Q 4. Pour une transformation isochore, comme le travail est nul on a directement via le 1^er principe :

$Q_{23} = \Delta U_{23} = C_V (T_3 - T_1)$ soit $\boxed{Q_{23} = \dfrac{nR}{\gamma - 1}(T_3 - T_1) > 0}$. Le signe était attendu car le fluide reçoit un transfert thermique pour s'échauffer de T_1 à T_3 au contact de la source chaude.

Q 5. Dans cette question les justifications sont identiques à celle de la **Q 3.**

▷ $W_{34} = -\displaystyle\int_3^4 P\mathrm{d}V = -nRT_3 \int_3^4 \frac{\mathrm{d}V}{V} = -nRT_3 \ln \frac{V_1}{V_2} = -nRT_3 \ln r$ d'où $\boxed{W_{34} = -nRT_3 \ln r < 0}$

▷ Puis $Q_{34} = \Delta U_{34} - W_{34} = -W_{34} = nRT_3 \ln r$ soit $\boxed{Q_{34} = -W_{34} = nRT_3 \ln r > 0}$

▷ Les signes étaient attendus car $3 \to 4$ est une détente (donc $W_{34} < 0$) au cours de laquelle le fluide reçoit un transfert thermique de la part de la source chaude (donc $Q_{34} > 0$).

Q 6. Similairement à la **Q 3.**, $Q_{41} = \Delta U_{41} = \dfrac{nR}{\gamma - 1}(T_1 - T_4)$ avec $T_4 = T_3$ car $3 \to 4$ est isotherme.

Ainsi, $\boxed{Q_{41} = \dfrac{nR}{\gamma - 1}(T_1 - T_3) < 0}$. On a donc $Q_{41} = -Q_{23} < 0$ car le fluide cède un transfert thermique pour se refroidir de T_3 à T_1 au contact de la source froide.

Q 7. $\boxed{\eta = \dfrac{\text{Grandeur utile}}{\text{Grandeur payante}} = \dfrac{-(W_{34} + W_{12})}{Q_{23} + Q_{34}}}$

▷ La grandeur utile est $-(W_{34} + W_{12})$ car elle représente l'aire du cycle c'est-à-dire l'énergie récupérable sous forme de travail sur un cycle.

▷ La grandeur payante est $Q_{23} + Q_{34}$ car ce sont les deux échanges énergétiques couteux puisqu'ils se font au contact de la source chaude.

▷ Les questions **Q 3.** à **Q 6.** donnent : $\boxed{\eta = \dfrac{nRT_3 \ln r - nRT_1 \ln r}{\frac{nR}{\gamma-1}(T_3 - T_1) + nRT_3 \ln r} = \dfrac{1 - T_1/T_3}{1 + \frac{T_3 - T_1}{T_3 \times (\gamma - 1) \ln r}}}$

Q 8. ▷ Le **rendement de Carnot** est le **rendement maximal** d'un **moteur ditherme** avec une source chaude à $T_c = T_3$ et une source froide à $T_f = T_1$. Le rendement de Carnot est atteint pour le cycle théorique constitué de deux transformations adiabatiques-réversibles et de deux isothermes réversibles.

▷ On montre en appliquant le 1^er et 2^nd principe à ce cycle réversible que $\boxed{\eta_{\text{Carnot}} = 1 - \dfrac{T_1}{T_3}}$

Q 9. ▷ Dans le cas où le régénérateur est idéal, Q_{23} n'est plus « couteux » et donc le rendement est modifié par :

$$\eta' = \frac{-(W_{34} + W_{12})}{Q_{34}} = \frac{nRT_3 \ln r - nRT_1 \ln r}{nRT_3 \ln r} = 1 - \frac{T_1}{T_3} = \eta_{\text{Carnot}}$$

▷ On a donc $\boxed{\eta' = \eta_{\text{Carnot}}}$ alors que le cycle considéré ici n'est pas un cycle de Carnot ! Mais il ne faut pas oublier que le **moteur Stirling** considéré ici est **idéalisé** (2 transformations réversibles et régénérateur idéal) et donc **non réaliste**.

Q10. $\boxed{P_{\text{therm}} = \dfrac{P_{\text{élec}}}{0,4 \times (1 - T_1/T_3)} \simeq 710 \text{ W}}$.