

Combustible	MJ/kg	kJ/L	kJ/mol
Dihydrogène	143	12,75	286
Essence (~ octane)	47,3	35 475	4200
Gazole	44,8	38 080	7600
Fioul	42,2	34 480	-
Éthanol	29,7	21 300	1300
Propane	50,35	101 (gaz)	2219
Butane	49,51	134 (gaz)	2800
Bois	15	6500	-
Charbon	15 à 27	8000 à 14 000	-

Tableau 1 – Pouvoir calorifique moyen de quelques combustibles.

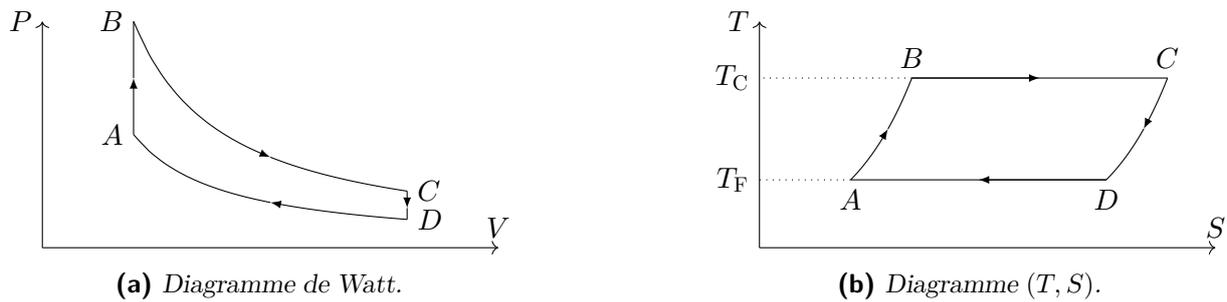


Figure 1 – Cycle du moteur Stirling.

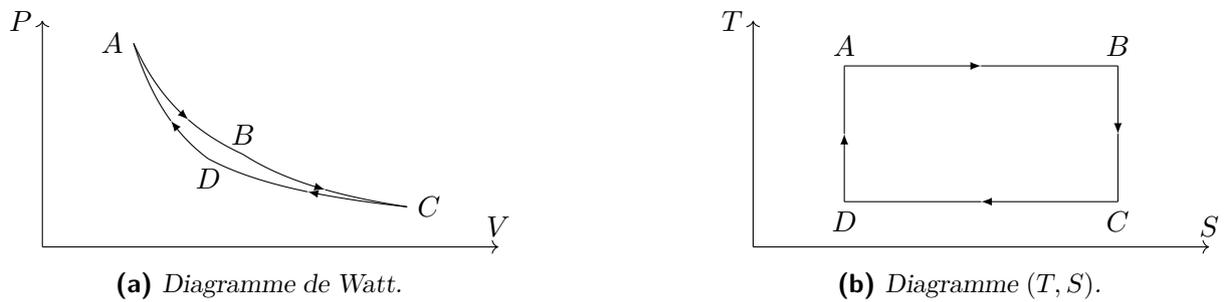


Figure 2 – Cycle de Carnot.

