



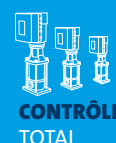
LIVRE BLANC SUR LE FROID INDUSTRIEL

PRENEZ LE CONTRÔLE DU FROID INDUSTRIEL GRÂCE AUX SOLUTIONS DE POMPAGE INTELLIGENT

INFORMEZ-VOUS SUR LES PRINCIPAUX DÉFIS DU FROID INDUSTRIEL ET APPRENEZ COMMENT EN OPTIMISER L'EFFICACITÉ AVEC LES **GRUNDFOS ISOLUTIONS**

JUSQU'À
30 %
DE RÉDUCTION
DES COÛTS
D'EXPLOITATION

JUSQU'À
70 %
D'ÉCONOMIES
D'ÉNERGIE



GRUNDFOS ISOLUTIONS



Introduction :

Les besoins de refroidissement et/ou de réfrigération sont présents dans quasiment toute installation de production ou de traitement industriels. Le froid industriel a pour objectif de refroidir et contrôler la température des équipements sur les chaînes industrielles, tels que les machines à souder et les machines de moulage par injection, ainsi que dans les procédés utilisés par exemple dans l'industrie laitière, la chimie ou encore la fermentation.

Objectif :

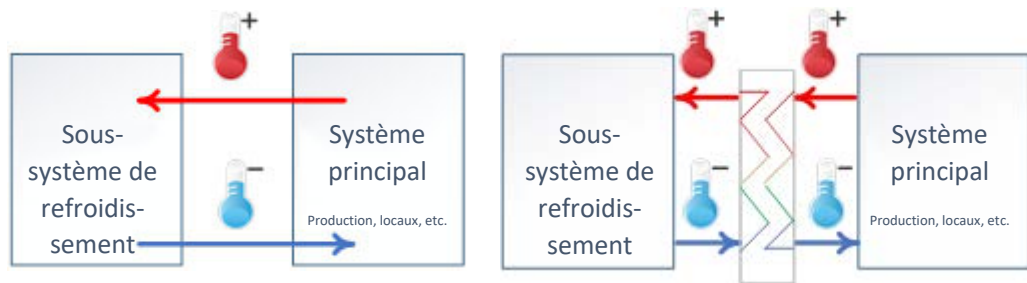
Le refroidissement fait partie intégrante d'un large éventail de procédés et d'industries, et il n'existe pas une solution universelle adaptée à tous les besoins, car ces derniers sont très variés. Parce que les pompes jouent un rôle prépondérant dans les systèmes de froid industriel, le présent document passe en revue les domaines d'applications où leur influence sur les performances des installations est essentielle et souligne les avantages à utiliser des solutions avec pompes à vitesse variable Grundfos.

Table des matières

Introduction au froid industriel	2
Tours de refroidissement	3
Refroidisseurs sec	4
Tour de refroidissement par évaporation	5
Condenseur à évaporation	5
Tour de refroidissement à circuit fermé.....	5
Tour de refroidissement à circuit ouvert.....	5
Froid industriel.....	6
Système tampon de refroidissement	7
Refroidissement libre	8
Echangeur thermique	10
Liquide de refroidissement.....	12
Qualité de l'eau.....	13
Techniques de régulation.....	13
Fonctionnement MGE/CUE.....	14

Introduction au froid industriel

Une installation de froid industriel a pour objet d'éliminer la chaleur dégagée par une machine, ou un process afin de les protéger et de leur garantir un fonctionnement optimal.



Le refroidissement et/ou la réfrigération seront présents sous une forme ou sous une autre dans pratiquement toute installation de production ou de process de traitement industriels. L'objectif du refroidissement industriel est de refroidir et d'éliminer la chaleur émise par les machines telles que machines à souder et machines de moulage par injection, ainsi que lors de procédés industriels, notamment ceux de l'industrie laitière, chimique et fermentation.

Le refroidissement est lié à un large éventail de procédés et de types d'industries, ce qui signifie que le froid industriel est assez fragmenté et qu'une approche universelle ne fonctionne pas toujours. Les pompes jouant un rôle important dans les systèmes de froid industriel, le présent document offre un aperçu des avantages de la vitesse variable et de l'impact sur les performances du système avec des pompes Grundfos.

Processus de refroidissement industriel

Le rôle de la plupart des pompes installées dans un système de froid industriel est de faire circuler l'eau au fil des différentes étapes du système de refroidissement. Dans le schéma suivant, nous avons représenté un système de refroidissement industriel type.

