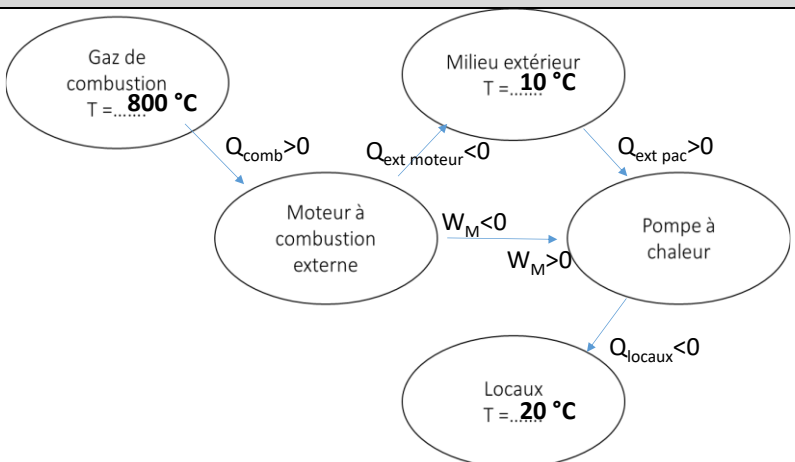
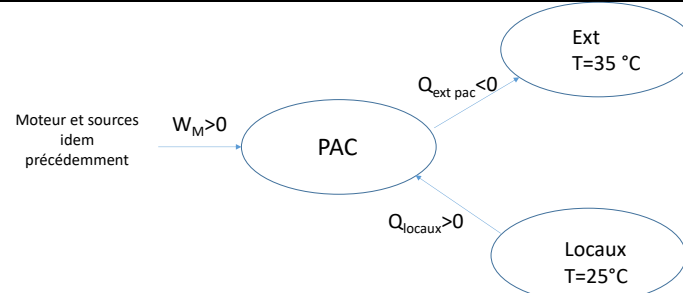


	Correction	Barème
I. Etude de la combustion des déchets		Total 12
I.1. (0,5 pt)	$C_{10}H_8O_{4(s)} + 10 O_{2(g)} \rightarrow 4 H_2O_{(g)} + 10 CO_{2(g)}$	0,5
I.2. (2pts)	$\Delta_{comb} \bar{H}_{298}^0 = 10 \Delta_f \bar{H}_{298}^0 (CO_2) + 4 \Delta_f \bar{H}_{298}^0 (H_2O) - 10 \Delta_f \bar{H}_{298}^0 (O_2) - \Delta_f \bar{H}_{298}^0 (PET)$ $\Delta_f \bar{H}_{298}^0 (PET) = 10 \Delta_f \bar{H}_{298}^0 (CO_2) + 4 \Delta_f \bar{H}_{298}^0 (H_2O) - 10 \Delta_f \bar{H}_{298}^0 (O_2) - \Delta_{comb} \bar{H}_{298}^0$ $\Delta_f \bar{H}_{298}^0 (PET) = 10 \times -393,5 + 4 \times -241,8 - 10 \times 0 + 5580 = 677,8 \text{ kJ.mol}^{-1}$ <p>La réaction de formation du PET est : $10 C_{(gr)} + 2 O_{2(g)} + 4 H_{2(g)} \xrightarrow{298 \text{ K}; 1 \text{ bar}} C_{10}H_8O_{4(s)}$</p>	<p>1</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p>
I.3 (4,5pts)	<p>Utilisation de la loi de Hess :</p> $\Delta_{comb} \bar{H}_{723}^0 = 10 \bar{C}_p(O_2)(298 - 723) + \bar{C}(PET_{liq})(528 - 723) - \Delta_{fus} H + \bar{C}(PET_{sol})(298 - 528) +$ $\Delta_{comb} \bar{H}_{723}^0 + 10 \bar{C}_p(CO_2)(723 - 298) + 4 \bar{C}_p(H_2O)(723 - 298)$ $\Delta_{comb} \bar{H}_{723}^0 = 10 \times 29,1 \times (298 - 723) + 259,2 \times (528 - 723) - 117,6 \times (10 \times 12 + 8 + 4 \times 16) +$ $211,2 \times (298 - 528) - 5,58 \cdot 10^6 + 10 \times 37,1 \times (723 - 298) + 4 \times 33,6 \times (723 - 298)$ $\Delta_{comb} \bar{H}_{723}^0 = -5,61 \cdot 10^6 \text{ J.mol}^{-1}$ <p>Erreur : $\text{Erreur} = \frac{ 5,58 - 5,61 }{5,58} \times 100 = 0,54 \%$, soit une erreur < 1 %</p>	<p>2 TOR</p> <p>1</p> <p>1 (AN)</p> <p>0,5</p>
I.4 (4pts)	<p>Utilisation de H fonction d'état, car sous une pression constante, $\Delta H = Q_p$ Le bilan thermique s'écrit donc :</p> $\Delta_{comb} \bar{H}_{298}^0 + [(n-10) \bar{C}_p(O_2) + 4n \bar{C}_p(N_2) + 10 \bar{C}_p(CO_2) + 4 \bar{C}_p(H_2O)] \times [1673 - 298] = 0$ $-5,58 \cdot 10^6 + [(n-10) \times 29,1 + 116,4n + 10 \times 37,1 + 4 \times 33,6] \times [1673 - 298] = 0$ $n = \frac{5,58 \cdot 10^6}{(1673 - 298) \times 145,8} - 214,1 = 26,4$ <p>Le rapport molaire $n(O_2)/n(PET)$ est donc de 26,4</p>	<p>2 (démarche)</p> <p>1 (bilan)</p> <p>0,5 (AN)</p> <p>0,5</p>
