

sur l'oscillo, en effectuant par exemple une compression de la seringue de 5 mL par pas d'1 mL. Tracer ensuite la droite  $U=f(\Delta P)$ .

$$\frac{\Delta P}{P_0} = \frac{\Delta V}{V} \quad (6)$$

où  $V$  vaut 20mL (seringue pleine) et  $P_0$  la pression atmosphérique.

## 4.2 Tracé du diagramme (P,V)

Acquérir sous Igor les données de  $P$  et de  $V$  visualisées sur l'oscillo. En mode XY, on obtient le cycle du moteur. Penser à moyenner pendant l'acquisition pour avoir un cycle à peu près potable. Attention : le moteur Stirling ne démarre pas seul, il faut le lancer !

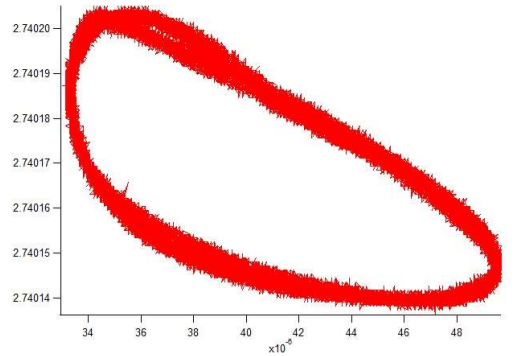


FIGURE 5 – Cycle Stirling (sans moyennage ...) :  $P$  en fonction de  $V$

## 4.3 Calcul du rendement

Mesurer une période  $T$  sur le signal temporel pour calculer les puissances ensuite. En utilisant la fonction integrate sous Igor, calculer l'aire du cycle ( $P,V$ ). Chaque "aller-retour" correspond à un cycle, on lit donc l'aire d'un cycle avec les curseurs (cf figure 6). Attention à l'échelle du graphe : il est possible d'avoir seulement une droite à l'écran, il faut en fait "zoomer" pour voir apparaître les aller-retours !

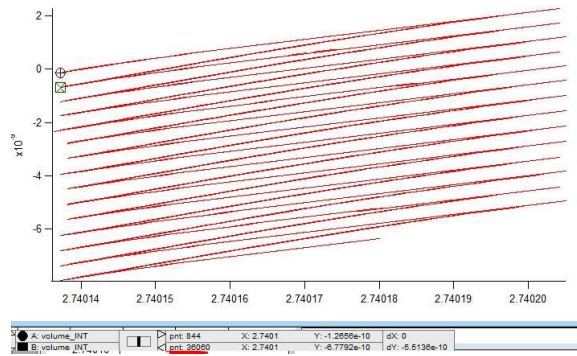


FIGURE 6 – Volume intégré en fonction de la pression

Cela nous fournit la puissance thermodynamique  $P_{thermo}$  avec :

$$P_{thermo} = \frac{aire_{cycle}}{T} \quad (7)$$

Calculer la puissance chimique moyenne fournie au moteur (et à l'air ambiant au vu du setup ...)  $P_{chimique}$  en pesant le contenant de carburant avant d'allumer le moteur et après l'avoir éteint. En supposant que le carburant

est de l'éthanol pur, on a :

$$P_{chimique} = \frac{\Delta m}{M} \frac{\Delta r H_{\text{éthanol}}^0}{\Delta t} \quad (8)$$

où  $\Delta m$  masse d'éthanol consommée pendant  $\Delta t$  et  $M$  masse molaire de l'éthanol.

On peut ainsi calculer

$$\eta_{thermique} = \frac{P_{chimique}}{P_{thermo}} \quad (9)$$

Attention : il faudrait prendre en compte une puissance mécanique pour avoir le rendement "total", en mesurant le couple en sortie de l'arbre. J'ai choisi ici de ne pas le faire par manque de temps et parce que le matos fourni avec le moteur pour le faire est pas du tout précis.

On peut comparer notre rendement (même s'il manque la contribution mécanique) avec le rendement de Carnot :

$$\eta_{Carnot} = 1 - \frac{T_{froid}}{T_{chaud}} \quad (10)$$

Différences moteur réel et moteur théorique : mouvement continu des pistons, grandes hétérogénéités de température au sein du moteur, irréversibilités.

## 5 Questions et commentaires

- Qu'est-ce qu'une dynamo tachymétrique ? Une petite MCC.
- Pourquoi quand la vitesse de rotation augmente, les pertes augmentent ? Car les frottements méca et fer dépendent de la vitesse (dépendance linéaire ou quadratique).
- Choix de l'alim continue ? La MCC a pour courant nominal 8A donc alim de 10A pour pouvoir travailler sur toute la gamme de courant permise par la MCC.
- Rôle de la diode dans la mesure de  $J$  ? Elle sert à assurer la continuité du courant dans la MCC, car elle peut se comporter comme un dipôle inductif et ne supporte donc pas bien les discontinuités de courant. On retrouve dans cette manip une structure de hacheur.
- Utilisations concrètes du moteur de Stirling ? Dans les sous-marins car peu de vibrations et dans les missions spatiales avec utilisation du Soleil pour chauffer la source chaude.
- Pourquoi pour la mesure de  $K$  la tension est mesurée sur la machine à vide et pas sur la machine alimentée ? Car on prendrait en compte la résistance d'induit en mesurant sur la machine alimentée.
- Comment expliquer la différence entre la valeur mesurée pour  $J$  et la valeur constructeur ? Le  $J$  mesuré prend en compte l'arbre couplant moteur et génératrice, la dynamo tachymétrique.
- Ne pas dessiner wattmètre comme un dipôle mais comme un quadripôle !
- Mettre le Stirling à chauffer le temps de traiter les données de l'étalonnage.
- Mettre les titres et les légendes des graphiques.
- Pour pouvoir faire plus le Stirling, peut-être faire l'étalonnage en préparation pour pouvoir passer plus de temps sur le cycle lui-même, et ne pas faire la mesure de  $J$  pour la MCC pour avoir plus de temps.