

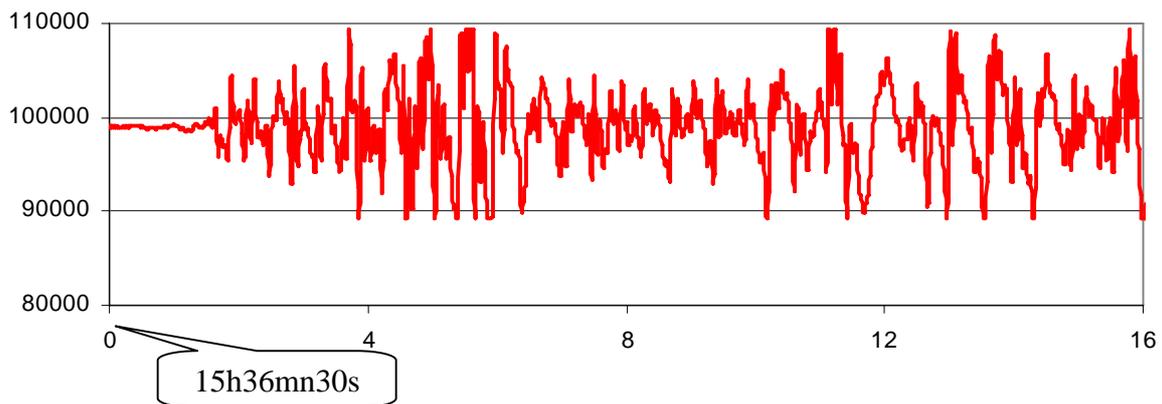
## Pop-pop : pression et volume en phases transitoires et en bordure de domaine de fonctionnement

A) Démarrage B) Montée en puissance C) Chauffe insuffisante

### A) Démarrage d'un moteur pop-pop

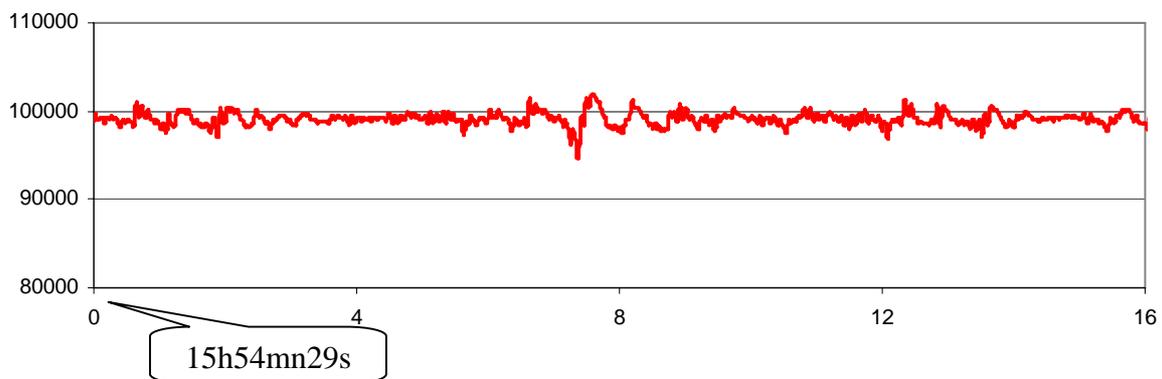
1°) L'eau commence par bouillir localement. Il en résulte de grosses variations de pressions qui sont trop rapides pour que la colonne d'eau se mette en mouvement.

**Pressure (Pa) vs time (s). Boiling water.**



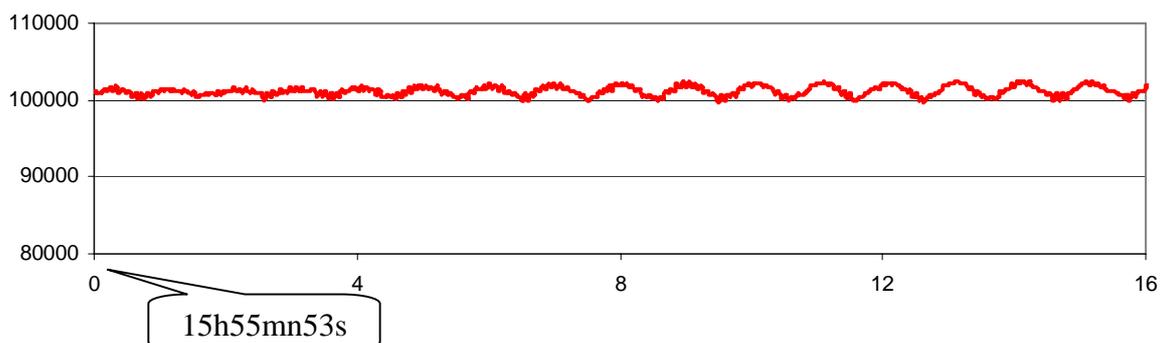
2°) Une bulle de vapeur se forme et atténue l'amplitude des variations de pression.

