

REGULATION DES COMPRESSEURS PAR LES VANNES

DE REGULATION DES ENTREES DES BASSINS (Vanne la plus ouverte)

1. Généralités

Ce cas s'applique lorsqu' un ou plusieurs compresseurs refoulent dans un commun qui lui même alimente plusieurs bassins dont le débit d'air d'entrée de chacun d'eux est régulé par une vanne de régulation (1ère boucle de régulation).

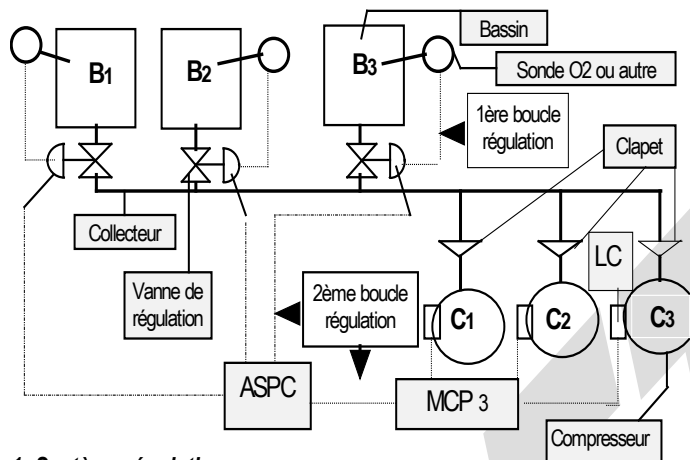


Fig.1: Système régulation

"vanne de régulation", qui sera la plus faible lorsque cette vanne sera grande ouverte.

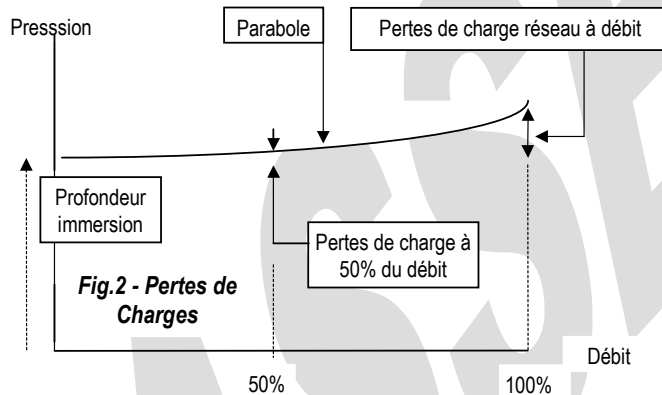


Fig.2 - Pertes de Charges

naturellement celle qui est max. pour pouvoir balayer tous les débits jusqu'au le débit max. A 20 000 m³/h, nous aurions donc une consommation énergétique correspondant à 8,15 mCE dans le premier cas et à 9,5 mCE dans le deuxième cas. La régulation par la position des vannes de régulation permettrait donc d'économiser 14% d'énergie à mi-débit.

2. Régulation des compresseurs par les vannes de régulation

Pour faciliter l'explication, nous partons d'un état d'équilibre où, par exemple, le débit global est 30 000 Nm³/h, les vannes de régulation ouverte entre 30, 50 et 20% de l'ouverture max. afin d'alimenter chaque bassin au débit requis, de 10 000 pour l'un, 15000 pour le second et 5000 pour le 3ème, si nous avons 3 bassins. Nous sommes donc dans "un" des états possibles d'équilibre. A titre d'exemple encore, le même état d'équilibre de 10000, 15000 et 5000 pourrait être obtenu avec les vannes ouvertes à 50, 70 et 40%.

Dans ce dernier cas la perte de charge sera moindre, puisque les vannes seront plus ouvertes que précédemment, et la contre-pression (qui sera la pression différentielle du/des compresseurs) sera égale à la profondeur d'immersion, plus les pertes de charges dans les conduites communes et la branche correspondant à la vanne la plus ouverte, plus la **perte de charge dans la vanne la plus ouverte**. La perte de

Cette vanne de régulation est commandée par "la variable" du bassin à contrôler (ex : le taux O₂), par l'intermédiaire d'une boucle de régulation classique ("1ère boucle de régulation"), qui n'est pas l'objet de ce mémo.

En fonction de la demande plus ou moins grande de l'air de chaque bassin, le débit d'air à fournir par le ou les compresseurs devra augmenter ou diminuer. Ce sera la raison d'être de la "2ème boucle" de régulation qui commandera aux compresseurs d'augmenter ou diminuer leurs débits.