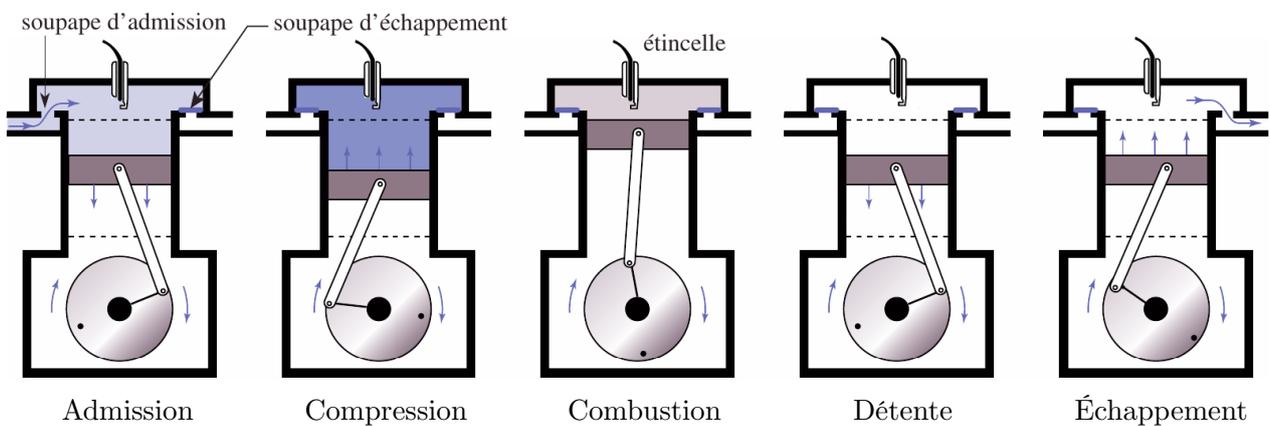


Figure 3 – Cycle d'un moteur à quatre temps, sur deux tours. Ces quatre temps sont : 1, admission d'air et de carburant ; 2, compression ; 3, combustion et détente ; 4, échappement.

Combustible	MJ/kg	kJ/L	kJ/mol
Dihydrogène	143	12,75	286
Essence (~ octane)	47,3	35 475	4200
Gazole	44,8	38 080	7600
Fioul	42,2	34 480	-
Éthanol	29,7	21 300	1300
Propane	50,35	101 (gaz)	2219
Butane	49,51	134 (gaz)	2800
Bois	15	6500	-
Charbon	15 à 27	8000 à 14 000	-

Tableau 1 – Pouvoir calorifique moyen de quelques combustibles.

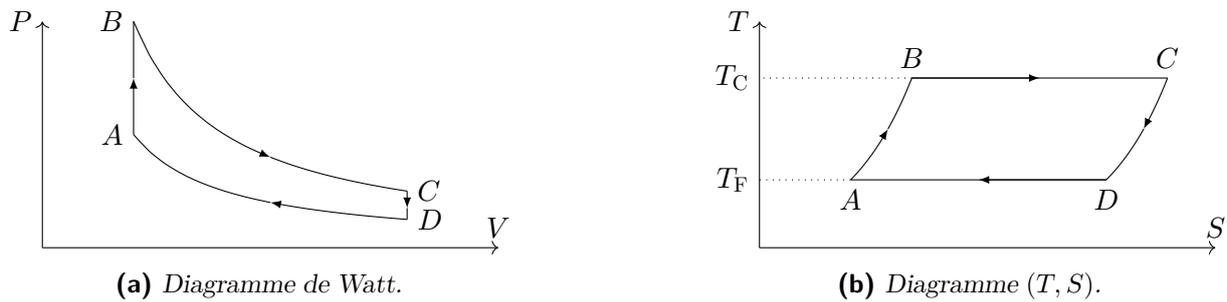


Figure 1 – Cycle du moteur Stirling.

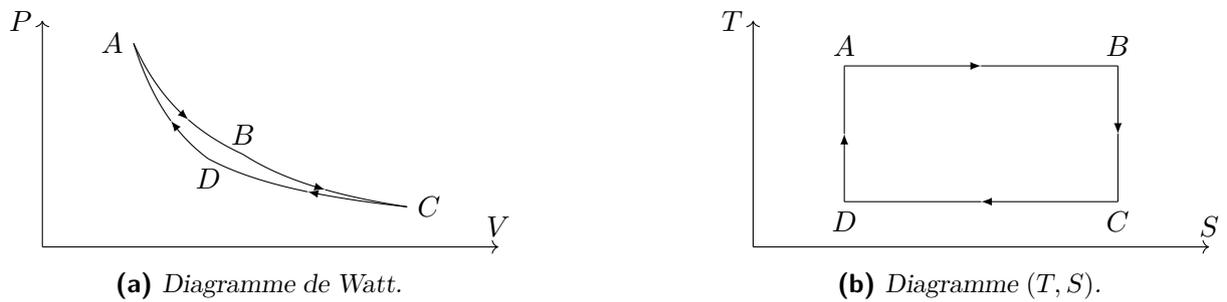


Figure 2 – Cycle de Carnot.