**Pressure (Pa) vs time (s) just before starting.**



3°) La bulle grossit et les variations de pression deviennent de plus en plus régulières, et leur amplitude augmente.

**Pressure (Pa) vs time. Engine starting.**

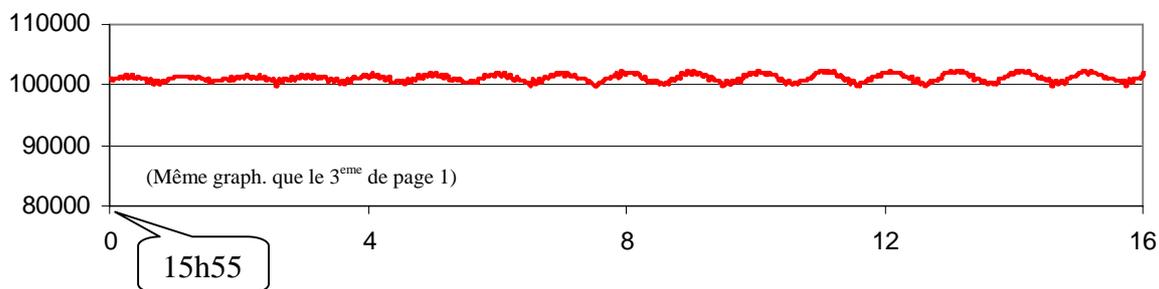


Nota : entre le 2° et le 3° graphe on peut voir que la pression moyenne a augmenté. Ceci est dû au fait que la colonne d'eau est descendue d'environ 20cm. Connaissant la géométrie du moteur, cela donne une idée du volume moyen de la bulle de vapeur.

## B) Montée en puissance d'un moteur pop-pop

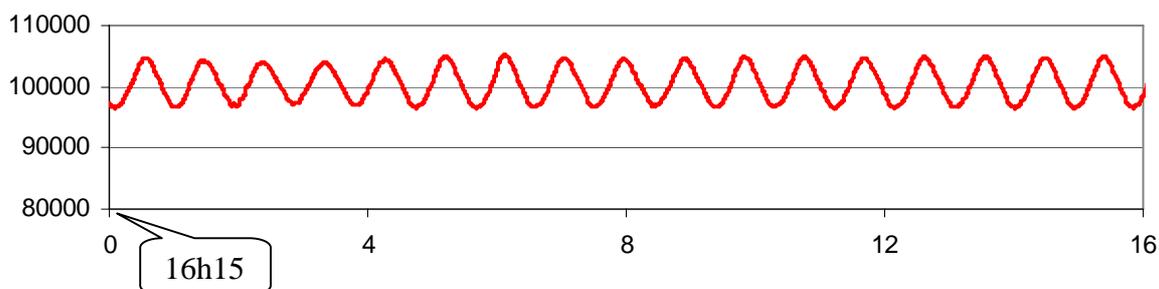
Dans un premier temps la pression moyenne augmente un peu (la colonne d'eau descendant dans le tube), puis le moteur démarre.

**Pressure (Pa) vs time (s). Engine starting.**



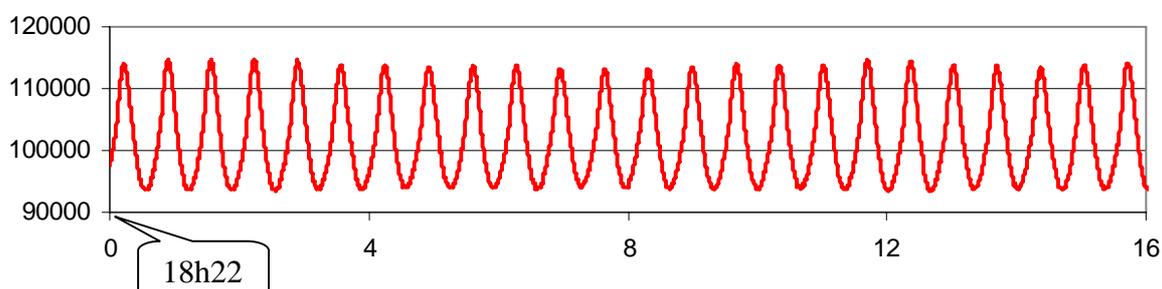
Ensuite, sans changer la puissance de chauffe les variations de pression et le mouvement s'amplifient doucement.

