

Site WEB HVAC

Des principes à la théorie en passant par la pratique

TOME I

NOTIONS DE BASE



Technique de chauffage
Structure et fonctions d'installations d'HVAC
Technique de régulation
Technologie informatique

Préparé par Salvatore Morreale - <http://www.cvc.be.tf> - hvac@ibelgique.com

Note de l'auteur



Ce tome n° 1 est basé sur les notions de base dans le domaine de la régulation HVAC.

Le but de ce tome n'est pas de faire de grandes théories sur ce sujet bien précis mais de permettre à toute personne de se familiariser avec cette technique souvent laissée-pour-compte et qui peut s'avérer très intéressante.



Comme le démontre l'image ci-dessus, il existe une multitude de chemins afin d'arriver à comprendre cette technique, comme il existe aussi une quantité de solutions pour l'expliquer. Donc je vais essayer de le faire le plus simplement possible et de l'étoffer au fur et à mesure du temps que j'ai à consacrer au site web hvac et rassemblé sous ce premier tome. D'autres tomes suivront pour les principes fondamentaux, les exemples d'applications, etc. ...

Je remercie toutes les personnes qui m'ont aider à améliorer ce tome

Je vous souhaite une bonne lecture et au fur et à mesure de vos questions, n'hésitez pas à me contacter via mon site web: <http://www.cvc.be.tf>- hvac@ibelgique.com

Salvatore Morreale

Table des matières

INTRODUCTION.....	5
1. LA TECHNIQUE DE L'HVAC.....	13
1. LA TECHNIQUE DE L'HVAC.....	13
1.1 TECHNIQUE DE CHAUFFAGE	13
1.1.1 Chauffage individuel chauffage central	14
1.1.2 Production de chaleur et fluide caloporteur	14
1.2 TECHNIQUE DE VENTILATION ET DE CLIMATISATION	15
1.2.1 Qu'est-ce qu'une installation de ventilation ?	15
1.2.2 Quand les installations de ventilation ou de climatisation sont-elles nécessaires ?	16
1.3 QUE SIGNIFIE "CONFORT THERMIQUE" ?.....	16
1.3.1 Il y a chaleur et chaleur	16
1.3.2 Le flux thermique chez l'homme	17
1.3.3 Quelques chiffres et diagrammes	18
1.3.4 Conditions d'ambiance conseillées	20
1.4 L'HVAC DANS L'INDUSTRIE.....	21
1.5 L'HVAC POUR LA PROTECTION DES BÂTIMENTS	22
2. STRUCTURE ET FONCTIONS D'INSTALLATIONS D'HVAC	23
2.1 INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE.....	23
2.1.1 Structure d'un chauffage central à l'eau chaude.....	23
2.1.2 Exemple d'application chauffage (schéma de principe).....	24
2.2 INSTALLATIONS DE VENTILATION	26
2.2.1 Extraction d'air	26
2.2.2 Soufflage.....	26
2.2.3 Extraction d'air et soufflage.....	27
2.2.4 Installation de soufflage et d'extraction d'air avec air repris	27
2.3 INSTALLATIONS DE CLIMATISATION PARTIELLE	28
2.3.1 Installations de climatisation partielle avec refroidissement.....	28
2.3.2 Installations de climatisation partielle avec humidification.....	28
2.4. INSTALLATIONS DE CLIMATISATION COMPLÈTE	29
2.4.1 Vue d'ensemble des systèmes de ventilation et de climatisation.....	29
2.4.2 Systèmes/ installations de climatisation.....	30
2.5 HUMIDITÉ DE L'AIR : UNE NOTION IMPORTANTE DE LA TECHNIQUE DE CLIMATISATION	34
2.5.1 Saturation de l'air avec la vapeur d'air.....	34
2.5.2 L'enthalpie.....	36
2.5.3 Refroidissement et déshumidification.....	37
2.6 NORMES ET SYMBOLES	38
3. RÉGULATION ET COMMANDE D'INSTALLATIONS DE CVC.....	40
3.1 RÉGULATION ET COMMANDE	40
3.1.1 Qu'est-ce qu'une régulation?.....	40
3.1.2 Qu'est-ce qu'une commande?	42
3.2 Fonctions de la technique de régulation	43
3.3 Terminologie de la technique de l'HVAC.....	44
3.4 LE SYSTÈME DE RÉGLAGE	47
3.4.1 Sonde.....	47
3.4.2 Régulateur.....	48
3.4.3 Organes de réglage	56

3.5 DOMAINES D'APPLICATION /EXEMPLES	57
3.5.1 Régulation clans la technique de chauffage	57
3.5.2 Commande et régulation dans la technique de ventilation.....	60
3.5.3 Chauffage et refroidissement.....	62
3.5.4 Récupération de chaleur	63
4. SYSTÈMES DE GESTION TECHNIQUE.....	67
4.1 Gestion technique des bâtiments	67
4.1.1 Utilisation de systèmes intégrés de commande et de gestion sur le marché HVAC.....	69
4.1.2 La micro-électronique dans la gestion technique.....	70

Introduction

Chauffage, ventilation et climatisation, régulation des conditions ambiantes à l'intérieur de bâtiments, à des fins industrielles, d'hygiène ou de confort.

Le chauffage consiste à maintenir à une certaine température une enceinte plongée dans une ambiance extérieure plus froide et à température variable. La ventilation, seule ou combinée à un système de chauffage ou de climatisation, contrôle à la fois l'alimentation et l'évacuation de l'air à l'intérieur d'espaces fermés, afin d'éliminer les odeurs et de fournir suffisamment d'oxygène aux occupants. La climatisation contrôle l'environnement intérieur d'un espace, c'est-à-dire sa température, son humidité, la circulation de l'air et sa pureté, pour les occupants ou les matériaux industriels qui y sont manipulés ou stockés.

1. Chauffage

La chaleur nécessaire au chauffage est fournie par différentes méthodes : combustion de composés solides, liquides ou gazeux, transformation directe ou indirecte d'énergie électrique (chauffage électrique) ou d'énergie naturelle (énergies solaire, éolienne, géothermique) en chaleur. Le procédé de chauffage domestique peut être direct — les sources de chaleur transmettent la chaleur surtout par rayonnement — ou indirect — distribution de la chaleur à partir d'un point central. Dans le premier cas, on utilise par exemple une cheminée ou un poêle. Dans le second cas, un système central distribue la chaleur transportée par un fluide caloporteur — vapeur, eau ou air — à toutes les pièces concernées, par des gaines ou des canalisations. Il s'agit du chauffage central.

Le premier moyen de chauffage était le feu, que les hommes utilisaient pour chauffer leurs demeures. Les poêles et les différents types de braseros, dont l'invention est attribuée aux Romains, sont encore employés un peu partout dans le monde. Le choix d'un système de chauffage doit tenir compte des pertes de chaleur de l'intérieur vers l'extérieur. Ils sont donc liés à l'isolation thermique du bâtiment et à la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur. Selon les besoins et l'occupation des locaux, le chauffage peut être continu — les températures sont maintenues constantes pendant toute la période de chauffe, jour et nuit — ou discontinu.

Chauffage central

Les dispositifs de chauffage central furent conçus par les Romains. Au début du XIXe siècle, on employa, à petite échelle, un type de chauffage centralisé à l'eau chaude. Le premier système central efficace, mis au point en 1835, était à air chaud!; le chauffage à la vapeur fut inventé vers 1850.