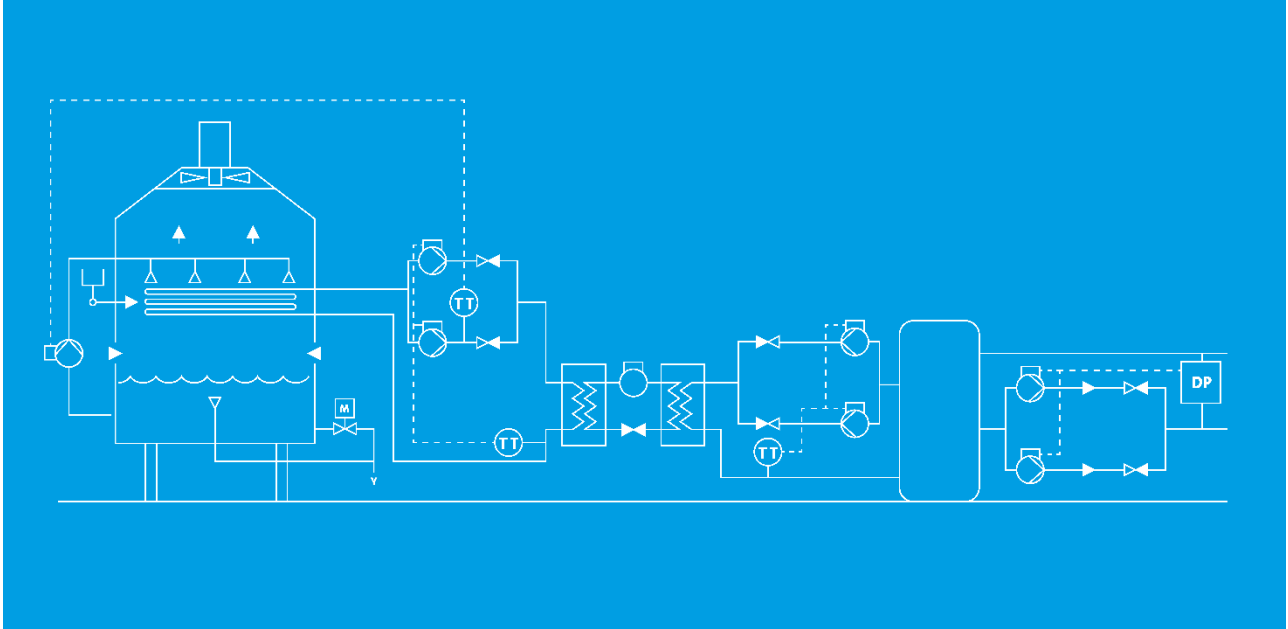
À droite, nous avons le circulateur principal. Le circulateur principal fait circuler l'eau froide provenant du système de refroidissement vers les émetteurs de chaleurs (machines-outils et autres process) et retourne les calories captées par le fluide vers le système.

Les circulateurs principaux sont des pompes normales de grande taille qui fonctionnent en permanence, il est donc important que vous puissiez les contrôler. Le mode de contrôle le plus efficace pour obtenir un débit et une pression d'eau adaptée est la pression différentielle ou la pression différentielle proportionnelle.

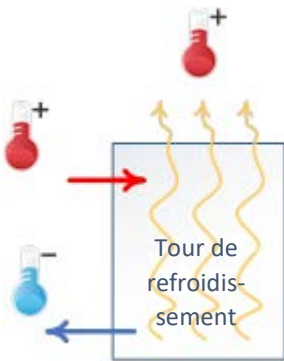
Ensuite, nous avons les pompes de refroidissement. Les pompes de refroidissement font circuler l'eau entre le réservoir tampon et le groupe froid (coté froid). Ici, vous pouvez optimiser l'utilisation du réservoir tampon en démarrant ou en arrêtant la pompe via un signal émis par le groupe froid. De cette manière, vous ne gaspillez pas de l'énergie à faire circuler de l'eau lorsque le groupe est à l'arrêt.

Les pompes coté condenseur transfèrent la chaleur du groupe froid à la tour de refroidissement. Vous pouvez les faire fonctionner selon un niveau de température, ou via le contrôle du groupe froid et il est possible d'avoir un démarrage lent si la température de l'eau du condenseur est basse.

La dernière étape est la tour de refroidissement. Dans ce cas, nous avons une tour de refroidissement fermée qui élimine la chaleur du système par évaporation de l'eau. Vous pouvez contrôler la circulation de l'eau dans la tour de refroidissement en fonction de la température de l'eau du condenseur et démarrer/arrêter son ventilateur dans la mesure du possible.