**Pressure (Pa) vs time**



Et si on attend suffisamment longtemps (plus d'une heure dans notre exemple) les variations de pression peuvent devenir relativement importantes.

**Pression (Pa) vs time (s)**

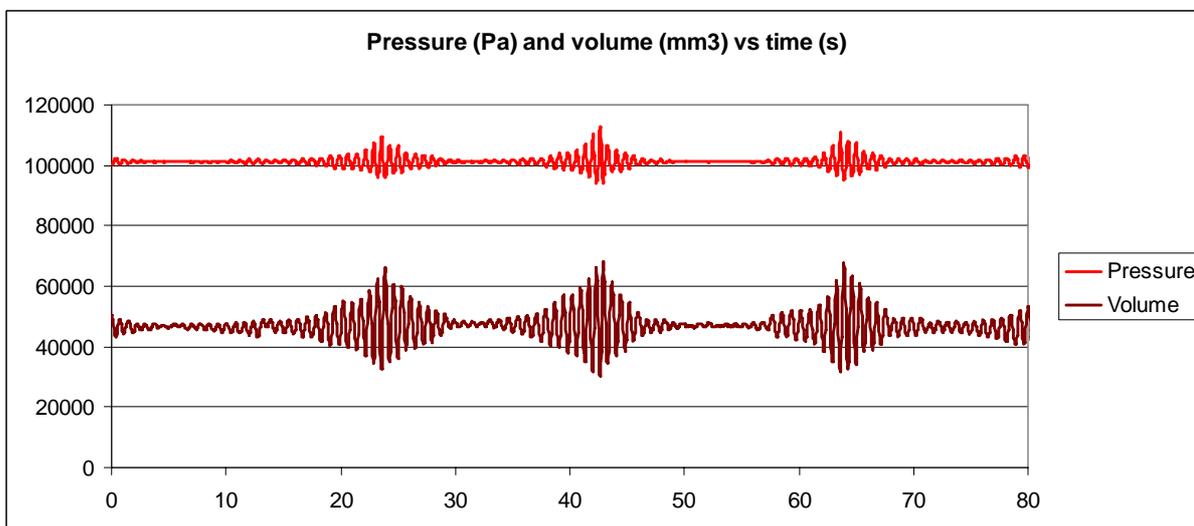


Nota : Lorsque le moteur *donne son maximum* il y a à l'intérieur autre chose que de l'eau et de la vapeur. Cela est dû à l'évaporation des gaz dissous à l'origine dans l'eau, principalement azote et oxygène. Pour atteindre ce fonctionnement il faut souvent attendre plusieurs heures. Toutefois, on peut l'obtenir en introduisant volontairement de l'air dans le moteur.

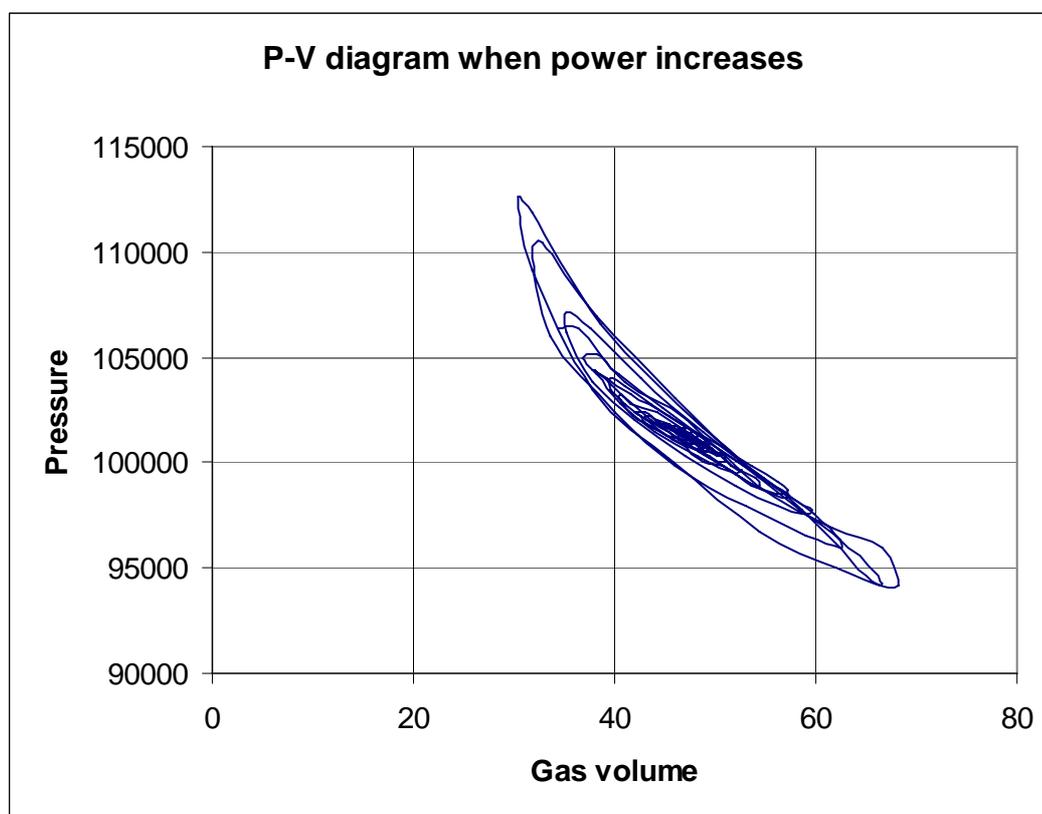
### C) Conséquence d'une puissance de chauffe insuffisante