Principe

Les systèmes de chauffage central fournissent de la chaleur à partir d'une ou de plusieurs chaudières à un seul bâtiment ou à un groupe d'habitations. Le terme chauffage urbain s'applique aux systèmes dans lesquels un grand nombre d'immeubles sont alimentés en vapeur par une salle de chaudières centrale gérée par un service public.

La chaleur est véhiculée par la vapeur d'eau, l'eau chaude ou l'air (fluides caloporteurs), par effet de thermosiphon — circulation naturelle due à des différences de densité, ou par des moyens mécaniques —, ventilateur ou pompe (circulation forcée). La chaleur est ensuite transmise par convection à des éléments tubulaires, les corps de chauffe (radiateurs ou convecteurs).

Installations

Les systèmes à eau chaude ou à vapeur sont constitués d'une ou de plusieurs chaudières, générateurs de vapeur d'eau ou d'eau chaude, reliées aux corps de chauffe, qui sont connectés entre eux. Les installations à air chaud ne sont pas équipées de corps de chauffe.

Chaudières

Les chaudières des systèmes de chauffage sont en général alimentées par des combustibles, tels que le fioul, le gaz ou le charbon. En brûlant, le combustible chauffe des pièces métalliques, qui transfèrent la chaleur à de l'eau, de la vapeur ou même de l'air.

Le fonctionnement de la plupart des chaudières est contrôlé automatiquement et à distance par des thermostats. Dans les chaudières au fioul et au gaz, la chaleur est régulée par des brûleurs, qui peuvent être asservis par un thermostat. Les chaudières à combustibles solides présentent un inconvénient : on doit les alimenter en combustible assez fréquemment.

En outre, l'évacuation des cendres du chargeur ou du foyer est indispensable. Le foyer de combustion et la chaudière sont généralement enfermés dans une enveloppe isolée. *Voir aussi Chaudière.*

Corps de chauffe

Les corps de chauffe sont des unités d'émission de chaleur, qui diffusent dans les pièces la chaleur produite par un système de chauffage. Ce sont des radiateurs, des convecteurs, des panneaux rayonnants ou des plinthes chauffantes. Les radiateurs ordinaires sont constitués d'une série de grilles ou d'anneaux en fonte, de superficie totale relativement importante. 30 à 40 p. 100 de la chaleur est cédée à la pièce par rayonnement, le reste, par convection naturelle.

Les convecteurs sont composés d'un réseau de tubes plats en acier ou en métal non ferreux. Ils sont placés dans des appareils clos, conçus pour permettre une circulation de l'air. Ainsi, la chaleur est fournie en grande partie par convection, en général forcée. En effet, les magasins, les entrepôts et les usines sont souvent équipés de ventilateurs électriques qui véhiculent l'air vers les convecteurs.

Chauffage par rayonnement

La chaleur est fournie en partie par rayonnement dans tous les systèmes de chauffage direct. Cependant, le terme chauffage par rayonnement s'applique couramment aux systèmes de panneaux rayonnants, dans lesquels les planchers, les murs ou les plafonds servent d'unités d'émission de chaleur (ce fut le cas, jadis, dans les hypocaustes romains). Lors de la construction du bâtiment, des tuyaux, où circulent de la vapeur ou de l'eau chaude, sont placés dans les murs ou dans les sols. Contrairement au chauffage qui emploie des radiateurs ou des convecteurs, le chauffage par rayonnement assure une température uniforme de l'air des pièces, avec un coût de fonctionnement relativement bas. Le panneau se différencie des autres corps de chauffe par l'étendue et la basse température de sa surface. Ainsi, les dispositifs à panneaux sont dits à chaleur diffuse.

Systèmes à eau chaude

Les installations de chauffage central à eau chaude sont constituées d'une ou de plusieurs chaudières connectées à des corps de chauffe, en général des radiateurs. L'eau chaude, générée par la ou les chaudières, est amenée par des tuyaux jusqu'aux corps de chauffe dans les différentes pièces. Les installations à eau chaude, les plus utilisées, permettent de contrôler facilement la température du fluide caloporteur en fonction des conditions extérieures.

Distribution de l'eau

Il existe des systèmes à un ou deux tuyaux. Dans le premier dispositif, l'eau, pénétrant par le côté d'alimentation de la canalisation principale dans chaque corps de chauffe, circule dans ceux-ci et est évacuée par le même tuyau. Ainsi, l'eau se refroidit en s'éloignant de la chaudière. Par conséquent, pour fournir la même quantité de chaleur, les corps de chauffe les plus éloignés de la chaudière doivent avoir des dimensions supérieures à celles des autres radiateurs.

Le système à deux tuyaux est muni d'une canalisation servant au départ de l'eau chaude de la chaudière vers les radiateurs, et d'une autre pour le transport du fluide des radiateurs à la chaudière. Ce dispositif est par conséquent plus efficace et plus facile à contrôler que le précédent.

La distribution de l'eau dans les corps de chauffe peut s'effectuer par la partie supérieure de l'installation (distribution en parapluie) : les canalisations d'amenée sont alors placées dans les combles, et celles de retour, dans le sous-sol. L'installation peut également fonctionner avec une distribution inférieure : les canalisations d'amenée et de retour sont placées dans le sous-sol. C'est actuellement le système le plus répandu.

Dans les deux dispositifs, un vase d'expansion, ouvert ou clos, est nécessaire pour compenser les variations de volume de l'eau. Le circuit est ouvert ou fermé, selon que le vase d'expansion, situé au sommet de l'installation, est en communication ou non avec l'atmosphère. Dans le premier cas, le dispositif est à basse pression!; dans le second cas, il est à haute pression ou à eau surchauffée, et est employé pour chauffer des locaux de grande superficie ou pour véhiculer la chaleur sur des distances importantes.

Circulation de l'eau

Dans les systèmes à basse pression, la circulation de l'eau était autrefois provoquée par une différence de densité (circulation naturelle). Dans un tel système, les corps de chauffe (radiateurs) sont placés au-dessus de la chaudière. Ce dispositif nécessite un grand volume d'eau, ce qui implique une grande inertie et une mise en régime longue. De plus, on peut difficilement réguler son fonctionnement.

Dans les dispositifs à circulation forcée, la circulation est régie par une pompe qui accélère le mouvement du fluide. Ce système est plus facile à utiliser que le dispositif précédent!; il nécessite également moins d'eau (inertie moins grande) et des tuyaux de diamètre inférieur.

Systemes à vapeur

Le chauffage central à vapeur utilise le principe suivant : lorsque la vapeur d'eau se condense, elle dégage de la chaleur due à son refroidissement, ainsi que des calories provenant de sa transformation en eau (chaleur latente).

Les installations sont semblables à celles du chauffage central à eau chaude : on trouve des systèmes à basse pression (seuil réglementaire de 0,5 bar en France) et à haute pression (supérieur de 1 à 2 bars à la pression atmosphérique). La vapeur à haute pression est rarement admise dans les corps de chauffe (réglage difficile, écoulement bruyant, danger en cas de fuite). En fait, on l'utilise surtout pour le transport de la chaleur à longue distance, comme pour le chauffage urbain, un détendeur permettant ensuite de passer à de la vapeur basse pression, distribuée dans les bâtiments à chauffer.

Les deux aménagements, à un et à deux tuyaux, sont employés pour la circulation de la vapeur et pour le retour de l'eau formée par condensation vers la chaudière. Il existe trois types principaux de dispositifs à vapeur : systèmes à prise d'air, par vaporisation et systèmes à vide, ou à pompe mécanique.

