



Air Vision,

Qu'est-ce que le pompage d'un ventilateur ?

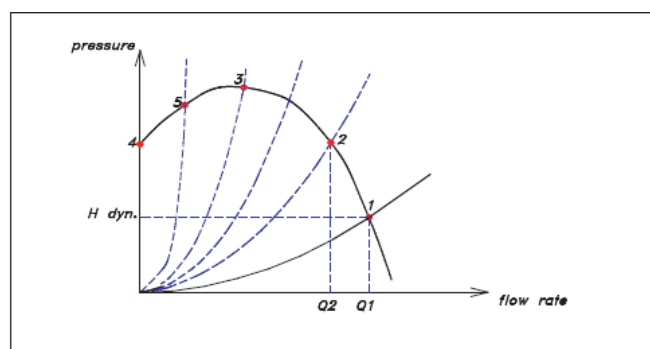
Expérience surprenante !

Chacun d'entre nous a fait l'expérience, enfant, de la manifestation du phénomène de pompage: la pression, développée par les poumons du bambin qui souffle dans un ballon neuf en baudruche, montre parfois des difficultés à vaincre la résistance du plastique, au point que le ballon se dégonfle subitement à travers la bouche de l'enfant, provoquant sa surprise et une désagréable impression causée par ce débit inversé. De même, le ventilateur, qui refoule dans un réservoir fermé, voit progressivement son débit diminuer au fur et à mesure que la pression augmente dans le réservoir. Quand celle-ci atteint le maximum de ce que le ventilateur est capable de produire, le débit s'inverse et repasse à travers le ventilateur, jusqu'à ce que celui-ci soit à nouveau capable de vaincre la pression du réservoir.

Explication du phénomène.

Sur le graphique ci-dessous, au début du processus, le ventilateur produit un débit Q_1 correspondant au point 1, point de rencontre de sa courbe et du circuit résistif. La pression développée est égale à la pression dynamique à son refoulement, puisque le circuit résistif n'a pas d'autre perte de charge. Dès que la pression commence à augmenter dans le réservoir, la courbe du circuit équivalent se redresse, et le débit commence à diminuer. La courbe passant par 2 est l'une des étapes du processus, jusqu'à ce que celui-ci voit la pression du réservoir atteindre celle du point 3. A cet instant, le ventilateur n'est plus capable de développer une pression supérieure à celle régnant dans le réservoir: la pression du réservoir devient le moteur du système, provoquant un refoulement du débit en sens inverse à travers le ventilateur. Celui-ci voit donc son point de fonctionnement passer brusquement en 4, à savoir à débit nul.

Dès que la pression dans le réservoir atteint la pression correspondant au point 4, le ventilateur est à nouveau capable de générer un débit positif, et le point de fonctionnement remonte jusqu'en 3, et ainsi de suite indéfiniment. Ce débit pulsatoire est appelé "pompage". Outre son caractère inefficace sur le plan du résultat attendu, ce phénomène peut provoquer un bruit pulsatoire inquiétant, affolant les aiguilles des manomètres ou des ampèremètres. Il peut aussi causer des vibrations nocives aux gaines, au ventilateur, ou à la structure support de celui-ci. Il faut donc s'attacher à l'éviter.



Le cas du réservoir fermé n'est évidemment pas courant. Dans la pratique, le circuit est plus ou moins ouvert, et sa courbe est une parabole qui, si elle a l'allure de celle passant par le point 5, provoquera le pompage entre ce point 5 et le maximum 3 de la courbe du ventilateur. L'amplitude du phénomène sera proportionnel à la différence de pression entre les points 3 et 5, tandis que la fréquence de la pulsation sera en relation avec le volume du circuit (plus il est grand, plus il faut de temps au réservoir que constitue le circuit pour se vider au travers du ventilateur, et, inversement, à celui-ci pour remonter la pression à son maximum). On peut montrer que la courbe du ventilateur est instable entre les points 4 et 3, et stable au-delà.



Prenons le point 2: ce point de fonctionnement est stable car pour faire passer le débit Q_2 , il faut produire une pression qui correspond justement à celle que le ventilateur est capable de développer. Si on veut faire passer un débit supérieur à Q_2 , le circuit demande plus de pression que ce que le ventilateur n'en est capable: le débit ne peut donc augmenter.

