

Notice technique

Domaine Clima chauffage

Pompes de circulation dans les installations de chauffage

Les pompes de circulation inefficaces et mal dimensionnées sont de véritables gouffres à énergie. On estime que pour la Suisse, leur remplacement par des modèles efficaces et réglés de manière optimale permettrait d'économiser environ 65 % de la production annuelle de Mühleberg. A l'échelon européen, cette économie équivaldrait même à l'énergie produite par plusieurs centrales nucléaires. La réduction de la consommation d'énergie sert également l'intérêt du consommateur, qui voit ainsi sa facture diminuer.

Prescriptions

L'ordonnance sur l'énergie (OEné) définit les exigences relatives à l'efficacité énergétique et à la mise en circulation des circulateurs électriques sans presse-étoupe, et renforce les prescriptions concernant l'efficacité énergétique des autres pompes de circulation. Les délais d'application n'ont pas encore été fixés. Les prescriptions actuelles se réfèrent au règlement (CE) n° 641/2009 de l'UE, qui stipule que depuis le 1^{er} janvier 2013, l'indice d'efficacité énergétique (IEE) des circulateurs sans presse-étoupe indépendants ne peut excéder une valeur de 0,27. A compter du 1^{er} août 2015, cette valeur sera ramenée à 0,23 pour les circulateurs sans presse-étoupe indépendants et intégrés dans des produits.

Les pompes de circulation à une vitesse ne respectent pas l'IEE prescrit et depuis l'entrée en vigueur de l'OEné, les pompes de circulation sans presse-étoupe à une vitesse ne sont plus admises.

Les circulateurs d'eau potable ne sont pas concernés, mais il est recommandé de recourir à des pompes de circulation à faible consommation d'énergie dans ce domaine également.

Planification

Les prescriptions garantissent une haute efficacité des pompes de circulation. Cela étant, leur dimensionnement correct reste important. Même si leur conception est irréprochable, les pompes de circulation mal dimensionnées présentent un mauvais rendement.

De nombreux modèles récents sont équipés de systèmes de réglage sophistiqués, mais qui ne sont opérants que dans la plage de fonctionnement de la pompe de circulation. Autrement dit, en dehors de ces limites, les nouvelles possibilités de réglage ne sont d'aucune utilité.

Circuit hydraulique, intégration dans les installations neuves

Le dimensionnement d'une installation hydraulique repose sur le calcul du réseau hydraulique. Les pertes de charge augmentent au carré avec la vitesse de l'eau, qui doit donc être maintenue à bas niveau. Cela permet de dimensionner le réseau hydraulique de manière à minimiser les pertes de charge. La norme SIA 384/1:2009 stipule que de manière générale, la perte de charge ne peut dépasser 50 Pa/m dans la partie la plus désavantageuse du réseau.

Dans les grandes installations, il faut prévoir des organes d'équilibrage pour stabiliser l'ensemble du système hydraulique et réduire au maximum les débits d'alimentation des différents consommateurs. Les organes de régulation doivent si possible respecter une autorité de vanne > 0,5, l'autorité de vanne étant le rapport entre la perte de charge de la vanne et la perte de charge totale dans le tronçon contrôlé par la vanne (colonne et vanne) au débit volumique maximum.



Assainissement d'installations (remise en état)

Le nombre d'installations qui prennent de l'âge et nécessitent un assainissement est en augmentation constante. La démarche qui guide le choix des composants est très différente selon qu'il s'agit d'un assainissement ou d'une installation nouvelle. Lors d'un assainissement, il est souvent impossible de calculer les caractéristiques d'exploitation. Certaines d'entre elles sont toutefois fournies par l'installation :

- Puissance calorifique
- Différence de température aller/retour à la température extérieure du moment
- Courbe de chauffage
- Pression différentielle et débit (si mesure possible)

Les règles relatives au calcul du réseau hydraulique et au calcul complémentaire des organes d'équilibrage sont les mêmes que celles qui s'appliquent au dimensionnement d'installations nouvelles (voir ci-dessus). Dans les grandes installations, chaque colonne montante doit être équipée d'organes d'équilibrage avec régulation de débit.

Pour connaître les caractéristiques de l'installation, on peut également utiliser une pompe de mesure qui, sans autre instrument, permet de mesurer un point sur la courbe caractéristique de la pompe de circulation, et par conséquent la courbe caractéristique de l'installation. Sur la base du nouveau débit, qui découle des déperditions calorifiques, il est possible de déterminer le nouveau point d'exploitation sur la courbe caractéristique de l'installation.