Systeme à prise d'air

Le système à évent (canal d'aération) à un tuyau utilise la gravité pour provoquer l'écoulement du condensat du corps de chauffe vers la chaudière. C'est le système le moins coûteux à installer, mais les tuyaux doivent avoir un diamètre assez important pour recevoir simultanément la vapeur et le condensat. Les prises d'air de chaque radiateur permettent l'évacuation de l'air éjecté hors du radiateur par la vapeur pendant la période de réchauffage et au cours du fonctionnement.

Systeme par vaporisation

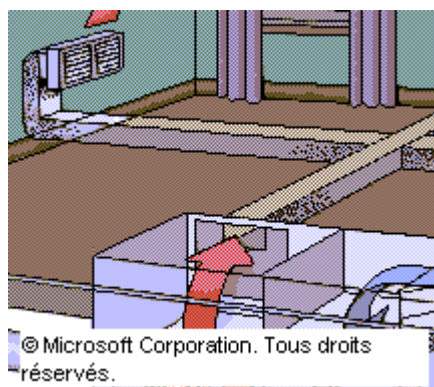
Le système par vaporisation est équipé de deux tuyaux. La vapeur pénètre dans le corps de chauffe par une soupape d'admission. L'air et le condensat sont amenés vers le tuyau de retour par un purgeur de vapeur situé sur le corps de chauffe. Le condensat est réintroduit dans le radiateur, et l'air est évacué par une bouche d'aération centrale située au sous-sol ou, dans les plus grandes installations, par des bouches d'aération associées à chaque secteur chauffé.

Un système par vaporisation, bien que plus coûteux à installer que le système à un seul tuyau, est plus économique, car il peut fonctionner sur un cycle de basse combustion et requiert ainsi moins de combustible.

Systeme sous vide

Les systèmes de chauffage sous vide sont semblables aux systèmes de chauffage par vaporisation. Chaque radiateur est équipé d'une soupape d'admission et d'un purgeur de vapeur. Les systèmes sous vide sont, en plus, équipés d'une pompe à vide dans la canalisation de retour. Celle-ci maintient un vide partiel dans le dispositif : la vapeur, l'air et le condensat circulent ainsi plus facilement. Le condensat et l'air retournent vers un point central, où le condensat est aspiré et renvoyé vers la chaudière, puis l'air est évacué à l'extérieur. Dans un système sous vide total, il n'est pas nécessaire de réinjecter le condensat par gravité. Les radiateurs peuvent par conséquent être indifféremment situés au-dessus ou sous la chaudière.

Systeme à air chaud



Constitution

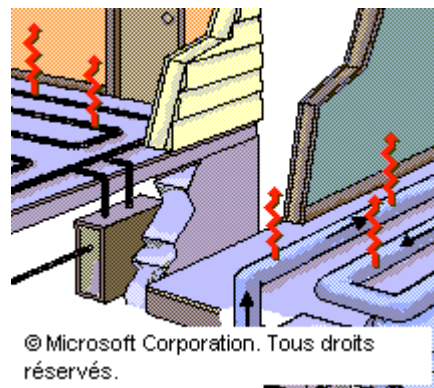
Le système à air chaud le plus simple est constitué d'un foyer et d'un tuyau d'évacuation pour le gaz rejeté, tous deux situés dans une enveloppe de tôle. Le dispositif est également équipé de conduits menant aux différentes pièces. Pour assurer une circulation naturelle de l'air chaud qui tend à s'élever, la chaudière est en général installée au sous-sol de la maison (circulation naturelle). L'air froid, provenant de l'intérieur ou de l'extérieur de la maison, est admis dans un compartiment situé entre le foyer et l'enveloppe, puis est chauffé par contact avec les surfaces très chaudes de la chaudière. En général, celle-ci est équipée d'une cuve d'eau, sur laquelle l'air chaud passe pour être humidifié avant de circuler dans la maison. Après avoir été chauffé, l'air est amené par les conduites jusqu'aux grilles ou registres individuels (plaques mobiles), situés dans chaque pièce. Les grilles ou registres sont ouverts ou fermés pour contrôler la température des pièces. Contrairement aux systèmes de chauffage à eau chaude ou à vapeur, celui à air chaud ne nécessite pas de corps de chauffe.

Circulation de l'air

Le problème principal dans les systèmes à air chaud est l'obtention d'une circulation d'air adéquate. Pour chauffer convenablement une maison, les conduites d'air chaud doivent avoir un diamètre relativement grand!; elles doivent être connectées à la chaudière et être correctement isolées pour éviter les pertes de chaleur.

Dans un système à air pulsé (circulation forcée), un ventilateur ou un souffleur d'air est placé dans l'enveloppe de la chaudière. Un tel système assure la circulation d'une grande quantité d'air, même dans des conditions défavorables. Des filtres à poussière peuvent être installés pour nettoyer l'air. Lorsqu'ils sont associés à des éléments refroidissants, humidificateurs et déshumidificateurs, les systèmes à air pulsé sont efficaces pour le chauffage et le refroidissement.

Chauffage électrique



On utilise souvent l'électricité pour le chauffage des résidences privées et des édifices publics, en raison du faible coût de l'installation. Les systèmes de chauffage électrique sont plus pratiques, plus propres et nécessitent moins de place que les dispositifs à combustion. Cependant, ils sont généralement plus coûteux.

La chaleur peut être dispensée par des résistances électriques en spires ou en bandes, placées par exemple dans les convecteurs installés sur les murs ou sous les fenêtres. Ce système est appelé chauffage électrique intégré. La chaleur est produite directement par effet Joule, ou indirectement par induction. Des éléments ou des fils chauffants peuvent même être incorporés dans les plafonds ou les planchers pour produire une chaleur modérée (chauffage par rayonnement). Le coût total du chauffage électrique peut être réduit de façon substantielle par l'utilisation d'un système de pompe à chaleur. On trouve également des systèmes de chauffage central, dans lesquels de l'eau est chauffée au moyen de résistances électriques. Des dispositifs qui émettent un rayonnement spécifique, comme dans un four à micro-ondes, qui permet de chauffer directement les molécules d'air en les faisant «!vibrer!», ont été conçus récemment.

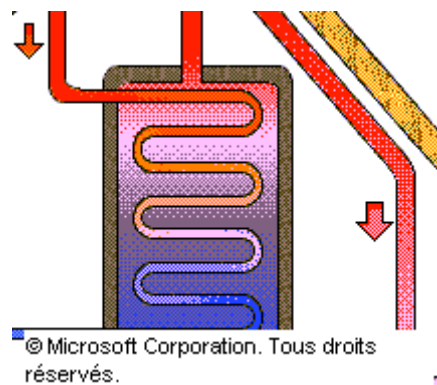
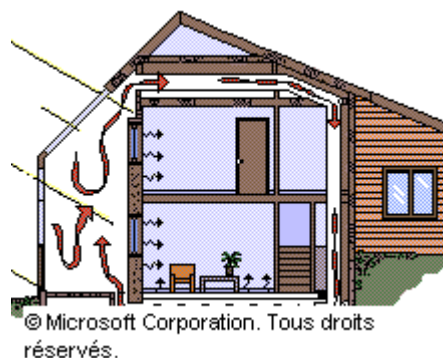
Chauffage solaire

Énergie solaire

Pendant la journée, la surface de la Terre reçoit une quantité importante d'énergie solaire (environ 0,9 kW/h/m²).