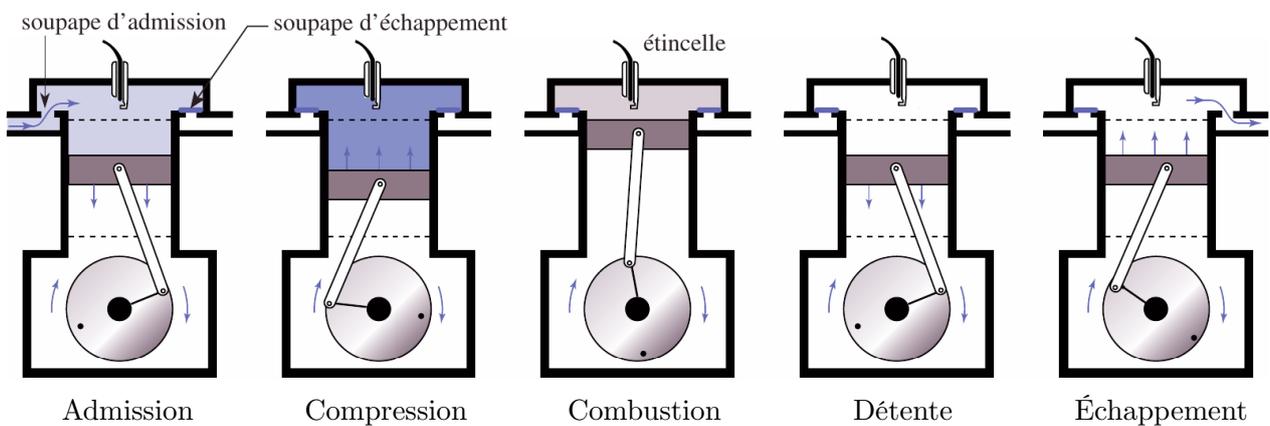
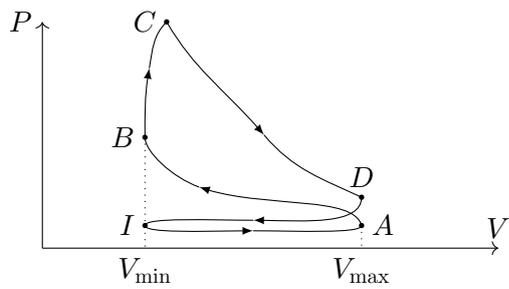
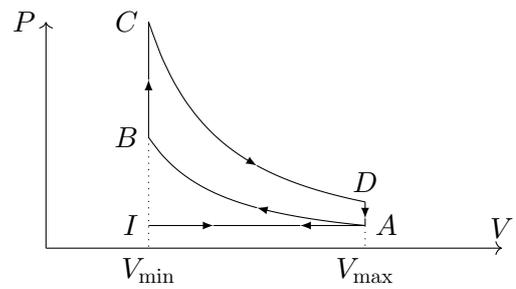


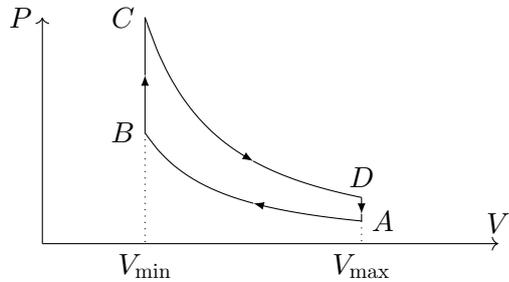
Figure 3 – Cycle d'un moteur à quatre temps, sur deux tours. Ces quatre temps sont : 1, admission d'air et de carburant ; 2, compression ; 3, combustion et détente ; 4, échappement.



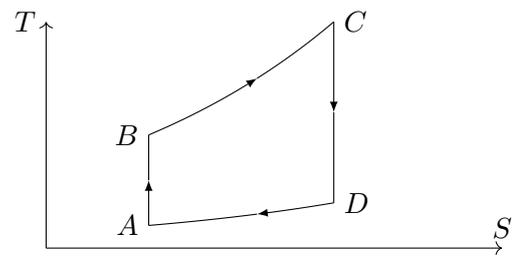
(a) Diagramme de Watt réel.