Choix de la pompe de circulation

Lorsque l'on connaît le comportement de l'installation en phase d'exploitation ainsi que le débit et la pression de refoulement, on peut choisir la pompe de circulation :

- Pompes de circulation sans presse-étoupe jusqu'à une puissance raccordée d'env. 1500 W
- Pompes de circulation à moteur ventilé, qui couvrent les puissances raccordées supérieures

De manière générale, les pompes de circulation à débit continu ne satisfont plus l'IEE. Cela concerne également les pompes à circulation lente, qui ne peuvent plus être utilisées qu'exceptionnellement, p. ex. dans les installations d'eau potable.

Les pompes de circulation à vitesse de rotation faible (ne dépassant pas 1500 t/min) avec courbe caractéristique plate sont indiquées pour les installations à débit variable.

Les pompes de circulation à vitesse de rotation élevée (plus de 1500 t/min) présentent une courbe caractéristique pentue et sont destinées aux installations à débit constant. Elles ne satisfont pas l'IEE et ne peuvent plus être utilisées que dans certains cas précis, p. ex. dans le domaine de l'eau potable. Le point d'exploitation nominal se situe à l'intersection de la

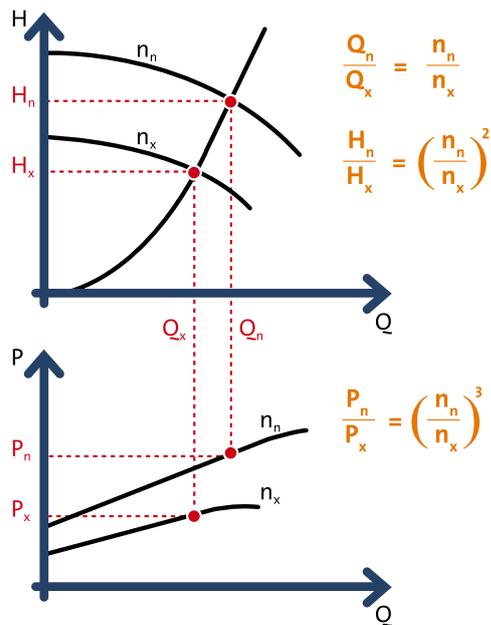
courbe caractéristique de l'installation et de celle de la pompe de circulation aux conditions de dimensionnement.

Le point d'exploitation nominal devrait être proche du meilleur rendement possible de la pompe de circulation.

La puissance de la pompe de circulation dépend fortement de sa conception et de sa vitesse de rotation. Les principes fondamentaux sont les suivants :

- Le débit varie proportionnellement à la vitesse de rotation.
- La pression de refoulement varie proportionnellement au carré de la vitesse de rotation.
- La puissance nécessaire varie proportionnellement au cube de la vitesse de rotation.

Il s'ensuit qu'en doublant le débit, on obtient une puissance approximativement huit fois plus grande.



Légende :

- P = Puissance absorbée
- P_n = Puissance absorbée nominale
- P_x = Puissance absorbée au point d'exploitation
- Q = Débit
- Q_n = Débit nominal
- Q_x = Débit au point d'exploitation
- n = Vitesse de rotation
- n_n = Vitesse de rotation nominale
- n_x = Vitesse de rotation au point d'exploitation
- H = Hauteur de refoulement
- H_n = Hauteur de refoulement nominale
- H_x = Hauteur de refoulement au point d'exploitation

Le choix d'un type de pompe présentant un rendement correspondant influence la consommation d'électricité de manière décisive.

Commande et régulation de la pompe de circulation

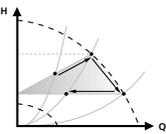
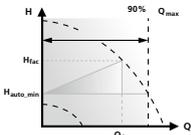
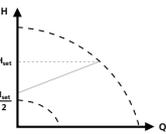
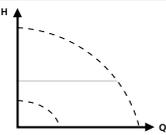
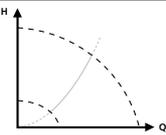
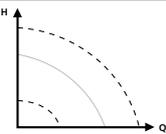
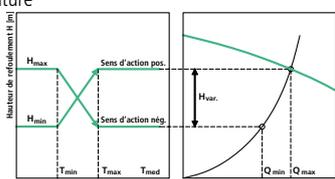
L'offre actuelle de pompes de circulation permet de choisir le modèle adapté à l'application.