L'énergie reçue varie avec l'heure du jour, l'époque de l'année, la latitude, la couverture nuageuse de l'atmosphère et la direction de la surface absorbante par rapport au Soleil. Il s'agit d'une énergie renouvelable, d'origine naturelle et inépuisable. Elle peut suffire pour chauffer un bâtiment bien conçu, à condition que ce dernier soit équipé d'une surface absorbante suffisante, et qu'on puisse stocker suffisamment de chaleur pour alimenter le bâtiment pendant les périodes d'obscurité et de mauvais temps.

Installations



En général, on place des panneaux solaires sur le toit, ainsi que des circuits dans lesquels circulent un fluide (eau, air, ammoniac). Le fluide caloporteur, généralement de l'eau, chauffé par le Soleil, s'écoule ensuite vers des réservoirs ou des bassins isolés dans la maison. Cette eau fournit la chaleur au bâtiment.

Dans des climats plus froids, une source de chaleur supplémentaire est souvent prévue. Certains systèmes à chauffage solaire fonctionnent avec succès dans de nombreux pays, en particulier dans les régions où le climat n'est pas excessivement froid. Une bonne répartition du vitrage dans une maison peut également réduire considérablement les besoins de chauffage par effet de serre. Il existe d'ailleurs des systèmes qui n'utilisent que des verrières et une pompe à chaleur. Les habitations du Milton Keynes Energy Park, dans le sud de l'Angleterre, sont toutes alimentées par l'énergie solaire.

Plus récemment, des panneaux solaires composés de cellules photovoltaïques ont été utilisés pour produire de l'électricité, permettant d'alimenter un chauffage électrique intégré ou de chauffer de l'eau redistribuée dans l'habitation. Les expériences de fours solaires (collecteur solaire à concentration optique), dans lesquels le rayonnement solaire est focalisé sur un corps noir à l'aide d'une série de miroirs éventuellement mobiles, n'ont pas, jusqu'à présent, été concluantes du fait de leur coût d'installation et d'entretien.

On distingue les systèmes de chauffage solaire «!naturels!» (ou passifs) et les systèmes «!mécanisés!» (ou actifs). Les premiers font appel à des moyens naturels de transmission de l'énergie, comme la convection, la conduction et le rayonnement!; les seconds emploient des dispositifs mécaniques, tels que des pompes ou des ventilateurs.

Chauffage thermodynamique

Le chauffage thermodynamique emploie une pompe à chaleur, ou thermopompe, dispositif conçu pour chauffer ou refroidir une pièce, les mécanismes de ces deux procédés étant semblables. Au lieu de fournir de la chaleur, comme le ferait une chaudière, la pompe extrait et transporte la chaleur d'un endroit à un autre. C'est une machine frigorifique qui fonctionne en quelque sorte à l'envers. Un liquide réfrigérant est envoyé dans un serpentin situé à l'extérieur de la zone à chauffer. Le réfrigérant est très froid : il se vaporise en absorbant la chaleur de l'air extérieur, du sol, de l'eau de puits ou de toute autre source plus chaude. Le liquide réfrigérant vaporisé est ensuite véhiculé vers un détendeur qui abaisse sa pression, puis est injecté dans un condenseur, où il libère de la chaleur par condensation. Il est enfin amené vers un compresseur, où il est totalement liquéfié et où sa température est abaissée, avant d'être réintroduit dans le cycle par le serpentin extérieur. Pour climatiser un espace, des vannes inversent le sens de l'écoulement : le réfrigérant transporte la chaleur de l'intérieur vers l'extérieur. Comme les chaudières, la plupart des pompes à chaleur sont régulées par des thermostats.

Dans la plupart des pompes à chaleur, l'air atmosphérique sert de source de chaleur. Cela est difficile à réaliser dans les zones où les températures hivernales sont souvent inférieures à 0°C : élever la température et la pression du réfrigérant devient problématique. On peut alors utiliser la pompe à chaleur géothermique. Pour un fonctionnement économique du chauffage, la quantité de chaleur libérée doit être supérieure au double de celle absorbée. On trouve les systèmes de pompe à chaleur dans les résidences, les édifices commerciaux ou les écoles.

2. Ventilation

Objectifs

Les installations de ventilation servent surtout à assurer l'hygiène des hommes et des animaux dans les locaux qu'ils occupent. Les habitations et les bureaux doivent être ventilés pour renouveler l'oxygène, maintenir un équilibre de la concentration du gaz carbonique. La ventilation permet également de réduire la chaleur, les odeurs désagréables et l'humidité, d'évacuer les fumées de cigarette. Dans une usine ou une raffinerie, les systèmes de ventilation évacuent les contaminants dangereux contenus dans l'air. De nombreux procédés chimiques industriels génèrent des vapeurs nocives qui doivent être éliminées du lieu de travail. Ce sont en particulier les ingénieurs chimistes qui conçoivent ces systèmes de ventilation.

L'air atmosphérique contient environ 21 p. 100 d'oxygène et des traces de gaz carbonique (0,03 p. 100), mais l'air expiré par l'Homme ne contient plus que 16 p. 100 d'oxygène et 4 p. 100 de gaz carbonique. Lorsqu'un appareil de chauffage à combustible (poêle, par exemple) est placé dans un local clos, les quantités de gaz carbonique et de monoxyde de carbone (CO) émises pourraient provoquer, à terme, l'asphyxie des occupants : la ventilation de la pièce est donc nécessaire.

Principe

Pour aérer un bâtiment, le moyen le plus simple est la ventilation naturelle, qui utilise la différence de pression entre l'intérieur de l'édifice, la façade exposée au vent et celle qui est à l'abri. Cette différence de pression engendre une entrée d'air. Selon ce principe, la ventilation dans les locaux d'habitation ou les bureaux est généralement assurée par une perte d'air à travers de petits interstices dans les murs des bâtiments, en particulier autour des fenêtres et des portes. Pour aérer un local, on ménage une ouverture dans sa partie basse (en dépression) et dans sa partie haute (en surpression) : il y a appel d'air. Ainsi, si la température extérieure est inférieure à l'extérieur de la pièce, l'air pénètre par l'ouverture basse et sort par l'ouverture haute. Ce système de ventilation est parfois assuré par une série de conduits insérés dans les murs, terminés par des bouches d'aération et éventuellement équipés de filtres. Mais une telle ventilation est parfois insuffisante et dépend en partie des conditions atmosphériques, variables. De plus, l'air «!frais!» arrivant par le bas, cette technique est peu conforme aux règles d'hygiène et peu confortable pour les occupants de la pièce. C'est pourquoi les locaux sont presque toujours équipés de systèmes de ventilation plus élaborés. Les ingénieurs estiment que, pour une ventilation adéquate, l'air d'une pièce doit être totalement renouvelé de deux à trois fois par heure. Pour assurer une telle ventilation, il est généralement nécessaire d'équiper les locaux de dispositifs mécaniques permettant d'augmenter le débit naturel de l'air. Il s'agit alors d'une ventilation forcée.