Quand la puissance de chauffe décline lentement et qu'elle devient juste insuffisante pour garder le fonctionnement continu on obtient une modulation d'amplitude pour la pression et pour le volume. C'est très net quand on représente les deux signaux sur le même graphe.

1°) En fonction du temps :

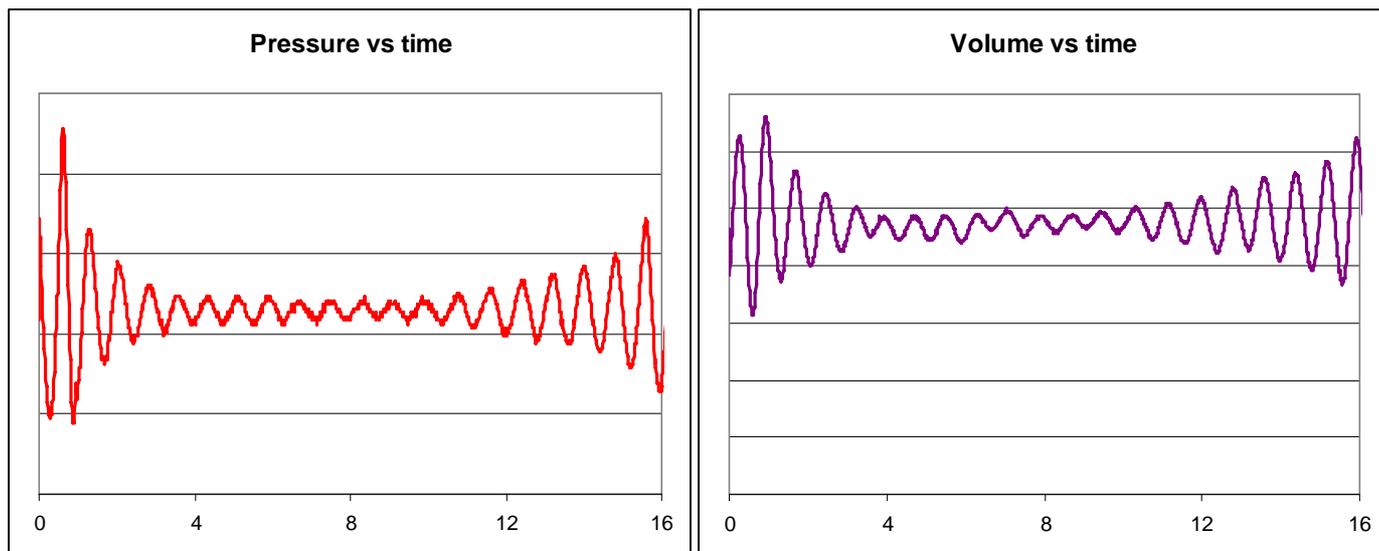


2°) En faisant abstraction du temps (sur le diagramme. En fait, ici entre t=31 et t=43).



On observe que le « haricot » grandit autour du point de repos (47cm<sup>3</sup> et 101hPa).

Détail de ce type de modulation (enregistré à un autre moment).



Ici (entre  $t=0$  et  $t=4$  secondes) le "haricot" diminue mais garde encore la même allure.

