

## L'HELICE, quelques calculs utiles ou pas ...

en partant de la dernière vidéo : **Hélivap 11** [https://youtu.be/vuk3biLS\\_rI](https://youtu.be/vuk3biLS_rI)

Des **essais** à 2 bars mano avec une hélice de 154 mm de diamètre et un PAS de 2" (50.8mm). Hélice en tôle de 0.3 mm puis en laiton de 1 mm.

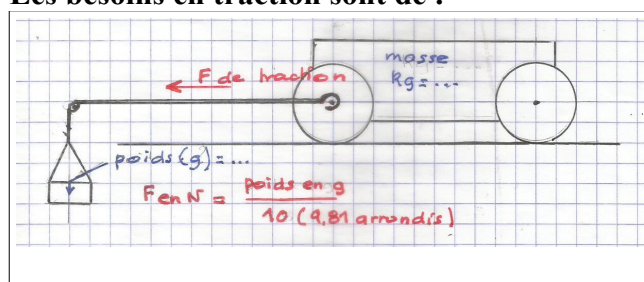
Observations à partir de la vidéo

La véhicule se déplace :

- 1 . avec 0,9 kg de masse : à environ 10 cm /s soit 360 m/h
- 2 . avec 1,450 kg de masse : à environ 7 cm /s soit 252 m/h

*Ce serait probablement mieux avec une alimentation en vapeur directe de la chaudière, des roues nettoyées et sèches, une piste correcte et une protection du moteur (recueil de la condensation, protection de l'air généré par l'hélice qui refroidit, un peu, le moteur).*

**Les besoins en traction sont de :**



Une expérience classique pour déterminer la force nécessaire pour mouvoir le véhicule :

- 1 – 0,9 kg : 0,26 N (véhicule à vide)
- 2 – 1,45 kg : 0,44 N (+ chaudière)
- 3 : 1,68 kg : 0,52 N (+ carrosserie)

On a observé que pour **1**, on n'a pas de problème, que pour **2**, c'est peut-être jouable. Mais il est probable que pour **3** ce sera impossible ...

*On peut donc voir si les **données relevées sur les sites** qui parlent des hélices d'avion peuvent signifier quelque chose pour l'Hélivap, véhicule terrestre !*

**Que peut-on dire de cette hélice qui tournera à 2400 trs/mn soit à 40 trs/s ?**

**Formule Force de traction**

**T** : force de traction en N

**p** : masse volumique de l'air (1.225 kg/m<sup>3</sup> à altitude 0)

**n** : vitesse de rotation de l'hélice en trs/s (ici 40)

**D** : diamètre de l'hélice en m ( ici 0,154)

**Ct** : coefficient de traction ???

**Force de traction en N**

Le problème est de trouver Ct qui est un coefficient variable.

**Formule calcul de Ct**

Mais, **T = F** ! Et, si on place la valeur obtenue dans la formule précédente, on retrouvera T !

Logique !!

Donc, pas de Ct ...

Une donnée essentielle qui va manquer.

$$P = \rho \times C_p \times n^3 \times D^5$$

Puissance nécessaire en W

$$C_p = \frac{P \times S}{D}$$

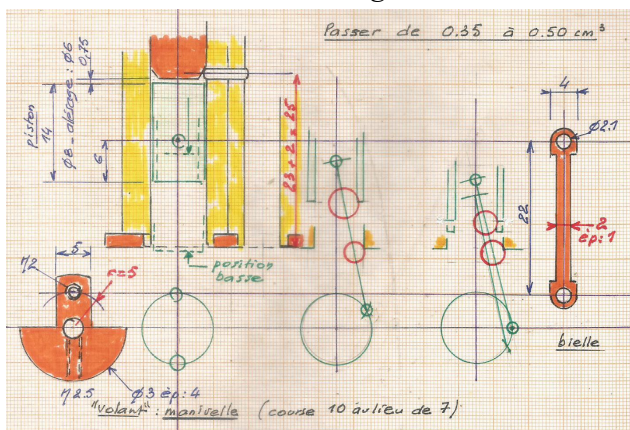
Là, un calcul plus simple et dans notre cas,  
 $C_p = 50.8 / 154 = 0.33$

La puissance nécessaire est donc de 2.24W

- P** : puissance à l'axe de l'hélice nécessaire en W
- $\rho$**  : masse volumique de l'air (1.225 kg/m<sup>3</sup> à altitude 0)
- n** : vitesse de rotation de l'hélice en trs/s (ici 40)
- D** : diamètre de l'hélice en m (ici 0,154)
- C<sub>p</sub>** : coefficient de puissance (ici 0.33)

Pour cette expérience de l'Hélivap 11, un "nouveau" moteur a été installé. En fait c'est le même mais sa cylindrée a augmenté en passant de 0,35 à 0.50 cm<sup>3</sup>.

