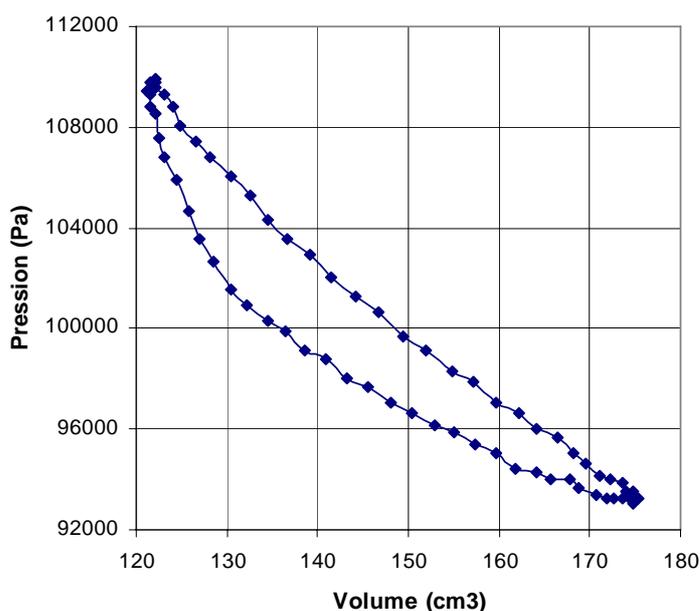


Cycle pop-pop et cycle Stirling

Le moteur pop-pop comme le moteur Stirling est un moteur à combustion externe. Le moteur Stirling dont le rendement théorique peut être excellent a fait l'objet de nombreuses études et réalisations. Il n'en est pas de même pour le moteur pop-pop car son rendement lamentable le cantonne à des applications ludiques. Mais ce n'est pas suffisant pour nous arrêter. Fin 2009 et début 2010 nous avons enregistré à plusieurs reprises le cycle (diagramme P-V ou diagramme de Watt, ou de Clapeyron) d'un moteur pop-pop. Un exemple en est donné ci-dessous.

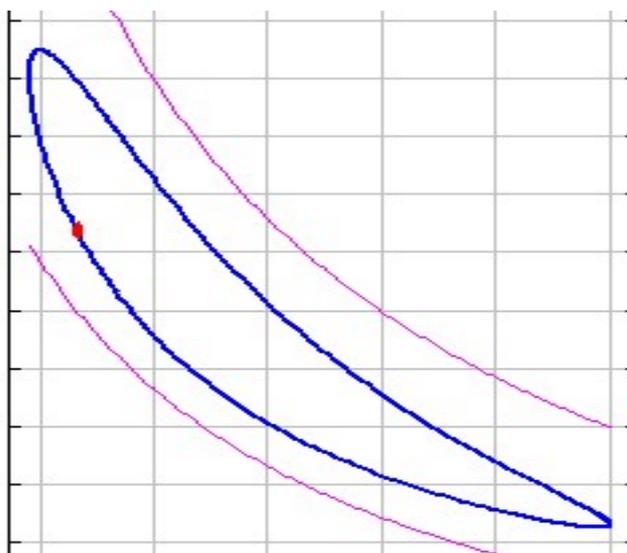
Diagramme de Clapeyron d'un moteur pop-pop



La forme de ce diagramme n'est pas sans rappeler celle du diagramme d'un moteur Stirling.

Le cycle théorique de Stirling (chauffage isochore, détente isotherme, refroidissement isochore et compression isotherme) avec des angles vifs est une vue de l'esprit.