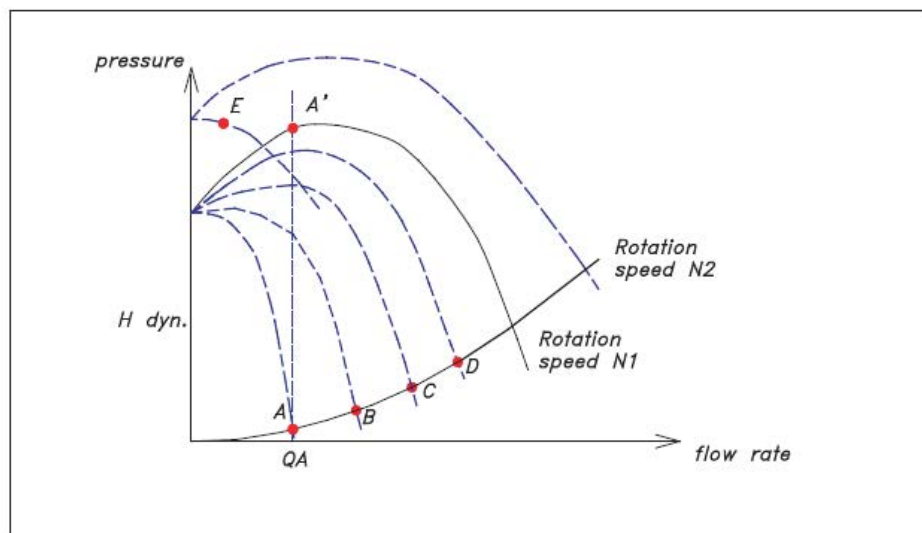
Inversement, si on veut diminuer le débit, le ventilateur est capable de développer plus de pression que ce que les débits inférieurs à Q_2 n'exigent. Le ventilateur rétablira donc le débit à sa valeur Q_2 , ce qui prouve que le point 2 est stable.

Par opposition, le point 5 est instable car toute volonté d'augmenter le débit sera satisfaite par la courbe du ventilateur, capable de générer plus de pression comme l'exige le circuit résistif, et toute volonté de diminuer le débit sera également satisfaite par la diminution de pression du ventilateur, en correspondance au circuit qui est dans ce cas moins demandeur de pression.

Comment éviter le pompage ?

Un bon ventilateur (c'est-à-dire, qui a un bon rendement) présente souvent une courbe d'abord montante, et ensuite descendante. La sélection du ventilateur correspondant à un circuit donné se fera en choisissant un ventilateur dont la courbe est stable à l'endroit du point demandé.

Certaines applications demandent cependant de se préoccuper de plusieurs allures de fonctionnement, dont certaines peuvent se situer en zone de pompage. L'incliner (ou "inlet vane control") est un appareil particulièrement indiqué à cet effet (voir photo). Placé à l'entrée du ventilateur, il a pour propriété de dégrader la courbe du ventilateur en rabotant sa partie montante. Il agit donc comme un registre d'étranglement le ferait, tout en gardant le point de fonctionnement demandé en zone stable. Ainsi, quel que soit le débit partiel demandé et correspondant à A, B, C ou D sur le circuit résistif ci-dessous, (graphique n°2) une position particulière de fermeture de l'incliner permettra de garder un point de fonctionnement stable, alors que pour fonctionner en QA, un registre -en consommant la pression AA'- obligerait le ventilateur en fonctionner en A', provoquant ainsi le pompage.



Si un des points de fonctionnement possibles futurs se trouve en E, il suffit de choisir un ventilateur dont on peut augmenter la vitesse (la courbe passe de N_1 à N_2) et d'ensuite fermer l'incliner de manière à raboter la courbe N_2 . Le point E sera alors sur une courbe descendante et stable.

Bien que consommatrice d'énergie et peu élégante, une autre méthode est envisageable: lors du fonctionnement à débit partiel, en même temps que la fermeture du registre, on peut recycler le débit superflu à l'aspiration du ventilateur, ou simplement le rejeter à l'atmosphère, de manière à ce que le ventilateur fonctionne à débit constant de manière stable.