donc  $T_B = \frac{T_A}{V_A} \times V_B = \frac{273}{0,020} \times 0,040 = 546$  K

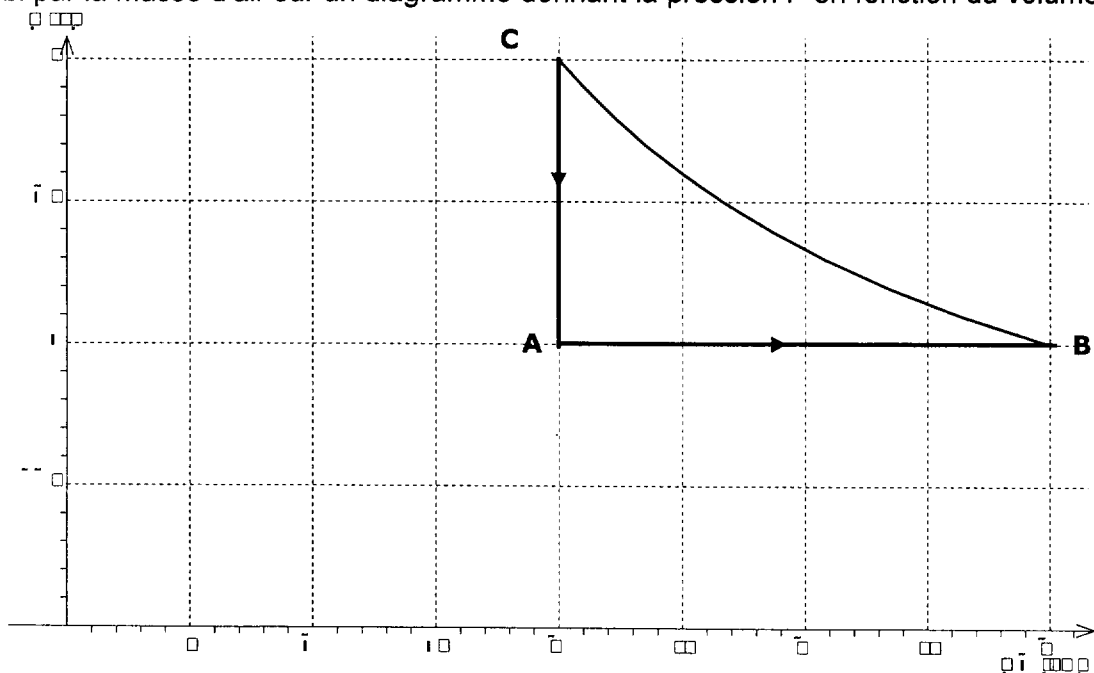
2 - Compression isotherme :

$\rightarrow T_C = T_B = 546$  K

$\rightarrow V_C = V_A = 0,020$  m<sup>3</sup>

$\rightarrow P_C \cdot V_C = P_B \cdot V_B$  donc  $P_C = \frac{P_B \cdot V_B}{V_C} = \frac{1 \cdot 10^5 \times 0,040}{0,020} = 2 \cdot 10^5$  Pa

3 - Cycle subi par la masse d'air sur un diagramme donnant la pression  $P$  en fonction du volume  $V$ .



**BAREME**

<b>PROBLEME 1 - MECANIQUE DES FLUIDES (7 POINTS)</b>			
	<b>1.1</b>	valeurs de $P_A$ et de $P_C$	0,5
	<b>2.1/2.2</b>	Expression et calcul de $v_B$	1
	<b>3</b>	calcul de $R$	1
		régime d'écoulement	0,5
	<b>4</b>	application théorème de Bernoulli	1
		calcul de $\Delta p$	0,5
	<b>5.1</b>	application théorème de Bernoulli - calcul de $w_{BC}$	1
	<b>5.2/5.3</b>	Signe de $w_{BC}$ + calcul de $P$	1,5
<b>TOTAL DU PROBLEME 1</b>			<b>7</b>
<b>PROBLEME 2 - CHAINE D'ALIMENTATION D'UN MOTEUR (10 POINTS)</b>			
<b>1 - L'ALTERNATEUR</b>			<b>2</b>
	<b>1.1</b>	Conversion mécanique / électrique	0,5
		Calcul de $P_U$	0,5
	<b>1.2</b>	Calcul de la puissance perdue	0,5
	<b>1.3</b>	Calcul de la vitesse $n$	0,5
<b>2 - LE TRANSFORMATEUR</b>			<b>1,25</b>
	<b>2.1</b>	Calcul de $m$ le rapport de transformation	0,25
	<b>2.2</b>	Calcul de la tension $U_2$	0,5
	<b>2.3</b>	Type du transformateur	0,5
<b>3 - LE PONT REDRESSEUR</b>			<b>2</b>
	<b>3.1</b>	Type de conversion	0,5
	<b>3.2</b>	Graphe de $e(t)$ et de $v(t)$ (unité, échelle, forme)	1
	<b>3.3</b>	Ajout d'une bobine de lissage	0,5
<b>4 - LE MOTEUR A COURANT CONTINU</b>			<b>4,75</b>
	<b>4.1</b>	schéma équivalent	0,5
		flèches	0,5
	<b>4.2.1</b>	calcul de $E_N$	0,5
	<b>4.2.2</b>	calcul de $P_{AN}$	0,5
	<b>4.2.3</b>	calcul de $\eta_N$	0,5
	<b>4.3</b>	formule $E = K \cdot \phi \cdot \Omega$	1
		calcul de $k$	0,25
	<b>4.4.1</b>	a) calcul de $E$	0,5
	<b>4.4.2</b>	b) calcul de $n$	0,5
<b>TOTAL DU PROBLEME 2</b>			<b>10</b>
<b>PROBLEME 3 - THERMODYNAMIQUE (3 POINTS)</b>			
	<b>1</b>	Calculs de $P_B$ , $V_B$ et $T_B$	3 x 0,25
	<b>2</b>	Calculs de $P_C$ , $V_C$ et $T_C$	3 x 0,25
	<b>3</b>	Tracé du graphe (unités, échelle, tracé)	1,5
<b>TOTAL DU PROBLEME 3</b>			<b>3</b>
<b>TOTAL DES PROBLEMES</b>			<b>20</b>