Dispositifs

Les dispositifs de ventilation simples comportent des ventilateurs — qui soufflent ou aspirent de l'air dans un local — ou des ventilateurs soufflants, de type hélicoïde ou centrifuge, conçus pour rejeter l'air vicié à l'extérieur ou pour aspirer de l'air frais et le diffuser à l'intérieur du bâtiment. Des gaines de transport équipées de bouches de soufflage ou d'extraction assurent l'injection et l'éjection de l'air. Les ventilateurs hélicoïdes sont équipés de lames métalliques, ou pales, mises en mouvement par un moteur électrique. L'air est soufflé dans la direction de l'axe de rotation des pales. Les ventilateurs centrifuges sont constitués d'une turbine à aspiration centrale et à refoulement radial. Ils sont utilisés pour injecter de l'air dans les systèmes d'aération.

Les systèmes de ventilation peuvent être associés à des appareils de chauffage, des filtres, des régulateurs d'humidité ou des dispositifs de refroidissement. De nombreux systèmes comportent des échangeurs de chaleur. Ceux-ci utilisent l'air sortant pour réchauffer ou refroidir l'air entrant, augmentant ainsi l'efficacité du système, en réduisant la quantité d'énergie nécessaire à son fonctionnement.

3. Climatisation

La climatisation est la création et le maintien d'un air ambiant dont la température, l'humidité et la pureté sont contraintes. Un système de climatisation est constitué d'un dispositif centralisé, qui produit une atmosphère contrôlée à tout moment, quelles que soient les conditions climatiques. Cependant, le terme climatisation est souvent appliqué improprement au refroidissement de l'air. Dans ce cas, les dispositifs de «!climatisation!» sont simplement des unités de réfrigération équipées d'un ventilateur, qui fournissent uniquement un débit d'air froid filtré. De même, le terme climatiseur désigne généralement des appareils autonomes de faible dimension et générant de l'air froid.

Principe

Certains procédés de fabrication, tels que la production du papier et des textiles, nécessitent une climatisation pour le contrôle des conditions de fabrication. En général, elle consiste à ajuster l'humidité de l'air distribué. Lorsque de l'air sec est requis, l'air est déshumidifié par refroidissement ou déshydratation. Dans ce dernier procédé, il circule dans des chambres contenant des produits chimiques adsorbants, tels que le gel de silice (oxyde de silicium). L'air est humidifié en passant dans des bains d'eau ou des vaporisateurs. Lorsque l'air doit être exempt de poussière, comme cela est nécessaire pour la fabrication de certains médicaments, de microprocesseurs ou encore d'équipements médicaux, le système de climatisation est équipé d'un filtre spécial. L'air passe dans des vaporisateurs d'eau ou, pour certains filtres, dans un réseau de plaques huilées. Dans d'autres cas, la poussière est éliminée au moyen de filtres électrostatiques.

Des systèmes de climatisation centralisés, offrant un contrôle complet du chauffage, du refroidissement et de la ventilation, sont employés dans les magasins, les restaurants, les cinémas, les théâtres et d'autres édifices publics. De tels dispositifs, de par leur complexité, doivent généralement être installés lors de la construction du bâtiment. Ces dernières années, ils ont été progressivement automatisés dans un souci d'économie d'énergie. Les vieux immeubles, les appartements individuels ou les bureaux peuvent être équipés d'un élément réfrigérant, de ventilateurs, de conduites d'air ou d'un collecteur d'air, dans lequel l'air de l'intérieur du bâtiment est mélangé à l'air extérieur. De telles installations peuvent être utilisées pour le refroidissement et la déshumidification pendant les mois d'été, et le système de chauffage régulier sert pendant l'hiver. Dans un système de climatisation, l'air est refroidi au moyen d'un générateur de froid. Le gaz traverse un échangeur dans lequel circule un liquide froid (eau, par exemple). On peut également utiliser des machines frigorifiques à compression ou à absorption, qui emploient un liquide frigorigène tel que l'ammoniac, le dioxyde de carbone ou le Fréon — composé de chlore, de fluor et de carbone —, bien que son utilisation soit maintenant déconseillée (voire interdite), en raison de son impact destructeur sur la couche d'ozone atmosphérique. Une machine frigorifique est généralement plus complexe et plus coûteuse qu'une machine thermique de même puissance.

Efficacité

L'efficacité de la climatisation dépend de l'appareillage, mais également de l'isolement, ou étanchéité, du local par rapport à l'extérieur. Par exemple, l'ouverture d'une fenêtre dans un local climatisé crée un déséquilibre, le système de climatisation ne pouvant compenser les effets liés à l'entrée d'air. Une technique souvent utilisée pour éviter les infiltrations d'air extérieur consiste à maintenir le local en légère surpression par rapport à l'extérieur. Il suffit pour cela de faire pénétrer plus d'air qu'il n'en sort de la pièce. Dans certains cas (cuisine, bâtiments sanitaires), le local est maintenu en légère dépression, pour éviter de «!polluer!» l'extérieur. Certains locaux climatisés sont totalement étanches et équipés de sas à l'entrée. Dans d'autres cas, comme dans les grands magasins où les portes sont constamment ouvertes, les entrées sont équipées de rideaux d'air chaud ou froid, qui évitent les perturbations thermiques du local.

Les systèmes de climatisation sont classés selon leur capacité utile de refroidissement, qui devrait être rigoureusement exprimée en kilowatts (kW). On emploie encore le terme de tonne de réfrigération, correspondant à la quantité de chaleur qui serait absorbée pour faire fondre une tonne de glace en 24 h, soit 3,5 kW.

Source: *Encarta '99*

1. La technique de l'HVAC

Est la technique de chauffage, de ventilation et de climatisation. Sous nos latitudes, tous les bâtiments doivent être chauffés et, lorsque l'alimentation en eau chaude est réglée centralement, une puissance de chauffage doit être assurée aussi bien l'hiver que l'été. Des besoins et des nécessités spécifiques conditionnent quant à eux la ventilation ainsi que la climatisation de locaux et de bâtiments.

Pourquoi les bâtiments sont-ils chauffés, ventilés ou climatisés?

- 1 Pour satisfaire des exigences de confort, "de confort thermique", dans les conditions climatiques les plus diverses. Ces exigences de confort sont satisfaites par les capacités d'utilisation suivantes:

Température de l'air	- Réchauffer, refroidir
Humidité de l'air	- Humidifier, déshumidifier
Qualité de l'air	- Aérer, ventiler
Hygiène de l'air	- Filtrage

- 2 Pour assurer une production, un stockage et un transport les meilleurs possible de biens fragiles ou le fonctionnement de certaines installations (p.ex. installations informatiques). Ici il faut maintenir à un niveau constant et spécifique :
 - la température ambiante
 - l'humidité de l'air
 - la qualité de l'air/ d'hygiène
- 3 Enfin, l'économie d'énergie constitue un facteur important dans la technique de HVAC. La régulation électronique de telles installations contribue largement à économiser l'énergie.

1.1 Technique de chauffage

On désigne habituellement comme fonction du chauffage le fait de chauffer l'habitat de l'homme en hiver. La tâche consiste plus exactement à réguler l'émission de chaleur du corps humain pendant la saison froide par le réchauffement de son environnement de sorte qu'un équilibre s'installe entre la production et l'émission de chaleur et que l'homme se sente bien sur le plan physiologique. Les facteurs qui influent sur le confort sont, outre l'habillement, la température de l'air, la température moyenne de rayonnement, l'humidité de l'air, la vitesse de l'air et la pureté de l'air.

Le chauffage n'influence directement que deux de ces cinq facteurs, à savoir la température de l'air et la température moyenne de rayonnement (y compris les surfaces de chauffage), que l'on rassemble toutes les deux sous le terme commun de température de confort. Les autres facteurs ne peuvent être influencés que par une installation de climatisation que l'on peut désigner comme étant le moyen technique le plus complet pour obtenir un bon climat ambiant.