Les pompes de circulation disposent des possibilités de régulation et raccordements de capteurs les plus divers, qui accroissent le confort de l'installation. Les pompes à haut rendement énergétique peuvent fonctionner selon des critères fixes :

Mode de fonctionnement	Description	Caractéristiques
Fonctionnement normal	La pompe fonctionne selon le mode de régulation défini.	Voir modes de régulation.
Arrêt p.ex. par une minuterie, la commande du chauffage ou un capteur	La pompe s'arrête en fonction du signal extérieur.	Consommation d'électricité nulle, économie d'énergie importante.
Vitesse de rotation minimum	La pompe fonctionne en permanence à vitesse de rotation minimum.	Consommation d'électricité très faible, économie d'énergie importante.
Vitesse de rotation maximum	La pompe fonctionne en permanence à vitesse de rotation maximum.	Besoins en électricité très élevés.

En raison de l'important potentiel d'économie d'électricité, il faut accorder une attention particulière au réglage de la pompe.

La régulation en continu de la vitesse de rotation est désormais la norme. Les pompes peuvent être régulées selon divers critères :

Mode de régulation	Fonctionnement	Caractéristiques
Adaptation automatique à la courbe caractéristique de l'installation	 La pompe adapte automatiquement la pression de refoulement aux variations de la courbe caractéristique de l'installation. Les modifications de consommation d'énergie du consommateur sont corrigées automatiquement par adaptation de la pression de refoulement.	Le point d'exploitation doit être situé dans la plage de réglage. Solution avantageuse sur le plan énergétique.
Adaptation automatique à la courbe caractéristique de l'installation et limitation du débit	 La pompe adapte automatiquement la pression de refoulement aux variations de la courbe caractéristique de l'installation. Les modifications de consommation d'énergie du consommateur sont corrigées automatiquement par adaptation de la pression de refoulement. En outre, le débit maximal est limité.	Le point d'exploitation doit être situé dans la plage de réglage. Pas de gaspillage d'énergie dû à des quantités d'eau trop importantes.
Pression proportionnelle	 La hauteur de refoulement augmente proportionnellement au débit volumique.	Solution avantageuse sur le plan énergétique. Economie d'énergie plus importante que pour le mode de régulation « Température constante et différentielle ».
Pression différentielle	 Régulation de la vitesse de rotation de manière à maintenir une pression différentielle constante indépendante du débit à un point donné, p.ex. directement à la pompe ou, si la pompe est raccordée à un signal extérieur, à l'extrémité de la partie la plus désavantageuse du réseau.	Solution avantageuse sur le plan énergétique.
Température constante et différentielle	 Régulation de la vitesse de rotation de manière à maintenir une température d'eau constante.	
Courbe caractéristique constante	 Régulation de manière à maintenir une vitesse de rotation constante selon le pré-réglage ou selon la valeur transmise par un système de régulation.	Régulation simple pour changement de charge, sans optimisation de la consommation d'énergie.
Régulation de la pression différentielle en fonction de la température	 La commande électronique modifie la consigne de pression différentielle en fonction de la température mesurée du fluide. Réglage avec progression positive : Lorsque la température du fluide véhiculé augmente, la consigne de pression différentielle augmente linéairement entre H_{min} et H_{max} (réglage : $H_{max} > H_{min}$). Réglage avec progression négative : Lorsque la température du fluide véhiculé augmente, la consigne de pression différentielle diminue linéairement entre H_{min} et H_{max} (réglage : $H_{max} < H_{min}$).	Adaptation automatique du point d'exploitation (adaptation de la consigne) aux variations de température du fluide.

Domaine d'application	Remarques
Voir modes de régulation.	Voir modes de régulation.
Possible selon la demande ou par minuterie pour la plupart des pompes.	Protection contre le gel non assurée en cas de commutation par minuterie. Ne convient pas pour les générateurs de chaleur nécessitant un débit minimum d'eau chaude constant.
Utilisation possible durant les périodes de faible besoin en débit, p.ex. en cas d'abaissement nocturne manuel ou pour limiter le débit minimum.	Protection contre le gel limitée.
Utilisation lorsque le besoin en débit est élevé, p.ex. en cas de commutation prioritaire d'eau chaude ou pour répondre à des pics de consommation.	Ne convient pas pour les installations à circuit de chauffage régulé, p.ex. celles équipées de vannes de chauffage thermostatiques (bruit).