Tours de refroidissement.



Une tour de refroidissement est un dispositif de rejet des calories dans l'atmosphère en utilisant l'air ambiant pour abaisser la température de l'eau. Les tours de refroidissement utilisent soit l'évaporation de l'eau (tours de refroidissement par évaporation) pour évacuer la chaleur du circuit et refroidir le fluide caloporteur à une valeur proche de la température humide de l'air (appelée aussi de bulbe humide), ou soit en utilisant l'air ambiant (tours de refroidissement à sec). Celle-ci repose uniquement sur l'air pour refroidir le fluide et s'approcher de la température sèche de l'air (ou de bulbe sec).

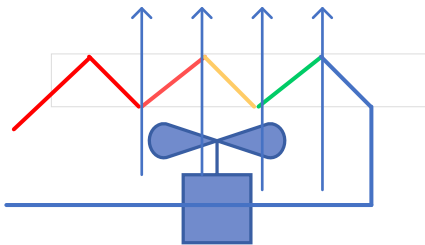
Les tours de refroidissement sont communément utilisées pour les applications de refroidissement de l'eau dans les raffineries de pétrole, en pétrochimie et autres usines chimiques, dans les centrales thermiques, le

froid industriel, et les systèmes de CVC pour le refroidissement des bâtiments commerciaux. Le modèle dépend du type d'admission d'air et si l'eau est évaporée dans la tour.

Différents types de tours de refroidissement

- Refroidisseurs à sec
- Tours de refroidissement par évaporation
 - Boucle fermée
 - Boucle ouverte
 - Condenseur

Refroidisseurs à sec



Les refroidisseurs à sec sont utilisés comme refroidisseurs libres ou pour refroidir le condenseur dans le système réfrigérant.

Il y a généralement deux types de refroidisseurs à sec : forme à plat et forme en V. Ils ont tous les deux une fonction identique. Pour les conceptions à plat, on trouvera un serpentin de refroidissement, composé de tubes et d'ailettes. Pour les conceptions en V, le serpentin se trouve sur les faces en V du refroidisseur à sec. Dans la plupart des cas, le refroidisseur à sec sera commandé par un contrôleur de ventilateur dédié et fera fonctionner la pompe à un débit fixe. Contrôler les ventilateurs via Control MPC Grundfos pourrait être envisagé mais la rentabilité de cette opération n'est pas suffisante.



En travaillant avec un refroidisseur à sec comme condenseur de refroidissement, il est généralement entendu que le débit est constant pour le condenseur et que la température est la plus basse possible. Dans les cas où le refroidisseur à sec fonctionne comme refroidisseur libre, la pompe peut prendre en charge la régulation des températures dans des situations de faibles charges lorsque le ventilateur de refroidissement n'est pas nécessaire.

Certains refroidisseurs à sec en V disposent d'un système adiabatique (imperméable à la chaleur) séparé, dans lequel un système d'évaporation de l'eau est ajouté sur les côtés. Le système adiabatique a un débit d'eau relativement faible, soit pulvérisé sur le serpentin, soit dans un panneau avec un matériau de remplissage qui offre une plus grande surface d'évaporation pour l'eau. Les circulateurs Grundfos MAGNA et UP peuvent être utilisés ici : le MAGNA 3, par exemple, peut démarrer/s'arrêter lorsque la température est suffisamment basse pour ne pas utiliser le système adiabatique.

Tour de refroidissement par évaporation

La tour de refroidissement par évaporation est l'un des types d'équipements les plus fréquents utilisés en refroidissement industriel. Ce sujet est bien trop large pour en faire le tour ici, mais il existe essentiellement trois principaux types, construits de différentes manières. La pompe de circulation de l'eau dans la tour de refroidissement est appelée pompe de pulvérisation ou circulateur. Le meilleur contrôle pour cette pompe est une commande marche/arrêt.