(b) Diagramme de Watt, modélisation.

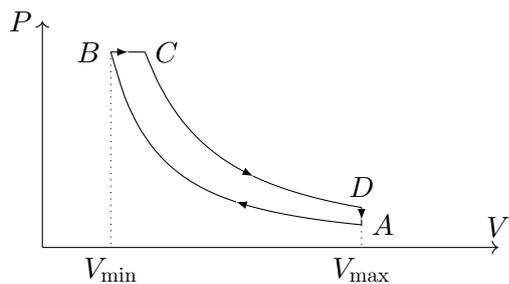


(c) Diagramme de Watt d'étude.

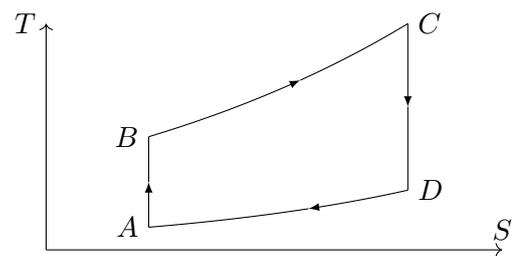


(d) Diagramme (T, S).

Figure 4 – Cycle du moteur essence, cycle de Beau de Rochas.



(a) Diagramme de Watt d'étude.



(b) Diagramme (T, S).

Figure 5 – Cycle du moteur Diesel.

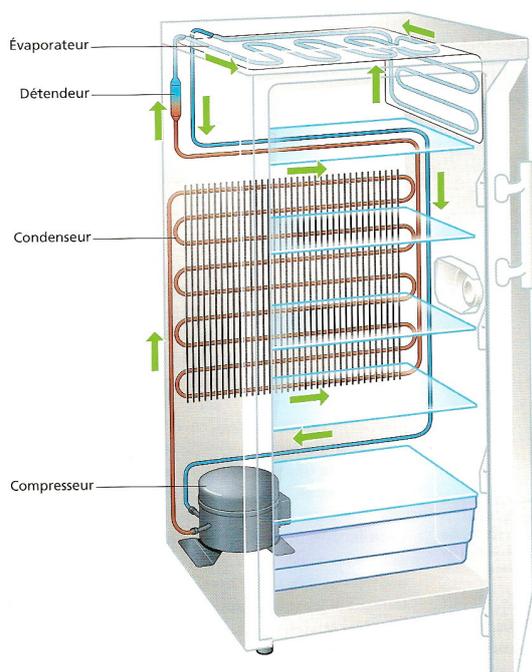


Figure 6 – Structure d'un réfrigérateur.

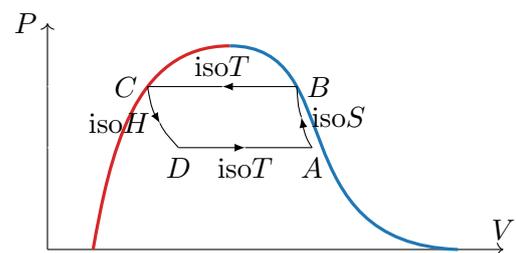
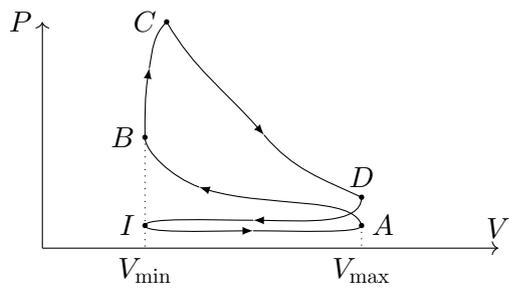
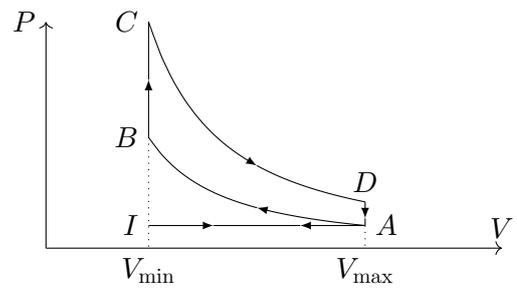