Seulement, à cause du montage de l'alimentation en vapeur, il ne donne pas toute sa puissance.



Modification du moteur de 0.35 cm<sup>3</sup>

Les expériences précédentes montraient que le moteur de 0.35 avait une puissance théorique de 8,75 W et réelle de 5.5 W (frein à air) et que l'hélice en absorbait 55%, soit 3 W.

En passant à 0.5 cm<sup>3</sup>, la puissance théorique devient égale à 12.5 W et il n'y aura aucun problème au niveau de l'hélice lorsque son alimentation sera correcte (environ 4W) .

<http://www.vapeuretmodelesavapeur.com/moteurapistonval/index.html>

Je ne pense pas que les données trouvées sur les sites aéronautiques puissent vraiment servir ( je n'y ai probablement rien compris), mais il faut bien s'occuper en rêvant ... et surtout compter sur l'expérimentation dans le cas où on demande à une hélice d'avion de mouvoir un véhicule.

J'ai "testé" un tas d'autres formules. Inutile de les donner, elles ne me font pas progresser ...

En voici cependant une dernière retrouvée en rangeant les feuillets qui se sont accumulés pendant des semaines. Impossible de retrouver le site de son auteur qui, après une multitude de calculs, donnait cette **formule simplifiée** permettant d'avoir une idée de la force de traction d'un hélice mais à point fixe (moment où le pilote monte le régime des moteurs à pleine puissance juste avant le décollage).

$$F = 1,4 \times P^2 \times D^2$$

cm
en  
W.
m.

Formule simplifiée

Force de traction avec notre hélice de 0.154 m :

Si **P** = 3 W, **F** = **0.30 N**

Si **P** = 4 W, **F** = **0.53 N**

Une idée qui semble bien proche de la réalité !

Je serais d'ailleurs heureux si un jour l'**Hélicoptère version 1** acceptait de se déplacer à 0.1 m/s. On pourrait d'ailleurs se rassurer lors des essais en sachant qu'elle ne va pas décoller !

Avant de conclure, une autre idée (à vérifier bien entendu) pour faire face au manque d'information concernant **la masse à entraîner**. Et si on pouvait se servir des données qui concernent un véhicule routier déplacé par son moteur tout en sachant que dans ce cas il ne sera pas possible d'utiliser une réduction comme avec l'Hélicoptère version 2 ?

Tableau comparatif des 2 couples concernés :

<b>Couple à l'axe de l'hélice (40 trs/s)</b> <b>C en N = P en W / <math>\omega</math></b> $\omega = 2 \pi \times \text{nombre de trs/s} = 252$	<b>Couple à la roue de 8 cm (r = 0.04 m)</b> <b>C en N = F en N / r en m</b>
<b>A</b> avec 3W : C = 0.012 N	<b>1</b> avec F = 0.26 N, C = 0.104 N
<b>B</b> avec 4 W : C = 0.0158 N	<b>2</b> avec F = 0.44 N, C = 0.0176 N

Confirmation que **A** ou **B** > **1** ; par contre **B** < **2**

et, on le voit sur la vidéo où il faut l'aider à démarrer. Donc, pour diminuer **2**, on peut réduire la masse de 1.450 kg ou passer à une autre puissance du moteur. La première solution est plus rapide.

Si on prend par exemple un couple à la roue de 0.015N < 0.0158N (couple à l'axe d'hélice), on aura :  $0.0150 = F \times 0,04$  et  $F = 0.375$  N qui sera capable de déplacer le véhicule (voir le croquis de la première expérience) soit 0.375 g de lest

On va faire l'expérience à l'envers : placer le châssis du véhicule, chargé le lest de 0.35 g et charger le véhicule jusqu'au moment où il ne bouge plus, retirer un peu de sa charge et peser. Ici, j'obtiens une masse qui se déplace correctement à 1,350 kg.

Restera à construire si on ne veut rien changer (D de l'hélice ou puissance du moteur) une Hélicoptère de ce poids ...

Probablement farfelu, mais il faudra bien essayer quelque chose !

Des recherches qui ont duré des semaines pendant lesquelles j'ai négligé bien d'autres choses. Il est plus que temps de faire une pause.

Faaroa, le 21 mai 2022.

Jacques