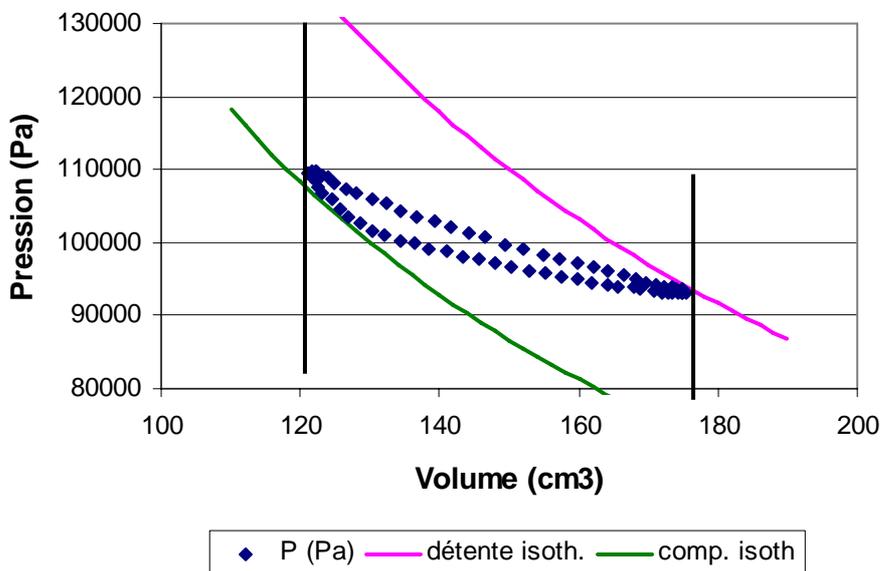
Le cycle (théorique lui aussi) prenant en compte la cinématique de la machine est une patateïde dont un exemple (provenant du site www.webphysique.fr) est reproduit ci-contre. Dans cet exemple les variations de pression et température sont très élevées mais l'allure du diagramme de Clapeyron est la même que celle du moteur pop-pop.



Cependant, alors que sur un moteur Stirling la compression et la détente sont presque isothermes, ce n'est pas du tout le cas sur un moteur pop-pop. La différence est énorme comme on peut le voir page suivante.

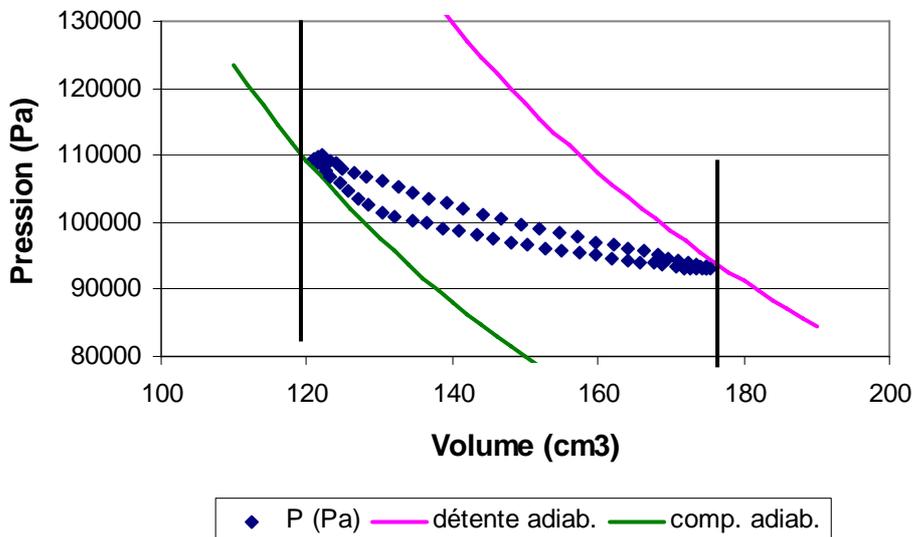
Nous avons repris un des enregistrements sur lequel nous avons ajouté les isothermes et les isochores.

Cycle pop-pop et cycle Stirling



Et pour compléter ce genre d'analyse nous avons aussi encadré le cycle pop-pop par des courbes de compression et détente adiabatiques.

Cycle pop-pop et comp/détente adiabatiques



C'est pire !

Conclusion :

Le cycle d'un moteur pop-pop est propre à ce type de moteur. On pouvait s'en douter en raison de la présence d'un mélange diphasique.. Selon la formule consacrée, cela va sans dire mais ça va mieux en le disant (ou en l'écrivant).