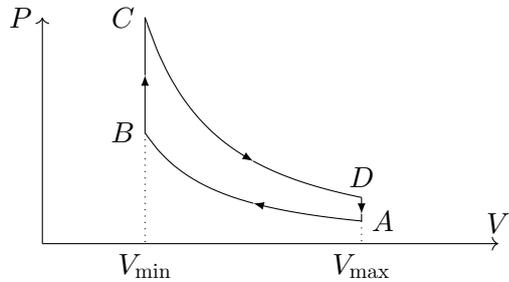
Figure 7 – Diagramme de Watt pour le réfrigérateur. Les courbes de rosée et d'ébullition sont renseignées.



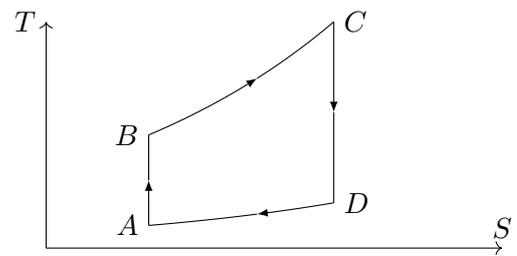
(a) Diagramme de Watt réel.



(b) Diagramme de Watt, modélisation.

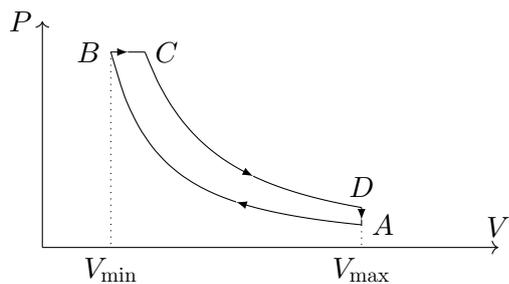


(c) Diagramme de Watt d'étude.

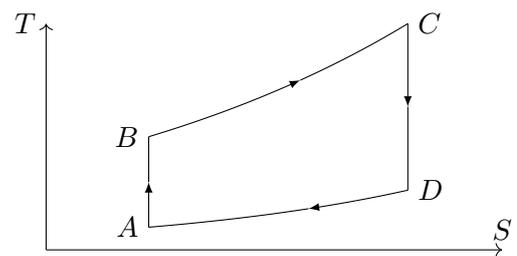


(d) Diagramme (T, S).

Figure 4 – Cycle du moteur essence, cycle de Beau de Rochas.



(a) Diagramme de Watt d'étude.



(b) Diagramme (T, S).

Figure 5 – Cycle du moteur Diesel.

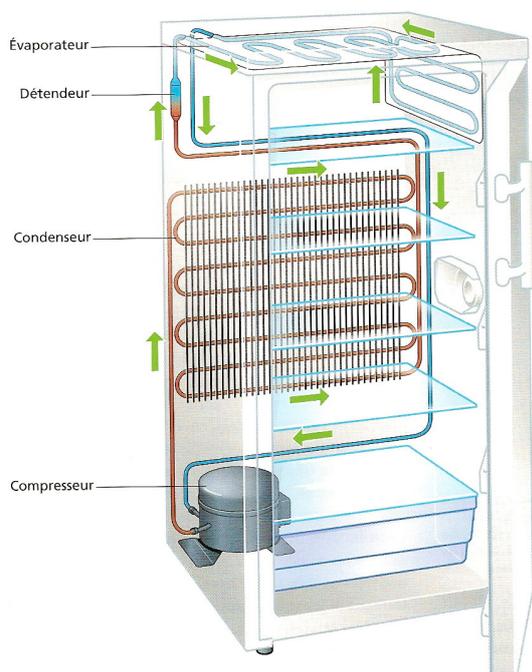


Figure 6 – Structure d'un réfrigérateur.

