



Air Vision,

What is the surging phenomenon on a fan?

Amazing experiment!

As a child, all of us, we once discovered the surging phenomenon! The pressure, generated by our lungs blowing into a balloon, shows sometimes the difficulties to overcome the plastic resistance, till the balloon deflates suddenly in our mouth, causing the surprise for the kid and the unpleasant feeling of inverse flow direction.

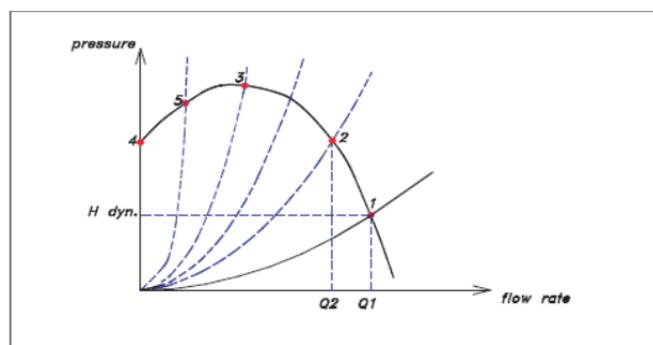
In the same way, when a fan delivers pressure on a closed tank, then the flow decrease step by step as the pressure increase in the tank. When the pressure get to the maximum fan capacity, the flow is reversing and goes back to the fan until the fan is able again to overcome the tank pressure.

Phenomenon explanation

On the chart below, at the beginning of the process, the fan generates a flow Q_1 corresponding to the point 1, junction point of the curve and the resistive system. The pressure developed is equal to the dynamic pressure at outlet as the system does not own any other pressure drop. As soon as the pressure increases in the tank, the equivalent system curve straightens up and the flow starts to decrease. The curve crossing the point 2 is one of the steps of the process, till the tank pressure reaches the point 3. At that moment, the fan is not anymore able to generate a pressure higher than the pressure existing in the tank. The tank pressure becomes the system motor, generating a reverse flow in the direction of the fan. At that moment the working point of the fan goes on the point 4 with a flow at zero.

As soon as the pressure in the tank reaches the pressure at the point 4, the fan is again able to generate a positive flow, and the working point goes up at the point 3, and so on indefinitely. This pulsating flow is called "surging". Despite its inefficient characteristic

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.

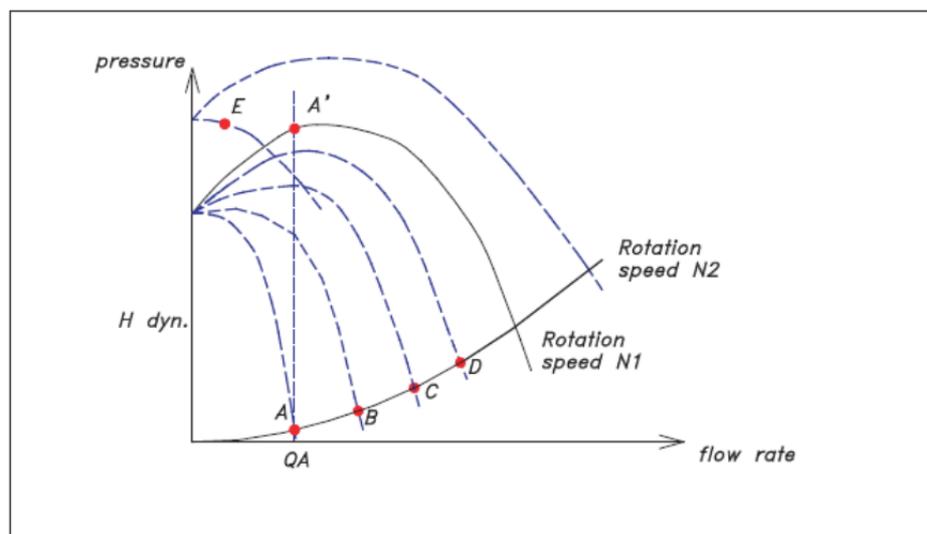
Inversement, si on veut diminuer le débit, le ventilateur est capable de développer plus de pression que ce que les débits inférieurs à Q_2 n'exigent. Le ventilateur rétablira donc le débit à sa valeur Q_2 , ce qui prouve que le point 2 est stable.

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'inclinaire (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'inclinaire 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'inclinaire 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.