

Forme de la tuyère d'une propulsion pop-pop

Par Jean-Yves

Il existe des formes de tuyères optimisées pour les navires ou scooters propulsés par hydrojets. Mais du fait du fonctionnement alternatif d'un moteur pop-pop, quelle est la meilleure forme à utiliser ? Ce qui suit ne répond pas catégoriquement à la question. Certaines choses sont sûres. Elles sont dictées par les lois de l'hydromécanique et ont été vérifiées par quelques expériences. D'autres nécessiteront des tâtonnements. C'est ce qui fait un peu le charme du moteur pop-pop. Chacun a ses chances de faire mieux...

Dégager l'extrémité de la tuyère :

Privilégier les bateaux à arrières fins (ou les catamarans avec tuyère entre les deux coques).

Laisser la canalisation sortir de la coque sur au moins 3 fois son diamètre. (voir justification dans "Moteur pop-pop et analogie électrique" et/ou " Fonctionnement d'un hydrojet pulsé").

Utiliser un tube mince, ou dégraissé (désépaissi) à son extrémité (voir conclusion des études "Banc d'essai hydraulique" et "Mesure de poussée au point fixe").

Ces trois recommandations ont surtout pour but de favoriser la phase de relaxation

Choisir le bon diamètre de tuyère :

Ce qui propulse le bateau, c'est la quantité de mouvement $T=Q.V$ (Q étant le débit et V la vitesse de l'eau sortant de la tuyère).

Ceci incite à penser qu'il suffit de choisir un petit diamètre. Malheureusement, le problème n'est pas si simple car un petit diamètre implique une perte de charge élevée qui a des répercussions (assez mal connues) sur le fonctionnement (débit et fréquence) du moteur pop-pop. Il faut donc tâtonner pour trouver le meilleur compromis.

Utiliser une tuyère convergente :

Nous avons vérifié (aussi bien en débit continu qu'en débit alternatif) qu'une tuyère convergente est plus performante qu'une tuyère cylindrique de même diamètre de sortie. Ceci est principalement dû au phénomène de *vena contracta*. En effet, hydrauliquement la veine fluide suit la direction donnée par la tuyère et, légèrement en aval (au point de vena contracta) la section est minimale et la vitesse maximale. On m'objectera que cela revient au même qu'une tuyère cylindrique ayant la section de la vena contracta. Dans la phase de propulsion c'est à peu près le cas, mais comparons cette tuyère cylindrique à la précédente dans la phase de relaxation. Dans ce sens, il n'y a plus de phénomène de vena contracta. L'eau arrive de toutes parts vers les deux tuyères, et elle rencontre moins de difficulté à pénétrer dans le plus gros des orifices... qui est celui de la tuyère convergente.

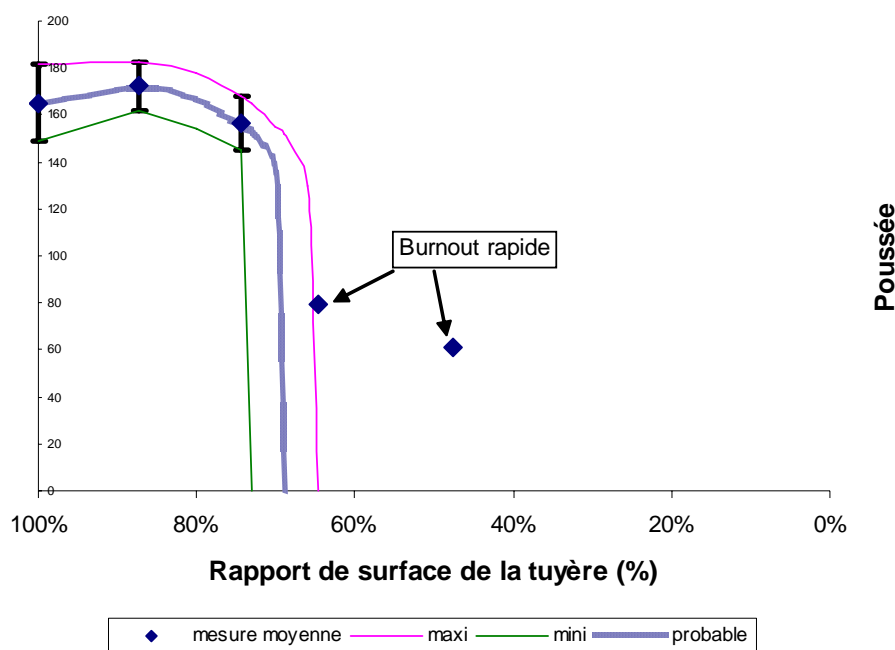
Quelle conicité ? 15, 20° ? Quel rapport de surface (entre sortie tuyère et tuyau) ? Là encore, la porte est ouverte aux expériences.

Sur un moteur relativement gros et performant nous avons essayé de mesurer l'efficacité de plusieurs tuyères. Chacune était une petite pièce plus ou moins conique. Toutes avaient le même diamètre d'entrée (8,7mm) et la même longueur (36mm).

- Tuyère n°1. Cylindrique. Diamètre intérieur 8,7.
- Tuyère n°2. Cylindre déformé. Sortie ovale de 11x6
- Tuyère n°3. Conique. Diamètre de sortie 7,5
- Tuyère n°4. Conique. Diamètre de sortie 7
- Tuyère n°5. Conique. Diamètre de sortie 6

Plusieurs essais ont été réalisés avec chaque tuyère. On a réussi à obtenir un fonctionnement permanent et puissant du moteur avec les tuyères n°1, 2 et 3. Avec les tuyères n°4 et 5 la poussée a été plus faible et à chaque fois le burnout est arrivé très vite. On a reporté les mesures sur un graphe, y compris celles des tuyères n°4 et 5. Ensuite nous avons ajouté les courbes telles que nous pensons qu'elles sont.

Meilleure poussée moyenne en fonction du rapport de surface de la tuyère



A l'examen de ce graphe il semble qu'une tuyère avec un faible rapport de réduction de surface (*) améliore la poussée, mais les écarts-types (traits noirs verticaux sur le graphe) sont plutôt grands et il est difficile d'en faire une affirmation.

Une chose est plus évidente : une tuyère trop étroite est nuisible.

* Faible rapport de réduction de surface. Dans notre cas il était de 13%. Cela correspond à une réduction du diamètre de 6 ou 7%.

Pour finir, à ce stade de la connaissance, saluons les ancêtres ! Le bateau *Le Racer* très diffusé entre les deux guerres avait des formes arrière minces, il était muni d'une canalisation unique (que je préconise – peut-être à tort – depuis le début, pour d'autres raisons), bien dégagée, mince, et (sur certains modèles) pincée à l'extrémité pour qu'elle soit convergente. La totale !... Sauf qu'il avait un moteur à membrane détériorant le rendement, mais qu'en contre partie cela offrait un plaisir auditif certain.

