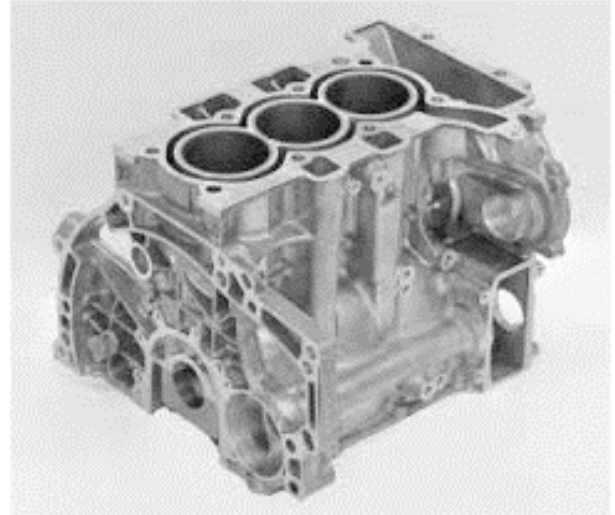
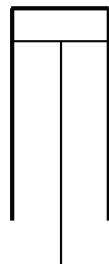


## 1 Etude thermodynamique du moteur PSA EB2

Ce moteur, connu sous sa dénomination commerciale 1,2 Puretech, équipe en particulier les Peugeot 108, 208 et 2008, les Citroën C1, C3, C4 Cactus ainsi que la DS3. Compte tenu de la faible proportion d'essence dans le mélange air-essence, celui-ci sera assimilé uniquement à l'air qu'il contient, lui-même considéré comme un gaz parfait diatomique, de coefficient  $\gamma = 1.4$



Dans un moteur multicylindre à 4 temps, le volant est relié à un vilebrequin qui assure le synchronisme du fonctionnement des pistons des différents cylindres. Les soupapes non représentées sur la figure ci-dessous sont commandées par des cames entraînées par le volant moteur.



Position du piston au point mort haut (PMH) :  
 $V = V_2$



Position du piston au point mort bas (PMB) :  
 $V = V_1$

### 1er temps : admission

Il y a ouverture de la soupape d'admission. La rotation du volant entraîne avec la bielle l'abaissement du piston du point mort haut au point mort bas. La dépression produite aspire dans le cylindre le mélange air-essence. Il y a ensuite fermeture de la soupape d'admission.

### 2e temps : compression

Pendant cette phase, la rotation du volant fait remonter le piston dans le cylindre jusqu'au point mort haut. Cette compression chauffe le mélange.

### 3e temps : explosion et détente

La bougie d'allumage crée une étincelle qui provoque l'explosion, responsable d'une augmentation de la pression. Ensuite, le gaz se détend. En fin de détente, le piston est au point mort bas.

### 4e temps : échappement

Il y a ouverture de la soupape d'échappement. La rotation du volant entraîne la remontée du piston jusqu'au

point mort haut, ce qui chasse les gaz brûlés vers l'extérieur.