I.5 (1 pt)	La puissance de l'usine de Gerland est de : $P = \frac{270000 \cdot 10^3 \times 8 \times 0,8}{(365 - 8 \times 7) \times 3600 \times 24} = 64,7 \text{ MW}$	1

II.A. Production d'électricité en utilisant l'énergie de haute qualité			Total 11.5																																							
A.1 (0,5pt)		0,5 (TOR)																																								
A.2 (2,5pts)	<p>Les transformation 1->2 et 3->4 sont des transformations adiabatiques réversibles, nous pouvons donc utiliser la loi de Laplace : $T^\gamma P^{1-\gamma} = \text{constante}$</p> <p>➤ $T_2 = 431 \text{ K}$</p> <p>➤ $T_4 = 808 \text{ K}$</p> <table><tr><td></td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td>P (kPa)</td><td>95</td><td>380</td><td>380</td><td>95</td></tr><tr><td>T (K)</td><td>290</td><td>431</td><td>1200</td><td>808</td></tr></table>		1	2	3	4	P (kPa)	95	380	380	95	T (K)	290	431	1200	808	<p>1 Justification</p> <p>2*0,5 A.N</p> <p>0,5 TOR</p>																									
	1	2	3	4																																						
P (kPa)	95	380	380	95																																						
T (K)	290	431	1200	808																																						
A.3 (5pts)	<table><tr><th colspan="2">1->2</th><th colspan="2">2->3</th><th colspan="2">3->4</th><th colspan="2">4->1</th></tr><tr><th>Expression littérale</th><th>A.N.</th><th>Expression littérale</th><th>A.N.</th><th>Expression littérale</th><th>A.N.</th><th>Expression littérale</th><th>A.N.</th></tr><tr><td>$W_{1 \rightarrow 2} = \Delta U_{1 \rightarrow 2}$</td><td>2933 J</td><td>$W_{2 \rightarrow 3} = n(C_v - C_p)(T_3 - T_2)$</td><td>-6383 J</td><td>$W_{3 \rightarrow 4} = \Delta U_{3 \rightarrow 4}$</td><td>-8154 J</td><td>$W_{4 \rightarrow 1} = n(C_v - C_p)(T_1 - T_4)$</td><td>4299 J</td></tr><tr><td>$Q_{1 \rightarrow 2}$</td><td>0 J</td><td>$Q_{2 \rightarrow 3} = n C_p (T_3 - T_2)$</td><td>22378 J</td><td>$Q_{3 \rightarrow 4}$</td><td>0 J</td><td>$Q_{4 \rightarrow 1} = n C_p (T_1 - T_4)$</td><td>-15074 J</td></tr><tr><td>$\Delta S_{1 \rightarrow 2}$</td><td>0 J/K</td><td>$\Delta S_{2 \rightarrow 3} = n C_p \ln(T_3/T_2)$</td><td>29,8 J/K</td><td>$\Delta S_{3 \rightarrow 4}$</td><td>0 J/K</td><td>$\Delta S_{4 \rightarrow 1} = n C_p \ln(T_1/T_4)$</td><td>-29,8 J/K</td></tr></table> <p>Avec $\Delta U = nC_v\Delta T$ pour les étapes 1->2 et 3->4 et $n=1\text{mol}$</p> <p><u>Justifications attendues</u> : GP=>$\Delta U = nC_v\Delta T$ et $\Delta H = nC_p\Delta T$, isobare => $Q = \Delta H$, adiabatique $Q=0$, réversible => $dS = \delta Q/T$, adiabatique réversible $\Delta S=0$</p>	1->2		2->3		3->4		4->1		Expression littérale	A.N.	