Condenseur à évaporation

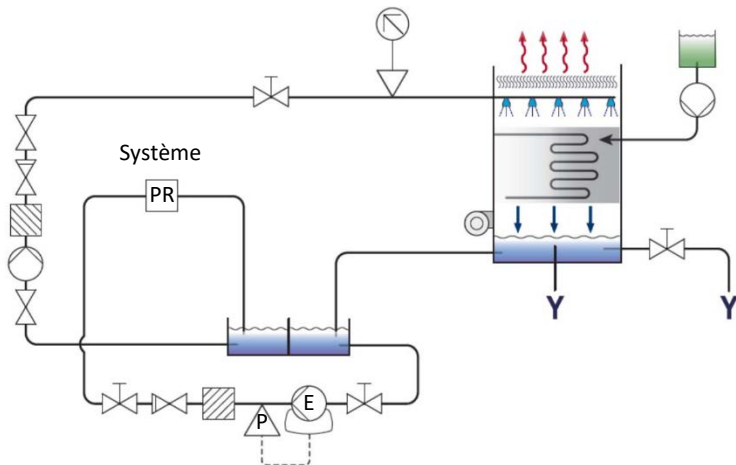
Le condenseur à évaporation est très semblable à la tour de refroidissement à circuit fermé. Le serpentin du condenseur est placé dans la tour, il y a donc une pompe relativement petite (TP/NB) pour la circulation de l'eau. La pompe de circulation de l'eau dans la tour de refroidissement est appelée pompe de pulvérisation ou circulateur. La pompe doit uniquement fournir la pression nécessaire pour alimenter correctement les buses de pulvérisation. Le contrôle de la température dans la tour est assuré par le ventilateur.

Tours de refroidissement à circuit fermé

Comme le nom l'indique, le fluide de refroidissement des tours de refroidissement à circuit fermé circule en circuit fermé. La tour de refroidissement comporte normalement une petite pompe de circulation d'eau dans la tour (TP/NB) et une plus grande pour le groupe froid (NB/E, NK/E, TP/E). La pompe de circulation de l'eau dans la tour de refroidissement est appelée pompe de pulvérisation ou circulateur. La petite pompe de la tour de refroidissement fonctionne à une pression fixe pour que la pulvérisation dans les buses de la tour se fasse correctement. Pour les plus grandes pompes alimentant un groupe froid, le mode de régulation dépend du système : plus l'installation est importante plus le contrôle de pression est bénéfique. Le meilleur contrôle de la pompe du circuit de pulvérisation est une commande marche/arrêt

Tours de refroidissement à circuit ouvert

Dans une tour de refroidissement à circuit ouvert, le fluide de refroidissement est acheminé et pulvérisé dans la tour puis retourne vers le processus. Les commandes de la pompe dépendent du groupe froid que la tour refroidit.



Froid industriel

Les systèmes de refroidissement industriels sont définis en tant que système qui refroidit l'eau d'un process, les systèmes de CVC importants et ceux dédiés aux sites industriels. Un système de refroidissement utilisera soit un cycle à compression de vapeur, soit un cycle d'absorption pour refroidir. Les utilisations de l'eau refroidie sont variées, du refroidissement d'installations au refroidissement d'un process. Un groupe froid industriel se définit selon le réfrigérant utilisé ; on l'assemble sur un cadre unique, par ex. un compresseur, évaporateur, condenseur, réservoir de liquide, etc.

Types de refroidisseurs industriels

Un système de refroidissement est classé soit selon l'énergie de refroidissement BTU (British Thermal Unit), soit en capacité de refroidissement en kilowatt ($1 \text{ BTU} = 0.3 \text{ W}$). Il existe trois principaux types de refroidisseurs : refroidisseur d'air, refroidisseur d'eau, et refroidisseur à condensation par évaporation. Il y a également quatre types de technologies utilisées pour les refroidisseurs industriels : à pistons, centrifuges, entraînement à vis et refroidisseurs à absorption. Les trois premiers types sont utilisés pour les refroidisseurs mécaniques alimentés par des moteurs électriques. Un refroidisseur à absorption est alimenté par une source de chaleur comme la vapeur et ne comporte aucune pièce mobile.

Composants d'un refroidisseur industriel

Le cycle de compression mécanique se compose de quatre composants de base par lesquels passe le réfrigérant ; évaporateur, compresseur, condenseur et détendeur. L'évaporateur dans le refroidisseur fonctionne à une pression et température inférieures au condenseur.

Évaporateurs de refroidisseurs industriels

Les évaporateurs ou échangeurs tubulaires : configurés de telle sorte que le fluide frigorigène passe à l'extérieur des tubes où circule le fluide à refroidir. Ce style d'évaporateur présente des chutes de pression plus faibles que la technologie utilisant les plaques brasées et est disponible dans des capacités supérieures.

Évaporateurs ou échangeurs à plaques brasées : efficacité supérieure et moindres coûts représentent les principaux avantages de cette technologie. Ils se présentent également sous forme de modules (de blocs) évolutifs pour servir des petites aux plus grosses capacités.

Les échangeurs thermiques semi-soudés possèdent également un rendement élevé et peuvent aussi être utilisés pour de grandes capacités.