Explication simpliste :

On peut grossièrement décomposer le cycle en 4 phases.

1°) Détente.

Quand la colonne d'eau descend le volume de gaz (dont de la vapeur) augmente. L'apport de chaleur par la source chaude étant faible, la pression diminue. Mais à l'interface la température de l'eau reste sensiblement la même en raison de sa grande capacité calorifique. Il en résulte une évaporation qui ralentit la chute de pression.

2°) Refroidissement.

Le mouvement de la colonne d'eau étant quasiment sinusoïdal, le temps passé à approcher le point mort bas est relativement long. Le gaz se refroidit alors au contact de la paroi qui a elle-même été refroidie par la colonne d'eau avant sa descente.

3°) Compression.

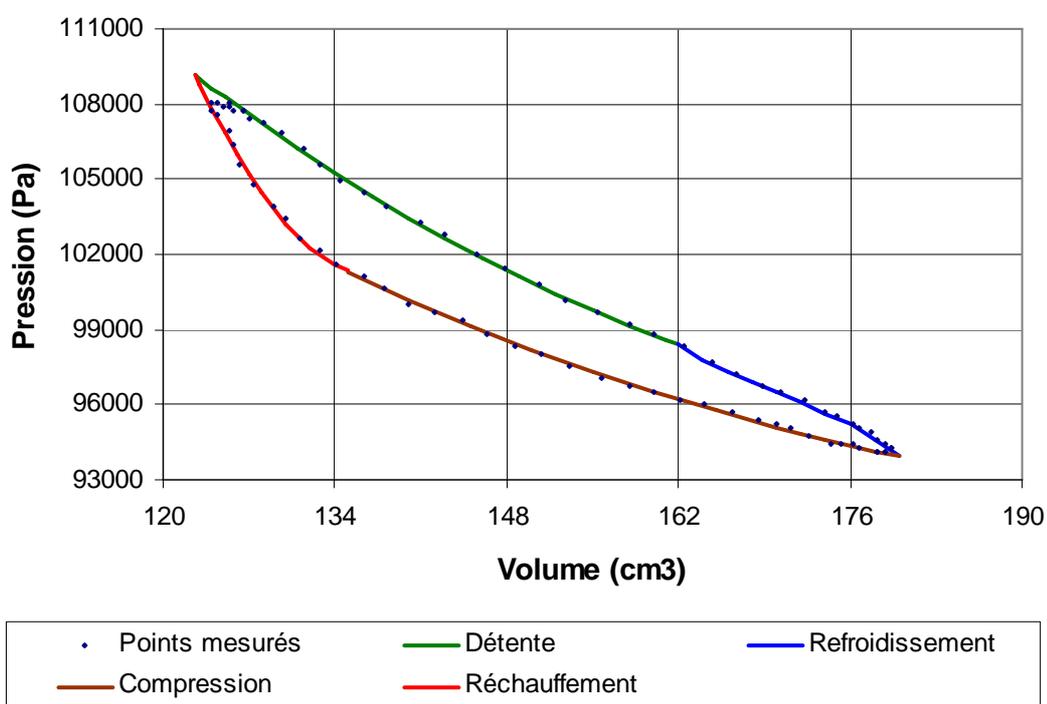
Le processus inverse de celui de la détente est du même ordre. Quand la colonne d'eau remonte la pression augmente et de ce fait une partie de la vapeur se condense.

4°) Réchauffement.

Le temps passé à l'approche du point mort haut est relativement long pour les mêmes raisons qu'au PMB. Le gaz humide déjà comprimé naturellement par l'inertie de la colonne d'eau s'échauffe au contact de la source chaude. Sa pression augmente.

Le diagramme de ce moteur simpliste serait le suivant :

Cycle pop-pop mesuré et modèle mathématique



Il s'agit d'une modélisation. Il est bien évident que sur un moteur pop-pop réel il n'y a aucune transition brutale d'une phase à la suivante.