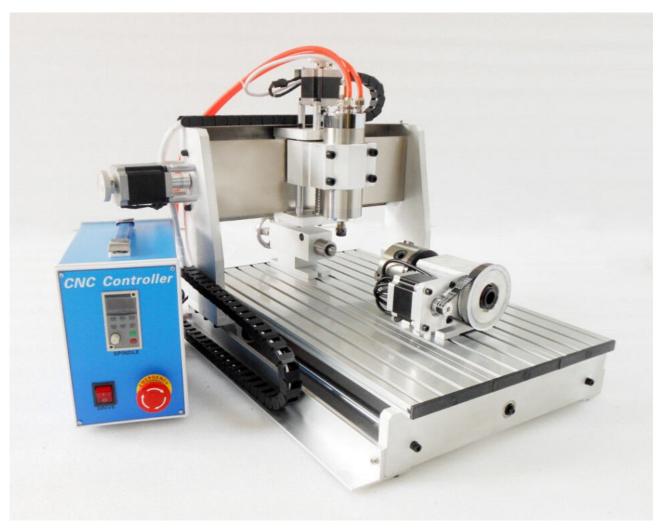
Electrobroches refroidies à eau





Vue d'une broche chinoise de 1,5kW-24000 trs/mn refroidie à l'eau.

Le refroidissement liquide fait l'unanimité par rapport au refroidissement à air. Ce type de refroidissement a beaucoup d'avantages :

- Beaucoup moins de bruit,
- évacuation de la chaleur mieux répartie,
- plus grande « densité » de chaleur évacuée,
- pas de consommation de puissance par le ventilateur externe.
- **Refroidissement indépendant de la vitesse de rotation.** Les turbines à air qui ventilent les électrobroches voient vite leurs performances se dégrader avec la baisse de vitesse de rotation.

L'eau pure n'est pas conseillée, il faut utiliser un liquide de refroidissement adapté pour éviter entartrage et corrosion du carter en aluminium. La température moyenne à ne pas dépasser pour le fluide est de 35 à 40°C.

Calcul du débit de fluide

$$P = Q_m * C_p * (T_s - Te)$$

P=Puissance thermique récupérée par le fluide en W

Qm=Débit massique en kg/s

 $\it Cp=$ chaleur massique du fluide de refroidissement en J/(kg.K) ; eau pure=4180 J/(kg/K) ; eau glycolée à 50 % = 2800 J/(kg/K)

Ts-Te= différence de température du fluide entre l'entrée et la sortie. La surface d'échange à l'intérieur de l'électrobroche étant très faible, la différence de température sera faible, de l'ordre de quelques degrés.

$$Q_{v} = \frac{Q_{m}}{\rho} = \frac{P}{C_{p} * (T_{s} - Te)}$$

Le débit_volume Qv (m3/s) est le débit_masse Qm (kg/s) divisé par la masse_volumique ρ (kg/m3) Exemple:

on doit évacuer 240W avec une différence de température (Ts-Te) de 1°C. On utilise de l'eau distillée additivée. $Cp=3800\ J/(kq.K)$ et $\rho=950\ kg/m3$; $1m^3=1000\ litres$

 Puissance à évacuer
 240 W

 Delta_T
 1 °C

 Masse volumique
 950 kg/m3

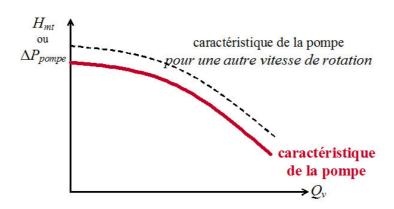
 Cp
 3800 J/(kg.K)

 Qm
 0,0631 kg/s

 Qv
 0,0000665 m3/s

 Débit horaire
 239,3 l/h

Choix d'une pompe : débit-volume/hauteur manométrique totale



Sources:

http://www.mecaflux.com/point%20fonctionnement%20pompe.html

Les pompes utilisées dans la gamme qui nous concerne sont des pompes centrifuges.

Le point de fonctionnement d'une pompe va dépendre :

- de sa conception
- de la puissance sur l'arbre et de la vitesse d'entraînement du moteur
- de la charge imposée par le circuit hydraulique en aval de la pompe.