### Cycle de Beau de Rochas

AB : admission isobare et isotherme du mélange air-essence,

BC : compression adiabatique réversible,

CD : compression isochore,

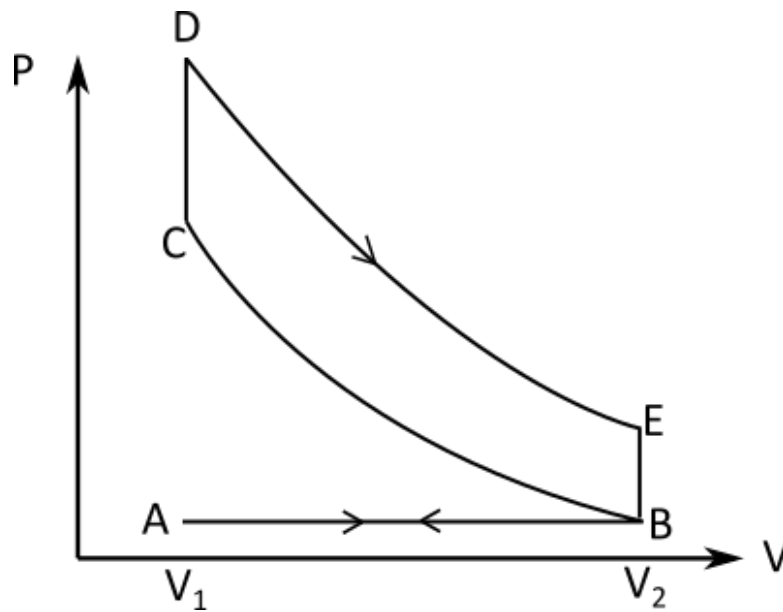
DE : détente adiabatique réversible,

EB : refroidissement isochore,

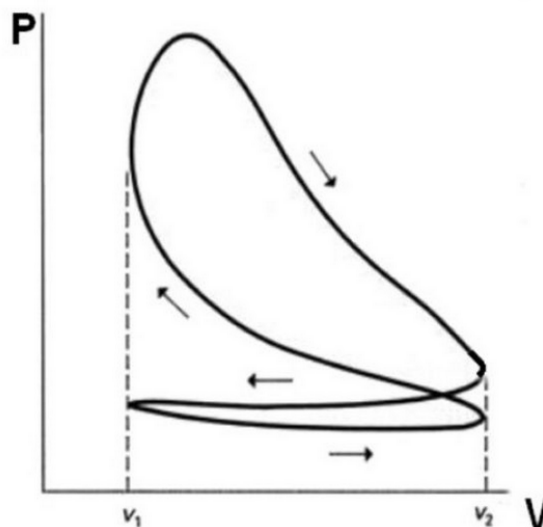
BA : échappement isobare et isotherme.

1. Tracer dans un diagramme de Watt (pression en ordonnées, volume d'un des trois cylindres en abscisses) l'allure du cycle idéalisé de Beau de Rochas. On veillera à faire figurer les points A, B, C, D et E.

**Réponse :**



2. Comparer à l'allure du cycle réel proposée ci-dessous.



**Réponse :**

Sur le cycle réel, les phases d'admission et de refoulement ne sont pas parfaitement isobares, et il n'y a pas vraiment d'isochore : les étapes de B à E sont plus dans la continuité que dans le cycle modèle.

---

Dans la suite du problème, le modèle adopté est celui du cycle idéal décrit à pleine puissance par le moteur EB2 et synthétisé dans le tableau ci-dessous.

Point	A	B	C	D	E
P(bar)	1	1	$P_C$	$P_D$	4
V(cm <sup>3</sup> )	40	440	40	40	440
T(K)	300	300	$T_C$	3131	1200

3. Déterminer les valeurs manquantes :  $P_C$ ,  $P_D$ ,  $T_C$ .

**Réponse :**

La transformation  $B \rightarrow C$  est une adiabatique réversible d'un gaz parfait : la loi de Laplace donne

$$P_B V_B^\gamma = P_C V_C^\gamma \Rightarrow P_C = P_B \left( \frac{V_B}{V_C} \right)^\gamma = 28,70 \text{ bar}$$

$$T_B V_B^{\gamma-1} = T_C V_C^{\gamma-1} \Rightarrow T_C = T_B \left( \frac{V_B}{V_C} \right)^{\gamma-1} = 782,8 \text{ K}$$

De plus, l'étape  $D \rightarrow E$  est également adiabatique réversible, donc

$$P_D V_D^\gamma = P_E V_E^\gamma \Rightarrow P_D = P_E \left( \frac{V_E}{V_D} \right)^\gamma = 114,8 \text{ bar}$$


---

4. Déterminer la valeur numérique du travail  $W_{BC}$  reçu par le gaz au cours de la compression BC.

**Réponse :**

Le premier principe au gaz situé dans le piston pendant l'étape  $B \rightarrow C$  :

$$W_{BC} = \Delta U_{BC} = C_V (T_C - T_B)$$

avec  $C_V = \frac{nR}{\gamma-1}$  et  $n = \frac{P_B V_B}{RT_B} = 0,01764 \text{ mol}$ .

On obtient  $W_{BC} = 177 \text{ J}$ .

---

5. Déterminer le transfert thermique  $Q_{CD}$  reçu par le gaz au cours de l'explosion CD.

**Réponse :**

Le premier principe au gaz pendant  $C \rightarrow D$  isochore

$$\Delta U_{CD} = W_{CD} + Q_{CD} = 0 + Q_{CD} = C_V (T_D - T_C) = 861 \text{ J}$$


---

6. On donne :  $W_{DE} = -708$  J et  $Q_{EB} = -330$  J . Déterminer la valeur numérique du rendement  $\eta$  du cycle.

**Réponse :**

$$\eta = \frac{W_{cycle}}{Q_{explosion}} = \frac{|W_{BC} + W_{DE}|}{Q_{CD}} = \frac{|177 - 708|}{861} = 0,617$$

---