Types de compresseurs pour froid industriel

Compresseur alternatif : cet appareil utilise les pistons entraînés par un vilebrequin et est utilisé pour fournir une petite quantité de réfrigérant à très haute pression. Les compresseurs alternatifs sont habituellement des compresseurs semi-hermétiques et sont donc tout simplement plus accessibles lors de la maintenance.

Compresseur centrifuge : ceux-ci disposent de moins de pièces mobiles que les compresseurs alternatifs. Ils sont économes en énergie et le débit du réfrigérant est supérieur à celui d'un compresseur alternatif de même taille. Les compresseurs centrifuges conviennent mieux aux applications avec volume élevé et faible pression, telles que celles qui utilisent des ventilateurs, des unités de refroidissement et des systèmes de ventilation. Le compresseur centrifuge fonctionne en utilisant la force centrifuge sur une masse d'air afin d'obtenir une compression.

Compresseur à vis : ceux-ci possèdent deux vis (mâle et femelle) qui sont assemblées dans un logement fixe. Comme les rotors tournent, le gaz est comprimé entre les deux rotors par la réduction directe du volume. Ces compresseurs sont également semi-hermétiques. En utilisant la technologie de fréquence variable (« Variable Frequency Drive », VFD) sur le compresseur à vis, l'efficacité est similaire à d'autres types de compresseur.

Emplacement des refroidisseurs industriels

Les grands refroidisseurs industriels se trouvent généralement dans une salle dédiée ou proche du process pour lesquels ils sont utilisés. Certains refroidisseurs industriels peuvent être situés directement à côté du process selon la taille du refroidisseur et du compresseur. D'autres peuvent même être intégralement installés à l'extérieur.

Systèmes tampons de refroidissement

Un réservoir tampon est un réservoir de stockage pouvant être utilisé du côté froid d'un système de refroidissement. Il peut être le côté froid d'un système de réfrigération/refroidisseur traditionnel ou libre lorsque uniquement une tour de refroidissement est nécessaire.

Un réservoir tampon est généralement utilisé lorsqu'il y a une charge de refroidissement variable. Dans ce cas, le réservoir est utilisé comme stockage pour couvrir les charges de pointe, ou dans des situations où une forte augmentation de la demande dépasse la capacité du système de refroidissement.

Quand un système de refroidissement effectue des marches/arrêts fréquents, la consommation d'énergie et l'usure du compresseur augmentent comparés à une exploitation continue. Un réservoir tampon est tout à fait adapté aux situations où les charges de refroidissement sont faibles car il réduit le nombre de démarrages et par conséquent l'usure et la consommation d'énergie.

Sur des sites industriels importants, plusieurs pompes peuvent être utilisées à plusieurs niveaux différents. Les réservoirs tampons sont également utilisés pour accumuler la capacité de refroidissement et leurs tailles varient de petits à très grands volumes. Les pompes peuvent être des pompes monocellulaires ou multicellulaires. Les tailles des pompes peuvent varier, des grandes pompes primaires NB/NK jusqu'aux circulateurs UPS dans les plus petites boucles de refroidissement.

Refroidissement libre

Les professionnels du refroidissement se focalisent de plus en plus sur la réduction énergétique ; le terme « refroidissement libre » gagne en popularité.

Le refroidissement libre est une méthode économique consistant à utiliser les basses températures extérieures de l'eau ou de l'air afin d'aider à refroidir l'eau, qui peut ensuite être utilisée dans divers procédés industriels. L'eau ainsi refroidie peut être utilisée immédiatement ou stockée sur le court ou le long terme. Lorsque l'eau extérieure est disponible à basse température, ou que les températures extérieures sont plus basses que la température de refroidissement des machines/process, ce système utilise l'eau/air externe comme source de refroidissement libre. De cette façon, le système remplace le refroidisseur dans les systèmes de réfrigération traditionnels tout en obtenant le même résultat de refroidissement. Ce procédé peut être utilisé dans des unités de production ou des réseaux de refroidissement.

Refroidissement à l'air libre

Lorsque la température de l'air ambiant tombe à une température fixée, une vanne modulante, qui peut être pilotée via Control MPC ou MGE, permet à toute ou partie de l'eau réfrigérée de contourner un refroidisseur existant et de circuler dans le système de refroidissement libre. Cela consomme moins d'énergie et utilise la température de l'air ambiant plus basse pour refroidir l'eau du système.

