

## T2 – Moteur de Stirling

### Objectif : Déterminer le rendement du Moteur de Stirling du Labo

On donne les enregistrements suivants sur le moteur de Stirling :

- Image de la pression  $P$  : EA0 :  $\Delta U / \Delta P = 1 V / 25 kPa$
- Image du volume  $V$  : EA1 :  $\Delta U / \Delta V = 1 V / 7 cm^3$

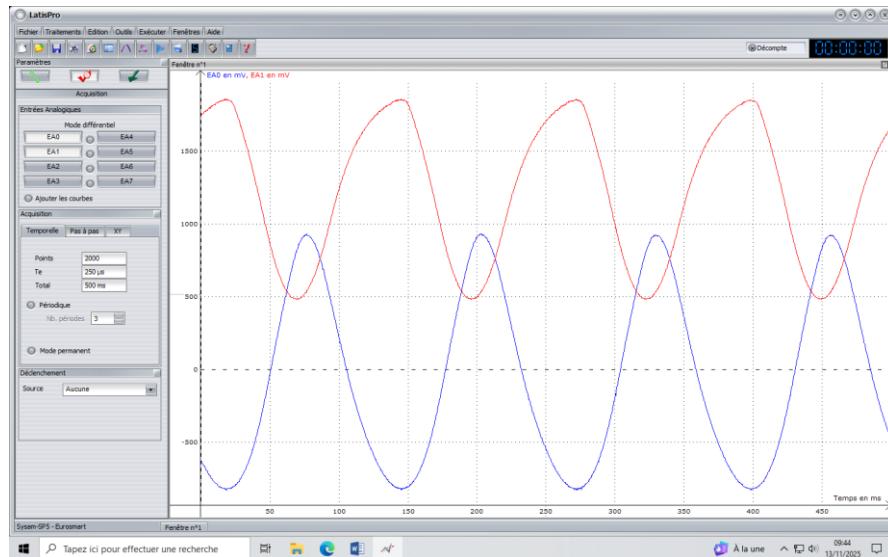
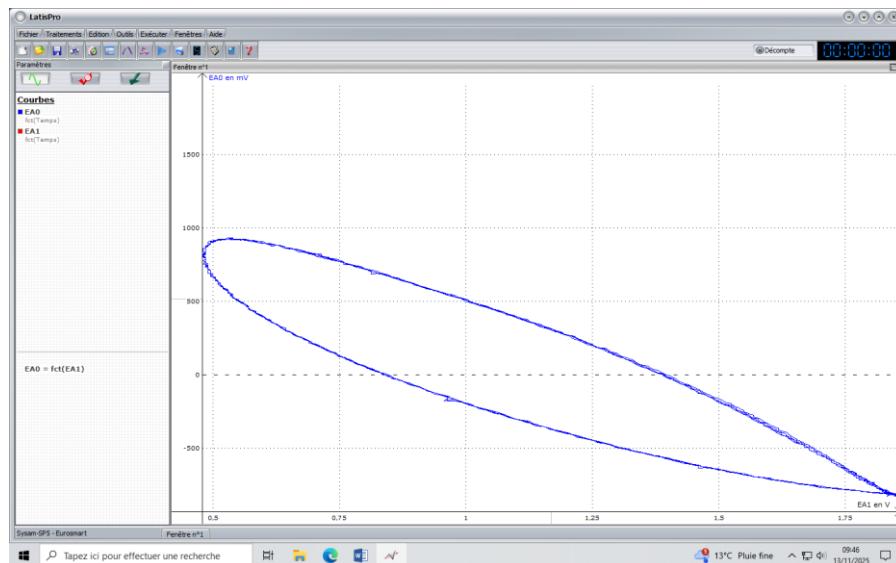


Diagramme de Watt :



### Détermination de la puissance mécanique

- 1) Calculer la fréquence de rotation du moteur.

On mesure :  $T \approx 130 ms \Rightarrow f = \frac{1}{T} \approx 7,7 Hz$

- 2) A partir du diagramme de Watt, estimer le travail mécanique  $W$  fourni par le moteur sur 1 cycle.

Travail mécanique  $\int_{V_{min}}^{V_{max}} P \cdot dV$  estimé par l'aire du cycle sur le diagramme de Watt

Aire du cycle estimée à 5 carreaux.

$$W \approx 5 \text{ carreaux} * (500 \text{ mV} * 0.25 \text{ V}) * (25 \text{ kPa} * 7 \text{ cm}^3) \approx 5 * 0.5 * 0.25 * 25.10^3 * 7.10^{-6} \approx 0.1 \text{ J}$$

- 3) En déduire la puissance mécanique  $P_{méca}$  du moteur.

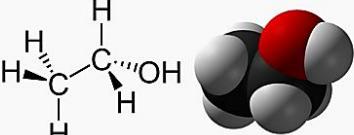
$$P_{méca} = \frac{W}{T} \approx \frac{0.1}{0.130} \approx 0.8 \text{ W}$$

### Détermination de la puissance thermique

Le combustible utilisé est de l'alcool à brûler. Nous considérons qu'il est composé à 100 % d'éthanol  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ .

La consommation d'alcool à brûler est de 7g en 10 mn.

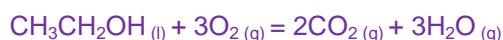
Données éthanol (source *wikipédia*) :

Éthanol		Propriétés chimiques	
	Molécule d'éthanol	Formule	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ [Isomères]
		Masse molaire <sup>4</sup>	$46,068\ 4 \pm 0,002\ 3 \text{ g/mol}$ C 52,14 %, H 13,13 %, O 34,73 %,
		PCS	$1\ 366,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ (liquide)

On rappelle :

**Pouvoir Calorifique Supérieur (PCS)** : c'est l'énergie thermique libérée par la combustion d'un kilogramme de combustible, en comptant l'énergie récupérée si la vapeur d'eau émise est condensée, c'est-à-dire si toute l'eau vaporisée se retrouve finalement sous forme liquide ;

- 4) Ecrire et équilibrer la réaction de combustion de l'éthanol dans le dioxygène de l'air.



- 5) Calculer la puissance thermique  $P_{therm}$  libérée par la combustion de l'éthanol.

Energie thermique libérée par la combustion d'une mole d'éthanol :  $1367 \text{ kJ} = 1.367.10^6 \text{ J}$

$$\text{Masse d'alcool brûlée en 1 s} : m = \frac{7.10^{-3}}{10*60} = 1.2 \cdot 10^{-5} \text{ kg}$$

$$\text{Quantité de matière brûlée en 1 s} : n = \frac{m}{M} = \frac{1.2 \cdot 10^{-5}}{46 \cdot 10^{-3}} = 2.6 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\text{Energie thermique libérée en 1 s} : Q = n * PCS = 2.6 \cdot 10^{-4} * 1.367.10^6 = 356 \text{ J}$$

Puissance thermique reçue par le moteur :  $P_{therm} = 356 \text{ W}$

### Rendement du moteur

- 6) Estimer le rendement  $\eta$  du moteur. Commentaires.

$$\eta = \frac{P_{méca}}{P_{therm}} \approx \frac{0.8}{356} \approx 0.002 \approx 0.2 \% \text{. Tout pourri (mais attendu !)}$$