

## 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 :  $\Delta U / \Delta P = 1 \text{ V} / 25 \text{ kPa}$
- Image du volume  $V$  : EA1 :  $\Delta U / \Delta V = 1 \text{ V} / 7 \text{ cm}^3$

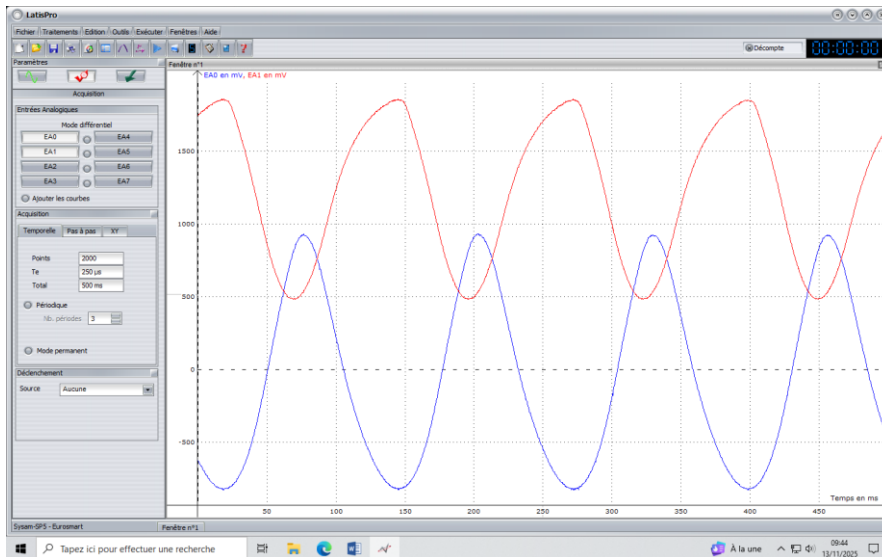
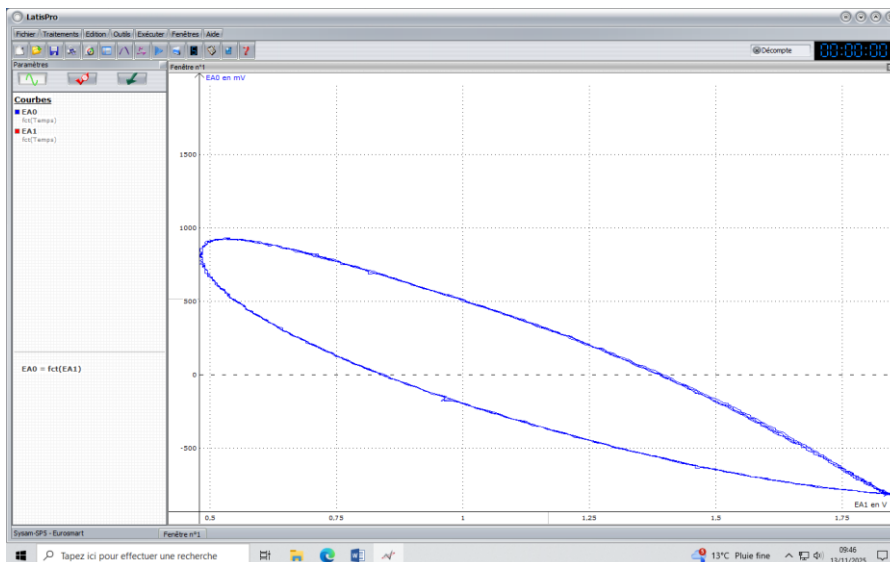


Diagramme de Watt :



### Détermination de la puissance mécanique

- 1) Calculer la fréquence de rotation du moteur.

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

- 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.

$$W \approx 5 \text{ carreaux} * (500 \text{ mV} * 0.25 \text{ V}) * (25 \text{ kPa} * 7 \text{ cm}^3) \approx 5 * 0.5 * 0.25 * 25 \cdot 10^3 * 7 \cdot 10^{-6} \approx 0.1 \text{ J}$$

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

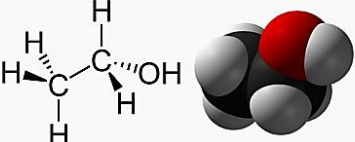
$$P_{méca} = \frac{W}{T} \approx \frac{0.1}{0.130} \approx 0.8 \text{ W}$$

### 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								
 <p>Molécule d'éthanol</p>	<b>Propriétés chimiques</b>							
	<table> <tr> <td><b>Formule</b></td><td><math>\text{C}_2\text{H}_6\text{O}</math> [Isomères]</td></tr> <tr> <td><b>Masse molaire<sup>4</sup></b></td><td>46,068 4 ± 0,002 3 g/mol</td></tr> <tr> <td></td><td>C 52,14 %, H 13,13 %, O 34,73 %</td></tr> <tr> <td><b>PCS</b></td><td>1 366,8 kJ·mol<sup>-1</sup> (liquide)</td></tr> </table>	<b>Formule</b>	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ [Isomères]	<b>Masse molaire<sup>4</sup></b>	46,068 4 ± 0,002 3 g/mol		C 52,14 %, H 13,13 %, O 34,73 %	<b>PCS</b>
<b>Formule</b>	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ [Isomères]							
<b>Masse molaire<sup>4</sup></b>	46,068 4 ± 0,002 3 g/mol							
	C 52,14 %, H 13,13 %, O 34,73 %							
<b>PCS</b>	1 366,8 kJ·mol <sup>-1</sup> (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 kJ =  $1.367 \cdot 10^6 \text{ J}$

$$\text{Masse d'alcool brûlée en 1 s : } m = \frac{7 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 60} = 1.2 \cdot 10^{-5} \text{ kg}$$

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

$$\text{Energie thermique libérée en 1 s : } Q = n * PCS = 2.6 \cdot 10^{-4} * 1.367 \cdot 10^6 = 356 \text{ J}$$

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

### Rendement du moteur

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

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