

Le fonctionnement du réchaud type P3RS

Vu sur <http://www.randonner-leger.org/forum/viewtopic.php?id=890&p=2> un réchaud à alcool artisanal aussi léger et compact que efficace !

Comme je sais la difficulté qu'il y a à concevoir un brûleur (détendeurs, orifices calibrés...), j'étais incrédule à l'idée que le P3RS puisse fonctionner avec des perforages dont le diamètre (0.5 mm à 1 mm) et l'espacement (4 mm à 1 cm) sont aussi variables d'un concepteur à l'autre !

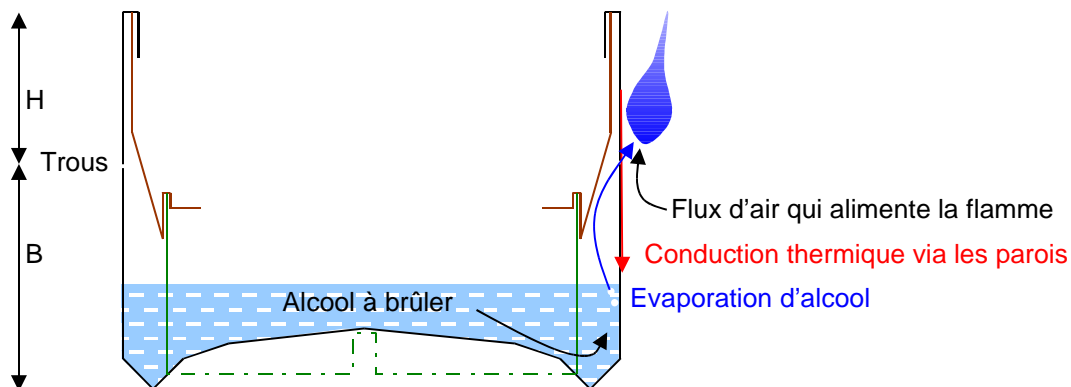
Et pourtant dès le 1^{er} essai fait avec une vulgaire canette acier 65 mm, ça démarre en 25", ça chauffe ½ litre d'eau en 4'30", ça consomme 2g d'alcool par minute avec une régularité déconcertante (12 g pour 6 mn, 20 g pour 10 mn), c'est léger (25 g), très solide... incroyable !



Et avec une canette alu le réchaud est encore plus léger et plus puissant. J'ai donc essayé de comprendre comment ça marche.

En fait le P3RS ne monte pas en pression, il n'est donc pas régulé par la pression (le diamètre des trous) mais par la vitesse d'évaporation de l'alcool.

Une fois que le P3RS a démarré, au lieu que toute la réserve d'alcool soit chauffée en même temps, c'est dans l'espace situé entre les 2 parois (sorte de chambre d'évaporation) qu'une petite quantité d'alcool va progressivement être portée à température d'ébullition (78°C), remplacé au fur et à mesure par de l'alcool plus froid qui arrive par le dessous de la chambre.



Les flammes chauffent le haut du P3RS, la chaleur descend par conduction thermique le long des parois, de l'alcool s'évapore, ce qui alimente les flammes qui chauffent le haut du P3RS etc etc... c'est une sorte de boucle.

Le problème d'une boucle autoentretenu c'est sa régulation.

Plus la flamme est forte, plus vite l'alcool s'évapore et plus la flamme devrait être forte (effet turbo) pourquoi le P3RS ne s'emballe pas ?

La puissance du P3RS est déterminée par la vitesse d'évaporation de l'alcool qui est elle-même le résultat d'un équilibre thermique entre 4 phénomènes :

- C1 – Chauffage de la partie haute par les flammes et conduction thermique par les parois.
- R2 – Refroidissement de la chambre par évaporation d'alcool et arrivée d'alcool frais
- R3 – Refroidissement de la partie basse par le flux d'air froid qui alimente la flamme.
- R4 – Refroidissement du fond par contact du sol.

Une fois que le haut du P3RS baigne dans la flamme, le phénomène C1 est à son maximum, limité par la conductivité thermique, alors que R2 et R3 continuent d'augmenter de façon quasi proportionnelle à la puissance, ce qui régule le P3RS à une température d'équilibre.

En fin de combustion, l'alcool en réserve sera de plus en plus chaud et facile à évaporer, pourquoi la puissance reste relativement stable ?

Au fur et à mesure de la combustion le niveau baisse donc l'alcool s'éloigne des flammes (C1 diminue) et se rapproche de la zone froide (R3 et R4 augmentent) ce qui contribue certainement à modérer le P3RS en fin de combustion.

Après avoir versé puis enflammé l'alcool, il faut attendre que les flammes sortent par les trous avant de poser la popote. Pourquoi mettre de la fibre de verre dans la chambre d'évaporation permet de faciliter le démarrage ?

L'alcool monte par capillarité dans la fibre de verre :

- il se rapproche de la chaleur qui descend par conduction dans la paroi
- il n'est plus en contact avec la réserve d'alcool restée froide.

Cet alcool s'évapore plus facilement ce qui réduit le temps de démarrage.

Paramètres permettant d'augmenter la puissance du P3RS :

Réduire le nombre de trous augmente la vitesse d'éjection de la vapeur d'alcool ce qui éloigne la flamme du P3RS, diminue la chaleur transmise, la vitesse d'évaporation de l'alcool et donc la puissance du P3RS.

En revanche s'il y a assez de trous pour évacuer l'alcool **sans pression** au fur et à mesure de son ébullition, le haut du P3RS baignera dans la flamme (C1 sera maximal) et augmenter encore le nombre de trous ne changera rien.

Pour augmenter la puissance il faut jouer sur les paramètres qui permettent de modifier l'équilibre thermique du P3RS et d'accélérer l'ébullition de l'alcool :

- 1 – Diminuer B (hauteur sous perçages) permet de réduire la distance entre la flamme et l'alcool ce qui augmente C1 et diminue R3, mais cela se fait au détriment de l'autonomie.
- 2 – Augmenter H (hauteur au dessus des perçages) permet d'augmenter la surface en contact avec la flamme donc C1.
- 3 – Augmenter l'épaisseur de la paroi externe améliore la conduction donc C1, à noter que les canettes alu sont plus épaisses que les canettes acier et l'alu (237 W/m/°K) est bien meilleur conducteur thermique que le fer (80 W/m/°K).
- 4 – Préchauffer l'alcool permet de diminuer R2.
- 5 – Isoler le P3RS du sol permet de diminuer R4.
- 6 – Isoler la partie basse du P3RS permet de diminuer R3.

Alain CALMET

www.alpcontrol.com

www.blackpowder-ski.com