Domaine d'application	Remarques
Utilisation possible pour la plupart des installations de chauffage, notamment en cas de pertes de charge importantes dans les conduites de distribution, p.ex. dans les systèmes de chauffage par radiateurs avec ou sans régulation thermostatique. Ce mode de régulation ne convient pas pour le chauffage au sol et les installations de climatisation.	<ul style="list-style-type: none"> • La consommation d'électricité est réduite dès que la pleine charge n'est plus nécessaire. • Atténue considérablement les bruits d'écoulement dans les vannes et les surfaces de chauffe. • Mode de régulation optimal en cas de remplacement de la pompe d'une installation existante.
Ce mode de régulation est particulièrement indiqué pour les pompes de circuit primaire (pompes de circuit de chaudière) des chaudières, des conduites à distance à plein régime ou pour des extensions partielles où une pleine charge sera nécessaire.	La pompe convient également pour les systèmes de consommateurs dont la puissance est supérieure à celle du système de générateur. Le système n'achemine que le volume d'eau nécessaire.
Indiqué pour les installations à débit variable présentant des pertes de charge importantes dans les conduites de distribution (installations de chauffage bitube équipées de vannes thermostatiques, circuits primaires, systèmes de refroidissement), également utilisable en cas de vitesse d'écoulement élevée. Ce mode de régulation ne convient pas pour les chauffages au sol.	Ne convient pas pour les installations à débit constant comme les installations de chauffage monotube.
Indiqué pour les installations à débit variable présentant de faibles pertes de charge (installations de chauffage bitube et de chauffage au sol équipées de vannes thermostatiques, circuits primaires).	Ne convient pas pour les installations à débit constant comme les installations de chauffage monotube.
Convient uniquement pour les installations à courbe caractéristique constante, p.ex. les systèmes de circulation d'eau chaude, ou pour un réglage de la différence de température sur des échangeurs thermiques.	Inapproprié pour la plupart des systèmes de chauffage.
Utilisation p.ex. pour la commutation en fourniture prioritaire d'eau chaude, dans les installations commandées par un signal externe et pour lesquelles plusieurs points d'exploitation sont définis ainsi que pour maintenir un débit constant.	Etant donné que la pompe ne peut pas être réglée avec précision en fonction du débit nécessaire effectif, elle fonctionne, comme les pompes sans régulation, selon une courbe caractéristique fixe qui est loin d'être idéale sur le plan énergétique.
Pour les systèmes de chauffage monotube lorsque la température de départ est réglée en fonction de la température extérieure. Pour les installations de circulation d'eau potable.	Inapproprié pour les systèmes de chauffage bitube normaux. Régulation sur température constante impossible.

L'arrêt de la pompe continue à représenter le plus important potentiel d'économie. Elle ne doit donc fonctionner qu'en cas de besoin d'énergie. Elle doit s'arrêter complètement en mode de veille.

Équilibrage hydraulique

Même si l'on passe à une pompe à régulation ultramoderne, il est nécessaire de procéder à un équilibrage hydraulique sur les installations anciennes et nouvelles. Dans le cas des installations anciennes, cette opération est nécessaire parce que la pompe fonctionne selon un autre point d'exploitation, ce qui influence tous les consommateurs.

Cavitation

Lorsque la pression minimum n'est plus atteinte du côté aspiration d'une pompe centrifuge, on assiste à un phénomène appelé cavitation. La cavitation se produit lorsque la pression du liquide est inférieure à sa pression de vapeur. La dépression du côté aspiration de la pompe et l'augmentation locale de la vitesse du liquide entrant dans l'hélice engendrent une baisse de pression (théorème de Bernoulli). Si la pression du liquide acheminé est inférieure à sa pression de vapeur, des bulles de vapeur se forment. La pression augmente très rapidement dans l'hélice et les bulles de vapeur implosent violemment. Ce phénomène est instantané. L'hélice subit une rafale de chocs qui la détruisent. La cavitation produit du bruit et des vibrations. La hauteur de refoulement et le rendement de la pompe diminuent.

La pression minimum à la tubulure d'aspiration doit donc être supérieure à la pression de vapeur du liquide acheminé. Le niveau de pression à la section d'entrée de la pompe est appelé NPSH (Net Positive Suction Head).

Le NPSH dépend de la conception de la pompe et de la température de l'eau. Les documentations techniques des fabricants indiquent donc des pressions d'exploitation minimum requises en fonction de la température de l'eau.

**WIR, DIE
GEBÄUDETECHNIKER.**

**NOI, I TECNICI
DELLA COSTRUZIONE.**

**NOUS, LES
TECHNICIENS DU BÂTIMENT.**

Autres informations

- « Des pompes de circulation efficaces en énergie – Notice technique pour installateurs » (www.suissetec.ch)
- « Des pompes de circulation efficaces en énergie – Notice technique pour propriétaires » (www.suissetec.ch)
- Notice technique « Corrosion dans les installations de chauffage » (www.suissetec.ch)

Renseignements

Le responsable du domaine Clima chauffage de suissetec se tient à votre disposition pour tout autre renseignement.
Tél. 043 244 73 33
Fax 043 244 73 78

Auteurs

Cette notice technique a été élaborée par le groupe spécialisé Clima chauffage de suissetec.