Expression littérale	A.N.	Expression littérale	A.N.	Expression littérale	A.N.	$W_{1 \rightarrow 2} = \Delta U_{1 \rightarrow 2}$	2933 J	$W_{2 \rightarrow 3} = n(C_v - C_p)(T_3 - T_2)$	-6383 J	$W_{3 \rightarrow 4} = \Delta U_{3 \rightarrow 4}$	-8154 J	$W_{4 \rightarrow 1} = n(C_v - C_p)(T_1 - T_4)$	4299 J	$Q_{1 \rightarrow 2}$	0 J	$Q_{2 \rightarrow 3} = n C_p (T_3 - T_2)$	22378 J	$Q_{3 \rightarrow 4}$	0 J	$Q_{4 \rightarrow 1} = n C_p (T_1 - T_4)$	-15074 J	$\Delta S_{1 \rightarrow 2}$	0 J/K	$\Delta S_{2 \rightarrow 3} = n C_p \ln(T_3/T_2)$	29,8 J/K	$\Delta S_{3 \rightarrow 4}$	0 J/K	$\Delta S_{4 \rightarrow 1} = n C_p \ln(T_1/T_4)$	-29,8 J/K	<p>0,5*6 expressions car étapes identiques 2 à 2 0 si justif manquantes 0,25*8 AN non nulles</p>
1->2		2->3		3->4		4->1																																				
Expression littérale	A.N.	Expression littérale	A.N.	Expression littérale	A.N.	Expression littérale	A.N.																																			
$W_{1 \rightarrow 2} = \Delta U_{1 \rightarrow 2}$	2933 J	$W_{2 \rightarrow 3} = n(C_v - C_p)(T_3 - T_2)$	-6383 J	$W_{3 \rightarrow 4} = \Delta U_{3 \rightarrow 4}$	-8154 J	$W_{4 \rightarrow 1} = n(C_v - C_p)(T_1 - T_4)$	4299 J																																			
$Q_{1 \rightarrow 2}$	0 J	$Q_{2 \rightarrow 3} = n C_p (T_3 - T_2)$	22378 J	$Q_{3 \rightarrow 4}$	0 J	$Q_{4 \rightarrow 1} = n C_p (T_1 - T_4)$	-15074 J																																			
$\Delta S_{1 \rightarrow 2}$	0 J/K	$\Delta S_{2 \rightarrow 3} = n C_p \ln(T_3/T_2)$	29,8 J/K	$\Delta S_{3 \rightarrow 4}$	0 J/K	$\Delta S_{4 \rightarrow 1} = n C_p \ln(T_1/T_4)$	-29,8 J/K																																			
A.4 (1,5pts)	<p>PV : sens horaire => W négatif, cycle moteur</p>	<p>0,5 TOR</p> <p>0,5 TOR</p> <p>0,5</p>																																								