1.1.1 Chauffage individuel chauffage central

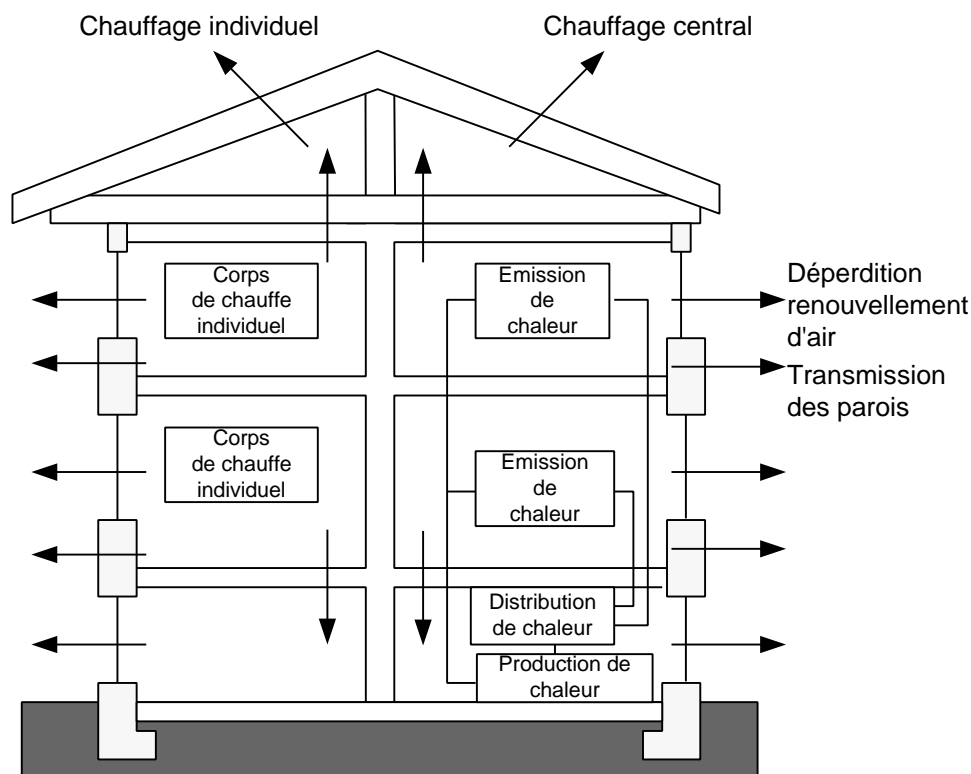
Le schéma ci-après montre les deux systèmes et permet de voir comment la chaleur passe à travers les sols, les murs, les plafonds (pertes de transmission) et les fenêtres (pertes de transmission et de ventilation). Auparavant, le chauffage individuel représentait la solution habituelle. Il offre certains avantages et, en notre époque de problèmes d'énergie, regagne du terrain, en particulier comme chauffage d'appoint pour les pointes maximales (cheminée ouverte, poêle électrique) ou comme chauffage alternatif pour les périodes de demi-saison.

Dans les descriptions suivantes, nous parlerons en premier lieu du chauffage central, parce que c'est le plus répandu et qu'il demande des fonctions essentielles de régulation.

1.1.2 Production de chaleur et fluide caloporteur

Le principe du chauffage central est représenté à droite sur le dessin, Le générateur central de chaleur (le récupérateur de chaleur pour les chauffages à distance) peut transmettre l'énergie calorifique par différents moyens :

- Air: en particulier pour chauffer de grandes surfaces, p.ex, les halls d'exposition, les églises, etc...
- Vapeur: les industries utilisant la vapeur pour leurs processus de traitement, l'emploient également souvent pour le chauffage, s'il existe un réseau de distribution pour la vapeur
- Eau surchauffée : sous pression l'eau peut être chauffée à plus de 100°C, sans bouillir.
- Eau chaude: comme l'eau peut absorber beaucoup de chaleur (valeur spécifique élevée), elle est couramment utilisée dans les chauffages centraux. La capacité de l'eau à absorber la chaleur peut être observée de façon spectaculaire dans la nature: les courants marins chauds (p. ex le Golf Stream) amènent de telles quantités de chaleur dans des régions plus froides que le climat de pays entiers et de parties de continents en est influencé.



1.2 Technique de ventilation et de climatisation

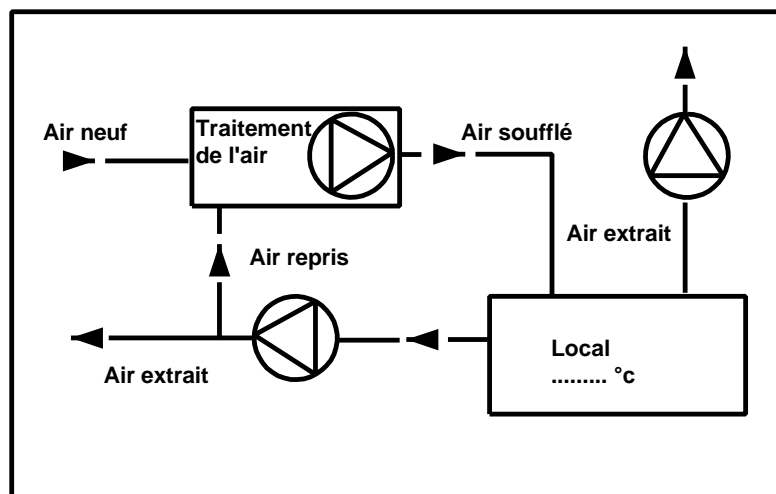
Alors que la fonction d'une installation de chauffage est limitée essentiellement à chauffer des locaux en hiver, la technique de ventilation et de climatisation a pour objectif de maintenir dans certaines limites l'état de l'air ambiant en considérant la pureté, la température, l'humidité et la vitesse d'air. Le type du local conditionne l'état d'air ambiant à obtenir. Dans des locaux d'habitation, on se contente généralement d'une simple aération par les fenêtres, alors que pour certains établissements industriels, comme les papeteries, les fromageries, etc.. des installations de climatisation entièrement automatiques sont nécessaires afin de maintenir avec la plus grande précision chaque état d'air désiré. Entre ces deux extrêmes se situent d'innombrables niveaux intermédiaires avec un traitement d'air plus ou moins complexe pour les locaux de réunion, les amphithéâtres, les théâtres, les hôpitaux, etc....

Les prix de l'énergie à la hausse depuis 1973 ont conduit à mener pour toute installation une planification tenant largement compte de ce facteur : structure appropriée, fenêtres isolantes, protection contre la chaleur et le soleil, système de climatisation économique, intensité d'éclairage adéquate, récupération de la chaleur, harmonisation des heures d'occupation, etc.

1.2.1 Qu'est-ce qu'une installation de ventilation ?

On désigne comme installation de ventilation une installation qui souffle et/ou extrait de l'air de façon mécanique ou qui fait circuler l'air.

schéma d'une installation de ventilation



Dans des installations de ventilation peuvent apparaître les quatre fonctions thermodynamiques suivantes :

Chauffer - refroidir

Humidifier - déshumidifier

Plus ces fonctions apparaissent dans une installation, plus le degré de technicité de l'installation est élevé.