Ceci peut être réalisé à l'aide d'un refroidisseur à sec existant, ou en installant un nouveau refroidisseur à sec ou une tour de refroidissement. Le refroidissement libre peut être utilisé en complément d'un refroidisseur existant ou directement avec le refroidisseur à sec. Lorsque les températures ambiantes sont basses, le fait de contourner le refroidisseur existant favorise les économies d'énergie jusqu'à 75 % sans compromettre les besoins de refroidissement.

Refroidissement libre avec l'eau

Lorsqu'une source d'eau externe (rivière, lac ou mer) est disponible avec une température inférieure aux besoins de refroidissement, il est possible de l'ajouter au système de refroidissement ou de le contourner.

La source externe doit être séparée du système de refroidissement via un échangeur de chaleur afin d'éviter le risque de contamination de la source ou de polluer le circuit de refroidissement avec des solides ou de favoriser la formation de biofilm. L'avantage du système de refroidissement libre avec eau réside dans le fait qu'il ne change que rarement de température au cours des saisons. Mais il faut savoir qu'il peut exister quelques restrictions environnementales quant à l'utilisation de sources d'eau externes.

Méthodes

L'eau de la tour de refroidissement peut être intégrée directement au circuit du groupe froid. Si la tour de refroidissement est ouverte, alors une crépine est nécessaire pour éliminer les saletés qui pourraient s'accumuler dans la tour. Cette méthode offre des économies de coûts car il est moins fait appel à l'énergie du groupe froid, mais le risque de corrosion augmente.

Un échangeur thermique peut également transférer la chaleur issue du circuit groupe froid vers la boucle de la tour de refroidissement. L'échangeur sépare l'eau de la tour de refroidissement du liquide de refroidissement en circulation dans les serpentins. L'eau du système de refroidissement est donc préalablement pré-refroidie. Les économies d'énergie proviennent de la charge réduite du groupe froid, ce qui implique une diminution de la consommation d'énergie.

Fonctionnement saisonnier pour le refroidissement à l'air libre

Température ambiante élevée

Lorsque la température de l'eau de retour du processus est égale ou inférieure à la température de l'air ambiant, le refroidissement libre n'est pas approprié. La vanne trois voies du système isolera l'échangeur thermique libre et orientera l'écoulement du fluide vers les refroidisseurs afin d'être à la température de consigne souhaitée.

Fonctionnement en mi-saison

Pour le fonctionnement en mi-saison, l'eau est partiellement refroidie par le compresseur et en partie par les températures ambiantes. Le pourcentage de refroidissement naturel atteint à la mi-saison dépend des températures saisonnières, même si il démarre dès que la température est inférieure de 1°C (1,5 à 2) à la température de retour de l'eau du processus. L'eau est en partie refroidie dans l'échangeur libre puis circule dans les systèmes de refroidissement pour atteindre la température de consigne voulue.

Fonctionnement hivernal

En hiver, lorsque les températures extérieures sont suffisamment basses, l'eau est uniquement refroidie par le serpentin de l'échangeur libre. Cela permet aux compresseurs du système de refroidissement de s'arrêter, permettant ainsi de réaliser d'importantes économies d'énergie. La seule consommation électrique utilisée en mode d'exploitation hivernale est dédiée au fonctionnement du ventilateur. Ceci ne peut se faire que lorsque la température de l'air ambiant est inférieure de 3 à 5 °C à la température d'alimentation en eau du processus.

Limites

Le gel peut se produire dès que la température chute en dessous de 0 °C. La différence de température dans l'échangeur thermique est une autre contrainte. L'utilisation d'un échangeur thermique fonctionnant avec une très faible différence de température risque de ne pas être économiquement viable. Une température naturelle de l'eau de refroidissement de 2,5°C minimum rend l'usage de l'échangeur plus économique. Lorsque vous utilisez une vanne marche/arrêt pour passer du refroidissement libre au fonctionnement du groupe froid, il est recommandé d'éviter des basculements nombreux et sur des délais courts. La marche/arrêt du refroidisseur (groupe froid) consommera beaucoup d'énergie et entraînera une usure prématurée. Dans l'éventualité d'une inactivité du refroidisseur pendant des mois, une procédure de remise en route est conseillée.

Échangeur thermique

Un échangeur thermique est un composant utilisé comme thermo conducteur entre deux fluides voire plus. En d'autres termes, les échangeurs thermiques sont utilisés aussi bien dans des processus de refroidissement que de chauffage. Les liquides sont séparés par une plaque afin d'empêcher que le fluide réfrigérant et l'eau du circuit principal de refroidissement ne se mélangent. Ces échangeurs sont largement utilisés pour le chauffage des bâtiments, la réfrigération, la climatisation, dans les centrales électriques, les usines chimiques et pétrochimiques, les raffineries de pétrole, pour le traitement du gaz naturel et le traitement des eaux usées. L'exemple classique d'un échangeur thermique se rencontre dans un système de réfrigération. Ici, l'évaporateur est souvent un échangeur thermique opérant entre le fluide caloporteur et la réfrigération, transférant la chaleur du fluide à la réfrigération.