A.5 (2pts)	<p>$\text{CoP} = -W_{\text{tot}}/Q_2$</p> <p>Bilan d'énergie sur le cycle : $\Delta U = W_{\text{tot}} + Q_1 + Q_2 = 0$</p> <p>⇒ $W_{\text{tot}} = -(Q_1 + Q_2)$</p> <p>⇒ $\text{CoP} = (Q_1 + Q_2)/Q_2 = 1 + Q_1/Q_2$</p> <p>⇒ $Q_2 = \Delta H_{2-3} = nC_p(T_3 - T_2)$ et $Q_1 = \Delta H_{4-1} = nC_p(T_1 - T_4)$</p> <p>⇒ $\text{COP} = 1 + (T_1 - T_4)/(T_3 - T_2)$</p>	<p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>1</p>																																								

II.B. Chauffage urbain : évaporateur (utilisation de l'énergie de basse qualité)		Total 4
B.1 (1 pts)	$\ln(1) + \frac{\Delta_{vap}\overline{H}}{R} \cdot \frac{1}{373} = \ln(2) + \frac{\Delta_{vap}\overline{H}}{R} \cdot \frac{1}{T} \Rightarrow T = 392 \text{ K}$	1
B.2 (1,5 pts)	$Q_{eau} = nC_{eau,l}\Delta T + n\Delta_{vap}H + nC_{eau,gaz}\Delta T$ $= 75,3 \times (392-285) + 44,0 \times 10^3 + 33,6 \times (423 - 392)$ $= 53,1 \text{ kJ}$	1 0,5
B.3 (1,5 pts)	Pour une minute : - Chaleur transférée à l'eau = $n_{gaz} \times Q_{4 \rightarrow 1} \times 85\%$ - Chaleur absorbée par l'eau = $m_{eau} / M_{eau} \times Q_{eau} = 295 \text{ MJ}$ $\Rightarrow n_{gaz} \approx 23.10^3 \text{ mol par minute}$ donc, le débit de gaz nécessaire est environ égale à 383 mol/s	0,5 0,5 0,5 A.N
II.C. Chauffage urbain : moteur à combustion externe et pompe à chaleur		Total 12,5
C.1 (2 pts)		0.5 températures TOR 1.5 pour signes -0.5 par erreur, 0 au-delà
C.2 (0.5pt)	$Q_{comb1} = Q_{besoin} = 100 \text{ kW}$	0.5
3 (3.5pts)	Premier principe : $W_M + Q_{comb} + Q_{ext \text{ moteur}} = 0$ (car cycle) Deuxième principe : $Q_{comb}/T_{comb} + Q_{ext}/T_{ext} = 0$ ($\Delta S_{\sigma} = 0$ car cycle $\Delta S_{univ} = 0$ car hyp rev) $CoP_{idéal} = -W_M / Q_{comb} = 1 - T_{ext}/T_{fumée}$ $CoP_{idéal} = 0,74$ $CoP_{réel} = \eta * CoP_{idéal} = 0.26$ car irréversibilités	0.5 0.5 0 si pas de justif 1 0.5 0.5+0.5
C.4 (1.5 pt)	Premier et second principes énoncés cf ci-dessus $CoP_{PACidéal} = -Q_{locaux} / W_M = T_{locaux} / (T_{locaux} - T_{ext})$ L'A .N. non clairement demandée est notée à la question suivante	0.5 0.5 + 0.5
C.5 (2 pts)	$CoP_{global} = CoP_{réel} * CoP_{PACidéal} = 7.55$ $Q_{comb2} = Q_{besoin} / CoP_{global} = 13.2 \text{ kW}$	1 1
C.6 (3 pts)	 $CoP_{PAC \text{ clim idéal}} = Q_{locaux} / W_M = T_{locaux} / (T_{ext} - T_{locaux}) = 29,8$ $CoP_{global2} = CoP_{idéal} * CoP_{PAC \text{ clim idéal}} = 21,9$	1,5 (-0.5 par erreur, 0 au delà) (Ne pas sanctionner partie moteur à nouveau) 1 0,5