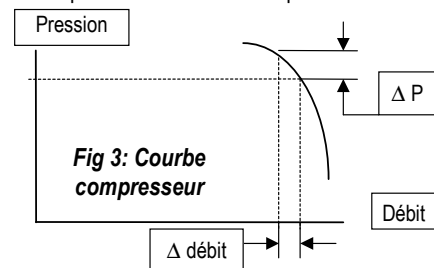
Si l'on considère maintenant la consommation d'énergie, elle sera fonction de la pression différentielle "à vaincre". A noter que la pression différentielle varie en fonction du débit (approximativement comme une parabole), et qu'elle comporte un terme qui est la perte de charge

La régulation des compresseurs par la position des vannes de régulation des bassins permet de commander les compresseurs sur toute la plage de régulation, donc à tous les débits, en obtenant à chaque instant la pression différentielle (du système de refoulement) la plus faible possible, ce qui conduit à réduire la consommation énergétique à son minimum. Par exemple, à 39000 Nm³/h, la perte de charge du réseau est évaluée à 1,8 m (delta P totale est 9,5 mCE). A 20 000 Nm³/h pour l'ensemble des bassins, la perte de charge sera env. le quart de cette valeur et la pression différentielle minimum sera seulement de 8,15 mCE env., soit 14% plus faible. A contrario, la régulation "par la pression" consisterait à conserver dans la conduite commune de refoulement une pression constante,

charge "globale" de chaque autre branche est égale à cette valeur, du fait de la fermeture plus ou moins grande de la vanne de régulation de cette branche.

La régulation "par les vannes" consiste à recevoir un signal 4-20 ma de la vanne la plus ouverte (Les vannes doivent être équipées d'un potentiomètre de recopie), par exemple 10 ma pour l'ouverture de 50%. Dans notre armoire, nous avons un comparateur qui va comparer ce signal avec une valeur de consigne qui sera l'ouverture "désirée" (Ex : vanne ouverte à 80%) qui correspondra à 18 mA. La différence de 8 mA indiquera au compresseur qu'il doit diminuer son débit, ce qu'il fera lentement, en fonction des paramètres PID entrés dans l'armoire de commande. Le débit diminuant, la pression dans le commun diminuera aussi. Chaque bassin sera en "manque d'air", ce qui conduira à l'ouverture de chacune des vannes (pilotées par la 1ère boucle de régulation). La vanne la moins ouverte passera de 20 à 30%, et celle la plus ouverte de 50 à 60%, et enverra alors un signal de 14 mA. A la comparaison suivante, ce signal de 14 mA sera comparé à la valeur de consigne de 18 mA, ce qui conduira à nouveau à un cycle d'ouverture des vannes, ceci jusqu'à ce que le signal reçu de la vanne la plus ouverte soit égal à 18 ma (Valeur de consigne). A cet instant, le débit des compresseurs n'a pas à être modifié et restera stable jusqu'à ce qu'une nouvelle perturbation (ex : ouverture d'une vanne d'un bassin) vienne modifier l'équilibre et engendre ces "cycles" de comparaison -> modification du débit des compresseurs -> action de la 1ère boucle de régulation sur les vannes de régulation -> etc.

Au contraire, lorsqu'un bassin a trop d'air, la 1ère boucle de régulation va commander une légère fermeture de la vanne de régulation d'entrée de ce bassin, le débit à ce bassin va diminuer et le débit global **demandé** devra diminuer d'autant. Pendant une première période, le compresseur conservera la position de ses aubes de régulation inchangée, ce qui créera une légère augmentation de la pression dans le commun et une diminution "naturelle" du débit du compresseur dont le point de fonctionnement passera de A à B (fig. 3). La conséquence sera une baisse "naturelle" du débit fourni par le compresseur, du fait de la forme de sa courbe caractéristique. Les conséquences seront 1/ pour la vanne qui a initié le changement en se fermant, un débit diminué de d_1 à d_2 , et une pression augmentée de p_1 à p_2 (Fig. 4), 2/ alors que le débit traversant chacune des autres vannes augmentera de d_n à d_m sous l'effet de l'augmentation de la pression qui passe de p_1 à p_2 (Fig. 5). Ceci entraînera trop d'air dans chacun d'eux, ce qui aura comme conséquence une réaction de la 1ère boucle "de fermeture" des vannes de régulation, donc en particulier de la vanne la plus ouverte. La position de cette



dernière va donc se fermer et va passer au-dessous de la consigne d'ouverture (avec laquelle elle était "égale" dans la phase précédente d'équilibre). Le compresseur sera donc conduit à baisser son débit par l'action du régulateur de l'armoire MCP.

Nota : Dans certains cas, nous pouvons envoyer à notre armoire MCP le signal de "commande" (1ère boucle) de la position d'ouverture de la vanne la plus ouverte, sans passer par la recopie "réelle" de cette vanne. Sous réserve d'études complémentaires (en particulier sur la rapidité de retrouver un état d'équilibre de/des vannes de régulation), ce principe peut fonctionner. Il permettrait en particulier, d'anticiper la régulation du débit du/des compresseurs sur l'ouverture/la fermeture des vannes de régulation.

Nota : Dans certains cas, nous pouvons envoyer à notre armoire MCP le signal de "commande" (1ère boucle) de la position d'ouverture de la vanne la plus ouverte, sans passer par la recopie "réelle" de cette vanne. Sous réserve d'études complémentaires (en particulier sur la rapidité de retrouver un état d'équilibre de/des vannes de régulation), ce principe peut fonctionner. Il permettrait en particulier, d'anticiper la régulation du débit du/des compresseurs sur l'ouverture/la fermeture des vannes de régulation.