La technicité d'une installation dépend des exigences que le maître d'œuvres a formulées à l'ingénieur en matière de climatisation. La consommation énergétique de l'installation est alors en rapport direct.

D'autres critères pour les installations de ventilation peuvent être : le lieu de traitement de l'air (central ou local), les pressions (installations à basse pression, à haute pression), la capacité d'adaptation de l'installation à chaque situation, la possibilité de régulation individuelle, le mode de nettoyage de l'air.

1.2.2 Quand les installations de ventilation ou de climatisation sont-elles nécessaires ?

Celle-ci est surtout importante pour l'homme.

Les constructions, les conditions environnantes et les processus de travail actuels ne permettent pas toujours d'obtenir un climat ambiant acceptable avec une ventilation naturelle. Ainsi, par exemple, des installations de ventilation peuvent être nécessaires dans les cas suivants :

- en cas de bruits extérieurs très élevés ou d'air extérieur vicié
- dans des locaux dont la profondeur est supérieure à 6 m
- dans des locaux "aveugles", c'est-à-dire sans fenêtres
- dans des tours de bureaux
- dans des grands magasins
- en cas de forte production calorifique interne
- pour évacuer des substances nocives (gaz, vapeurs), l'humidité ou des odeurs

Une installation de climatisation complète peut être nécessaire par exemple dans les bureaux à grande surface en cas de très forte production calorifique interne dans les locaux de réunion et de conférence

1.3 Que signifie "confort thermique" ?

1.3.1 Il y a chaleur et chaleur

C'est l'hiver dans les montagnes. Le paysage est enneigé. Nous sommes assis dans la salle de séjour d'un chalet.

Les murs intérieurs sont lambrissés, le sol est recouvert de tapis moelleux et épais, un grand poêle en faïence emplit la pièce de chaleur. Le thermomètre indique 21°C

Un sous-sol: des murs gris, nus. Sols sans tapis, rien que du béton monotone, mais la pièce est chauffée.

Le thermomètre indique également 21°C.

Personne ne doutera que la salle de séjour dans le chalet donne plus une impression de confort que le sous-sol, bien que la température soit la même. Pourquoi?

Une raison importante est l'atmosphère générale d'une pièce, son aspect. Des lambris, des tapis, des rideaux et un poêle en faïence donnent un sentiment de bien être; des murs et des sols nus en béton certainement pas. On peut parler dans ce contexte de confort atmosphérique. Mais un autre facteur est plus important pour la technique de régulation. C'est le confort thermique.

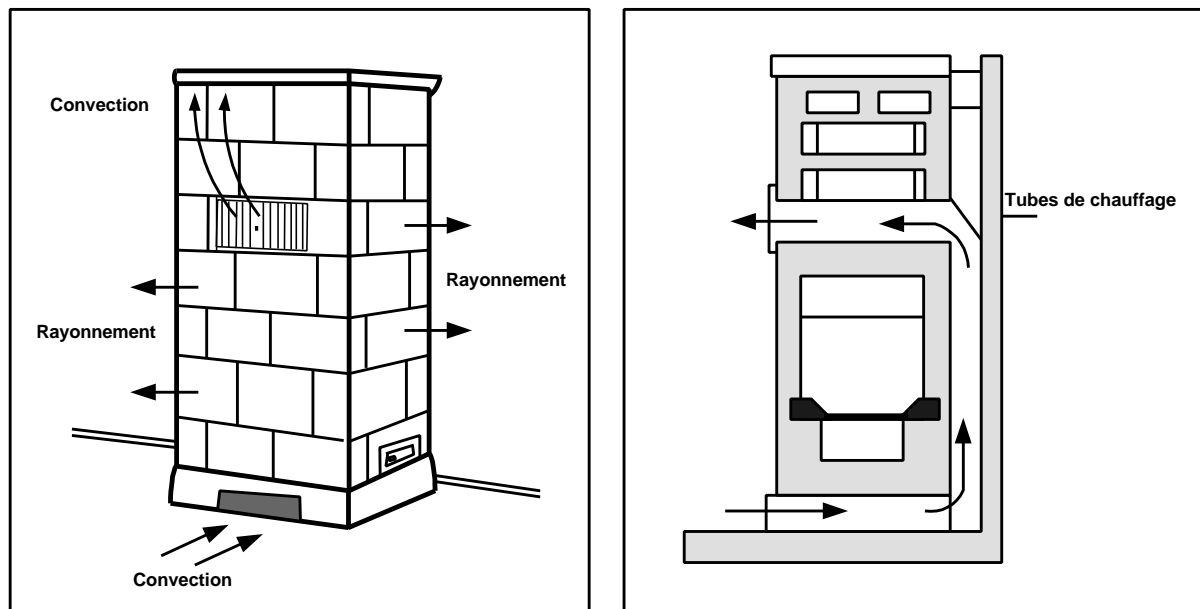
Quand on parle de température, une différenciation précise doit être effectuée. La température de 21°C citée au début correspond à la température de l'air ambiant; celle-ci est mesurée à l'aide d'un thermomètre posé sur un mur.

Avec une sonde de parois, on mesure par contre la température de parois ou de rayonnement: celle-ci, est par exemple de 19°C dans la salle de séjour mais seulement de 13°C dans le sous-sol. Les parois relativement froides font que nous ressentons l'environnement comme inconfortable sur le plan thermique alors que dans la salle de séjour, les carreaux du poêle de faïence accentuent la sensation de chaleur.

La propagation de la chaleur s'effectue d'une part par la circulation de l'air et le mélange de différentes parties chaudes, c'est-à-dire par la convection et d'autre part, par le fait que la surface d'un corps sans mouvement émette de la chaleur, que l'on désigne comme rayonnement thermique.

Si nous sommes devant une cheminée, nous avons chaud au visage et aux mains alors que nous avons froid dans le dos. La chaleur de rayonnement domine ici, partant des flammes et des braises, alors que la pièce reçoit peu de chaleur par convection. Devant la cheminée beaucoup d'énergie se perd, si la chaleur n'est pas récupérée par des installations complémentaires (p ex: utilisation de cheminée avec ventilateur) et transmise à l'air ambiant.

Pour un poêle en faïence avec une grande surface et les tuyaux de circulation, on obtient un certain équilibre entre les deux modes de propagation de la chaleur. Il y a chaleur et chaleur



Propagation de la chaleur pour un poêle en faïence --- Coupe d'un poêle en faïence

1.3.2 Le flux thermique chez l'homme

Un enfant qui s'est roulé dans la neige avec ses camarades de jeux entre, les joues rouges et haletant, dans le séjour chauffé de notre chalet. Il porte une combinaison molletonnée qu'il va bientôt enlever. Motif : l'activité intense à l'extérieur nécessite une augmentation de la production calorifique du corps et cette chaleur doit pouvoir s'écouler relativement vite sinon l'on ressent une impression désagréable de trop forte chaleur. La combinaison de ski, retenant la chaleur, fait obstacle à ce flux thermique. En plein air, pour des températures inférieures à zéro, le maintien de la chaleur à l'intérieur de la combinaison est tout à fait voulu. Mais dans le séjour, à 21°C, la chute de température est beaucoup plus faible, et le transfert de la chaleur se fait lentement au travers de la matière molletonnée.

Si dans la situation décrite le corps n'est pas libéré immédiatement de son habillement trop isolant, il réagit en transpirant.