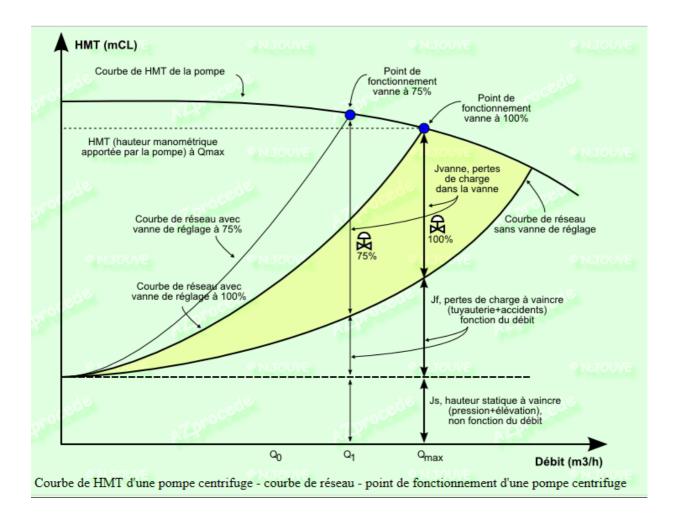
Pour une pompe on parlera de débit (m3/h ou kg/s) sous une pression de refoulement donnée (MPa ou bars). La pression de refoulement est souvent appelée, pour des raisons historiques, « Hauteur de colonne d'eau ». Elle s'exprime encore très souvent en mètres d'eau.

Pour rappel, 1 mètre de colonne d'eau produit une pression de (masse volumique X Gravité X Hauteur)=1000 x 9,81 x 1 = 9810 pascals.

On retiendra que 1 bar = 10 mètres d'eau = 100 000 pascals.

---> La question que l'on se pose est donc: Quelle est la pression nécessaire pour faire circuler le fluide dans notre système au débit que nous souhaitons obtenir?

---> Le point de fonctionnement du système [pompe + réseau] est le débit qui équilibre la pression fournie par la pompe et la pression nécessaire au fonctionnement du réseau a ce débit. La résolution de ce problème se fait par interpolation de la courbe de charge du réseau et de la courbe de charge de la pompe.



http://www.azprocede.fr/Cours GC/pompe centrifuge reseau.html

« On appelle courbe de réseau le tracé des pertes de charge et variations de pression et d'élévation en fonction du débit volumique, sur le même graphe que la HMT¹.

On obtient ainsi une courbe d'allure parabolique ascendante représentant l'évolution des pertes de charges avec le débit .

L'ordonnée à l'origine représente la hauteur et la pression à vaincre, terme qui n'est pas fonction du débit.

L'intersection de cette courbe avec la courbe de HMT donne le point de fonctionnement de l'installation, c'est à dire le débit de circulation et la HMT délivrée par la pompe.

Lorsqu'on trace plusieurs de ces courbes pour différentes positions de la vanne de réglage de débit, on obtient une représentation graphique des différents termes de l'équation de Bernouilli pour chaque position de la vanne, ce qui donne une idée de la relation débit - ouverture de vanne.

Sur le graphe ci-dessus sont représentés les courbes de réseau sans vanne de réglage, avec vanne de réglage 100% ouverte, et avec vanne de réglage 75% ouverte.

On admet généralement que pour qu'une vanne règle correctement un débit, elle doit réaliser environ 25% de la perte de charge du circuit (ce n'est pas ce qui est représenté ici, la vanne faisant plus de 50% de la perte de charge, mais c'est pour la clarté du schéma).

¹ Hauteur Manométrique Totale = Pression hydrostatique + Pertes de charge

En observant ce graphe, on comprend que l'augmentation de la perte de charge dans la vanne de réglage fait reculer le point de fonctionnement vers les zones de débit plus faible. Cette influence n'est néanmoins pas du tout linéaire, c'est à dire que le débit ne varie pas linéairement avec l'ouverture de vanne.

Pour remédier à cela, on utilise des vannes dites "égal pourcentage", dont la variation du cv n'est elle même pas linéaire avec la commande. »

En pratique, l'estimation des pertes de charge est difficile pour un amateur. On pourra négliger les pertes de charge statiques car soit on est en circuit fermé, soit la différence de hauteur entre le point de pompage et le point de refoulement sont faibles.

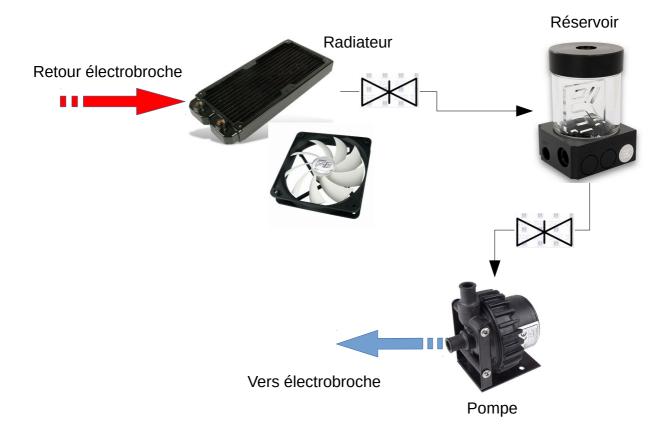
- --> Le plus simple est de mesurer le débit-volume réellement obtenu en configuration opérationnelle.
- ---> En règle générale il vaut mieux privilégier :
 - une pompe en charge permanente, immergée ou non,
 - assurant au moins le débit-volume nominal sous 3 à 4m d'eau.
- ---> On se souviendra que prendre une pompe avec un débit surdimensionné n'assure pas, à coup sûr, un fonctionnement satisfaisant. En effet, si cette pompe surdimensionnée en débit, ne peut vaincre la hauteur manométrique totale imposée par le réseau hydraulique, le point de fonctionnement ne sera pas atteint.