Les échangeurs de chaleur les plus courants en froid industriel sont les « échangeurs thermiques à plaques » et les « échangeurs thermiques tubulaires ».

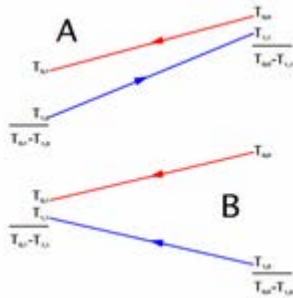
Les échangeurs thermiques tubulaires se composent d'un faisceau de tubes disposés dans une calandre. Les tubes contiennent le liquide devant être refroidi. Le fluide réfrigérant circule dans la calandre autour des tubes et peut ainsi absorber la chaleur. Les échangeurs thermiques tubulaires sont généralement utilisés pour des applications à haute pression supérieures à 30 bars. Ils ont une conception robuste.

Un autre type d'échangeur thermique est l'échangeur thermique à plaques. Ces échangeurs sont composés de plusieurs plaques de grande surface séparées par de très faibles espaces et de petites alvéoles pour l'écoulement de fluides pour le transfert thermique. Les progrès en matière de joints et de technologie de brasage ont rendu l'échangeur thermique à plaques de plus en plus pratique. Les grands échangeurs thermiques de ce type sont appelés « plaques et cadre ». Lors d'une utilisation en circuit ouvert, ces échangeurs thermiques sont normalement de type « à joints » afin de permettre le démontage périodique, le nettoyage et l'inspection. Il existe plusieurs types d'échangeurs thermiques à plaques fixes, comme les différentes plaques brasées par galvanisation, brasées sous vide et soudées ; ils sont souvent indiqués pour les applications en boucle fermée comme la réfrigération. Les échangeurs thermiques à plaques diffèrent aussi selon les types de plaques utilisées et selon leurs configurations. Certaines plaques peuvent porter l'estampille « chevron », être alvéolées, ou arborer d'autres motifs, tandis que d'autres peuvent être équipées d'ailettes et/ou de rainures usinées.

Par rapport aux échangeurs thermiques tubulaires, les dispositifs à plaques empilées sont généralement moins encombrants et plus économiques. Il existe une autre différence entre les deux : les échangeurs à

plaques sont généralement utilisés pour des fluides de faibles à moyennes pressions, alors que les échangeurs tubulaires sont plutôt adaptés aux moyennes et hautes pressions. La troisième et la plus importante différence réside dans le fait que les échangeurs à plaques utilisent davantage l'écoulement à contre-courant qu'à courant croisé, ce qui permet des différences de températures plus faibles, des variations de température élevées et une efficacité accrue.

Dispositif d'écoulement



Écoulements à contre-courant (A) et parallèles (B)

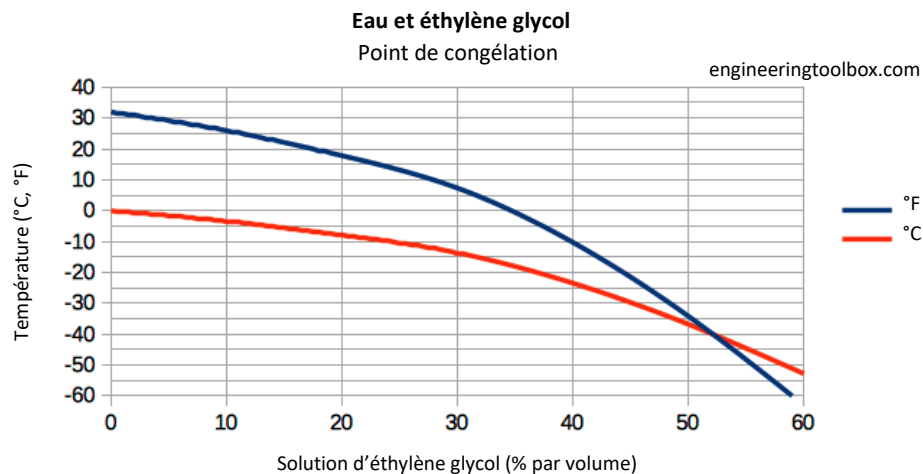
Trois classifications principales d'échangeurs thermiques existent, selon leur dispositif d'écoulement. Dans les échangeurs thermiques à écoulement parallèle, les deux fluides entrent du même côté, et circulent en parallèle jusqu'à l'autre extrémité. Dans les échangeurs thermiques à écoulement à contre-courant, les fluides pénètrent dans l'échangeur à partir des extrémités opposées. La conception à contre-courant est la plus efficace car elle peut transférer plus de chaleur du fluide caloporteur par masse unitaire, puisque la différence de température moyenne sur n'importe quelle unité de longueur est supérieure. Dans un échangeur thermique à courants croisés, les fluides transitent à peu près perpendiculairement les uns par rapport aux autres dans l'échangeur.