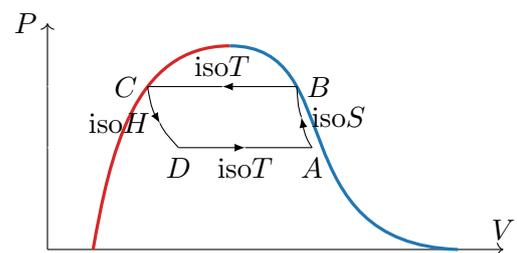


Figure 7 – Diagramme de Watt pour le réfrigérateur. Les courbes de rosée et d'ébullition sont renseignées.

Type	Moteur ditherme	Réfrigérateur	Pompe à chaleur
W	< 0	> 0	> 0
Q_C	> 0	< 0	< 0
Q_F	< 0	> 0	> 0
Grandeur valorisable	$-W$	Q_F	$-Q_C$
Grandeur coûteuse	Q_C	W	W
e	$\frac{-W}{Q_C}$	$\frac{Q_F}{W}$	$\frac{-Q_C}{W}$
e_{\max} (Carnot)	$1 - \frac{T_F}{T_C}$	$\frac{T_F}{T_C - T_F}$	$\frac{T_C}{T_C - T_F}$

Tableau 2 – Tableau récapitulatif des machines thermiques.

Type	Beau de Rochas ou Otto	Diesel	Turbines à gaz Brayton	Stirling cycle fermé	M. à vapeur Rankine
Caractéristique	cycle ouvert 4 temps	cycle ouvert 4 temps	cycle ouvert continu	cycle fermé 2 temps	cycle fermé 2 temps
T_C/T_F	élevé $T_{\max} \sim 2500\text{ °C}$	élevé	moyen $T_{\max} \simeq 1650\text{ °C}$	moyen	bas $T_{\max} = 566\text{ °C}$
$\eta = e/e_{\max}$ OdG de e	mauvais 30 %	mauvais 36 %	bon 40 %	bon 36 %	très bon 40 %
Syst. évac. chaleur	petit	petit	petit	taille moyenne	encombrant
Coût	faible	modéré	modéré	très élevé	élevé
Modélisation	2 isoV 2 isoS	isoV, isoP 2 isoS		2 isoP 2 isoS	2 isoV 2 isoT 2 isoPT 2 isoS

Tableau 3 – Tableau récapitulatif des moteurs thermiques.

Type	Moteur ditherme	Réfrigérateur	Pompe à chaleur
W	< 0	> 0	> 0
Q_C	> 0	< 0	< 0
Q_F	< 0	> 0	> 0
Grandeur valorisable	$-W$	Q_F	$-Q_C$
Grandeur coûteuse	Q_C	W	W
e	$\frac{-W}{Q_C}$	$\frac{Q_F}{W}$	$\frac{-Q_C}{W}$
e_{\max} (Carnot)	$1 - \frac{T_F}{T_C}$	$\frac{T_F}{T_C - T_F}$	$\frac{T_C}{T_C - T_F}$

Tableau 2 – Tableau récapitulatif des machines thermiques.

Type	Beau de Rochas ou Otto	Diesel	Turbines à gaz Brayton	Stirling cycle fermé	M. à vapeur Rankine
Caractéristique	cycle ouvert 4 temps	cycle ouvert 4 temps	cycle ouvert continu	cycle fermé 2 temps	cycle fermé 2 temps
T_C/T_F	élevé $T_{\max} \sim 2500\text{ °C}$	élevé	moyen $T_{\max} \simeq 1650\text{ °C}$	moyen	bas $T_{\max} = 566\text{ °C}$
$\eta = e/e_{\max}$ OdG de e	mauvais 30 %	mauvais 36 %	bon 40 %	bon 36 %	très bon 40 %
Syst. évac. chaleur	petit	petit	petit	taille moyenne	encombrant
Coût	faible	modéré	modéré	très élevé	élevé
Modélisation	2 isoV 2 isoS	isoV, isoP 2 isoS		2 isoP 2 isoS	2 isoV 2 isoT 2 isoPT 2 isoS

Tableau 3 – Tableau récapitulatif des moteurs thermiques.