Choix des équipements

On va se tourner vers les équipements de refroidissement liquide (*water cooling*) pour le « tuning » des PC de haut de gamme.

L'installation est assez simple :

- liquide de refroidissement
- bâche alimentaire
- pompe alimentaire
- radiateur + ventilateurs
- tuyaux et vannes d'isolement



On notera les deux vannes d'isolement pour démonter facilement le réservoir

Liquide de refroidissement :

Le liquide de refroidissement doit :

- avoir une viscosité faible,
- être additivité pour éviter l'embouage (dépôts épais), la corrosion (cuivre, aluminium) et l'entartrage.
- avoir des qualités d'échange thermique élevées
- avoir des qualités isolantes électriques suffisantes
- ne pas être inflammable, ni toxique bien sûr.

L'eau pure est déconseillée à cause des problèmes de corrosion et d'entartrage.

Le liquide de refroidissement pour automobile est déconseillé tel quel, car il a une viscosité élevée, de plus il est susceptible d'embouage. Le glycol qui est très corrosif diminue sérieusement les qualités d'échange thermique par rapport à de l'eau distillée avec additifs. Certains conseillent d'employer le liquide de refroidissement automobile en le diluant : 50 % d'eau distillée-50 % de liquide de refroidissement prêt à l'emploi.

On recommande le liquide de refroidissement tout prêt pour PC sans colorant. La lecture de la fiche technique montre qu'il contient de l'éthylène glycol à moins de 20 % et des additifs anticorrosion. Cela ressemble quand même beaucoup, de part la composition, à du liquide de refroidissement pour automobile.

Bâche alimentaire

C'est un réservoir qui contient le liquide qui va passer dans la pompe avec de retourner vers l'électrobroche. La capacité recommandée est en général de 2 à 3 litres de liquide. Cette quantité importante sert de tampon thermique.

Pompe alimentaire

La pompe doit être en charge en permanence, donc placée sous la bâche alimentaire. Cela permet d'éviter le travail d'aspiration de la pompe et les désamorçages par cavitation. Un désamorçage peut être fatal à l'électrobroche. On peut commander la pompe par logiciel actionnant un relais. Dans leur quasi généralité ces pompes ont un rotor entraîné magnétiquement ce qui qui supprime l'essentiel des risques de fuites.



http://www.materiel.net/pompe-de-watercooling/laing-ddc-1t-12-v-25467.html

Un pompe telle que la *Laing DDC-1T* en 12 V est très souvent plébiscitée pour les électroboches jusqu'à 1,5 kW. Ses caractéristiques sont :

Débit 420 L/h Pression maximale 3,7 m

Dimensions 62 x 62 x 38 mm

Voltage d'alimentation 12 V Poids 210g

Radiateur et ventilateurs

Ici encore c'est du matériel pour PC

http://www.materiel.net/radiateur-pour-waterblock/radiateur-encuivre-240mm-noir-30245.html



Matière Cuivre

Dimensions 271 x 120 x 29,6 mm

Poids 645g

Entrée / Sortie Filetage 1/4"

Plomberie

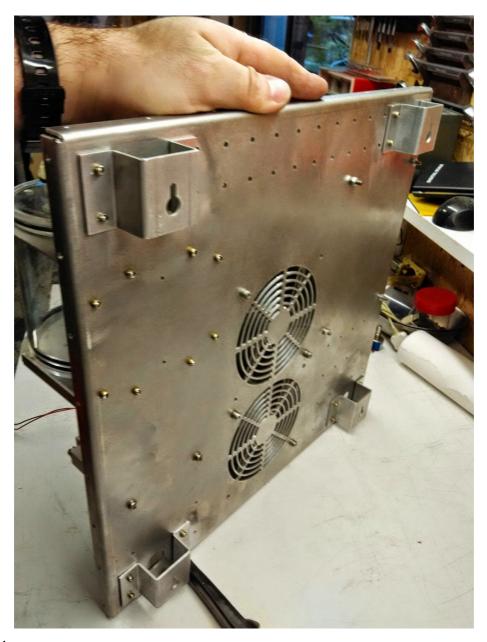
Tous les raccords, et robinets d'arrêt sont au standard 1/4". On utilise du tuyau PVC souple voire silicone.

Exemple de système de refroidissement efficace réalisé pour l'essentiel avec des éléments de récupération.



Source: usinages.com

Ci-après vue de la face arrière avec les ouies des deux ventilateurs récupérés sur une alimentation de PC



Source : usinages.com