Liquide de refroidissement/glycol

Dans les systèmes équipés de tuyaux et d'équipements installés à l'extérieur, susceptibles d'être exposés à des températures négatives, ou lorsque le process nécessite des températures au point de congélation (ou inférieures), un liquide antigel comme le glycol peut être utilisé.

Toutefois, il ne faut jamais utiliser le glycol dans une tour de refroidissement par évaporation. La chaleur du process/condenseur protégera la tour contre le gel, il est donc conseillé d'utiliser des éléments chauffants seulement à l'arrêt.

La densité et la viscosité varient de manière significative en fonction du type de glycol et de la concentration. Les plus courants sont l'éthylène et le propylène. Le propylène glycol est utilisé dans les aliments et boissons. L'eau mélangée à de l'ammoniac est de plus en plus utilisée lorsque la distance de pompage est grande, par ex. boucle glacée. Le mélange eau ammoniac est corrosif



Qualité de l'eau

La qualité de l'eau est très importante pour les performances de refroidissement. L'eau de mauvaise qualité est susceptible de provoquer la corrosion ou l'encrassement et d'endommager l'équipement et de réduire ses performances.

La liste ci-dessous présente des recommandations standards sur la qualité de l'eau. Le cas échéant les recommandations des fournisseurs doivent toujours être observées.

Recommandations en matière de qualité de l'eau			
		Valeur	Unité
Apparence		Clares, sans sédiments	
Couleur		Incolore	
Odeur		Sans	
Niveau de pH à 20°C		7,5–9,0	
Conductivité électrique	LF	< 220	mS/m
Alcali du sol	Ca ²⁺ , Mg ²⁺	< 0,5	Mol/m ³
Dureté générale	GH	< 20	°d
Dureté carbonatée sans stabilisateur	KH	< 4	°d
Chlorure	Cl	< 150	g/m ³
Sulfates	SO ₄	< 325	g/m ³
Composants biologiques actifs	KBE (« Colony Forming Unit » CFU)	< 10 000	/ml

Techniques de régulation

Afin de faire fonctionner un processus de refroidissement correctement, tout en gardant à l'esprit sa rentabilité et sa sécurité, un équipement de contrôle et commande doit être installé. La complexité d'un automate de contrôle dépend en grande partie de la taille du système et de son lieu d'installation. Les tâches de contrôle les plus importantes sont :

Côté froid

- Régulation de pression au niveau évaporateur
- Contrôle de capacité au niveau compresseur
- Régulation du débit

Côté chaud

- Régulation de pression au niveau condenseur
- Circulation au niveau tour de refroidissement ou refroidisseur à sec
- Vitesse du ventilateur tour de refroidissement ou refroidisseur à sec

Autre

- Distribution correcte du réfrigérant dans le système
- Contrôle du réfrigérant secondaire au niveau condenseur (eau ou air)

- Dégivrage de l'évaporateur si le réfrigérant secondaire est l'air
- Équipement de surveillance (pression, etc...)
- Protection des moteurs électriques

Fonctions MGE/CUE

Avec les Grundfos iSOLUTIONS, l'efficacité, la connectivité et la fonctionnalité sont les facteurs les plus importants.

Voici les modes de régulation les plus courants dans les familles de produits.

Mode de régulation	TPE3 (D)	TPE2 (D) NBE/NKE	TPE (D) série 2000	CRE, CRIE, CRNE, SPKE, MTRE, CME	CUE
AUTOADAPT	X				
FLOWADAPT	X				
Pression proportionnelle	X		X		X
Pression constante		X		X	X
Température constante	X	X		X	X
Pression différentielle constante	X	X	X	X	X
Température différentielle constante	X	X		X	
Débit constant		X		X	X
Niveau constant		X		X	X
Autre valeur constante	X	X		X	X
Courbe constante	X	X	X	X	