L'écoulement de la chaleur s'effectue de cette manière, l'évaporation ayant lieu à la surface de la peau. Ce processus nécessite une chaleur supplémentaire (chaleur d'évaporation) laquelle est extraite de l'environnement, ici du corps.

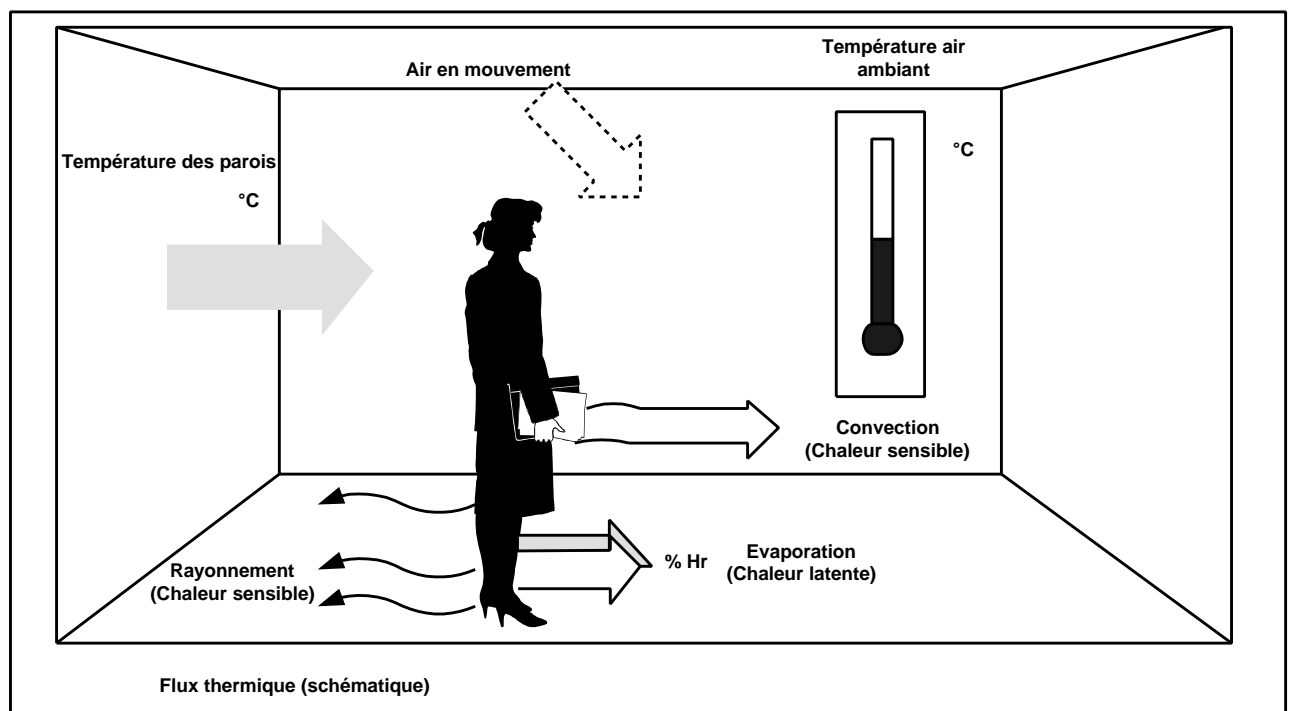
On ressent également ce phénomène pendant l'été: si le corps n'est pas séché après un bain ou une douche, on ressent nettement le refroidissement parce que les gouttes d'eau commencent à s'évaporer. Cet effet est encore accentué avec de l'alcool ou de l'éther sur la main.

L'air environnant en circulation favorise l'évaporation et la convection, alors que le rayonnement y est indifférent. Un courant d'air sera ressenti comme agréable ou désagréable en fonction de la situation extérieure et de l'état dans lequel on se trouve. Une autre dimension doit être aussi considérée dans ce contexte: la teneur en humidité de l'air. Un air sec absorbe la vapeur d'eau plus rapidement qu'un air humide. Une chaleur étouffante c'est-à-dire un air chaud humide est particulièrement désagréable, puisque l'émission par évaporation de chaleur est diminuée.

En général, on supporte mieux une chaleur sèche et un froid sec que des températures extrêmes dans un air humide. Il y a là cependant une limite car les muqueuses des voies respiratoires peuvent se dessécher. C'est la raison pour laquelle l'humidité dans les locaux doit être maintenue à un niveau moyen de 40 à 50% (humidité relative).

Lors du processus de vaporisation la chaleur est nécessaire sans pour autant qu'une augmentation de la chaleur caractérise l'eau évaporée. Ce phénomène se produit également lors du processus d'ébullition: l'eau bouillante reste à 100°C bien que la plaque électrique ou le brûleur au gaz continue à chauffer. Cette chaleur de vaporisation est désignée comme chaleur latente.

Ce qui peut être par contre ressenti comme une augmentation directe de la température lors des processus de convection et de rayonnement, est appelé chaleur sensible. Ces termes sont très importants pour les installations de climatisation dotées d'une régulation d'humidité

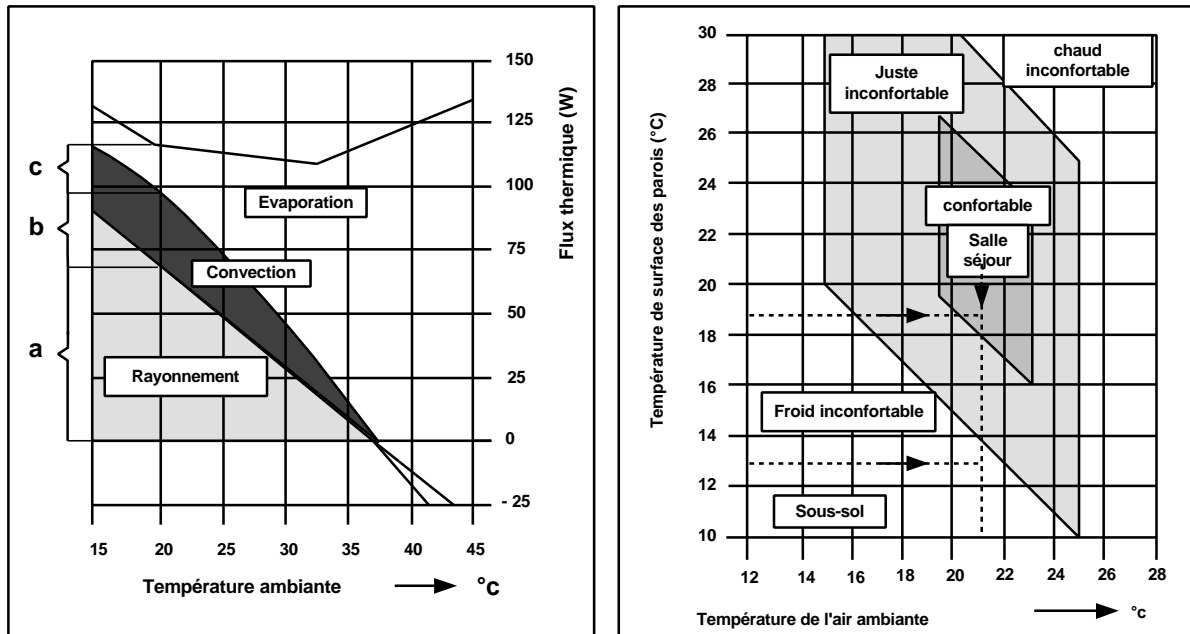


1.3.3 Quelques chiffres et diagrammes

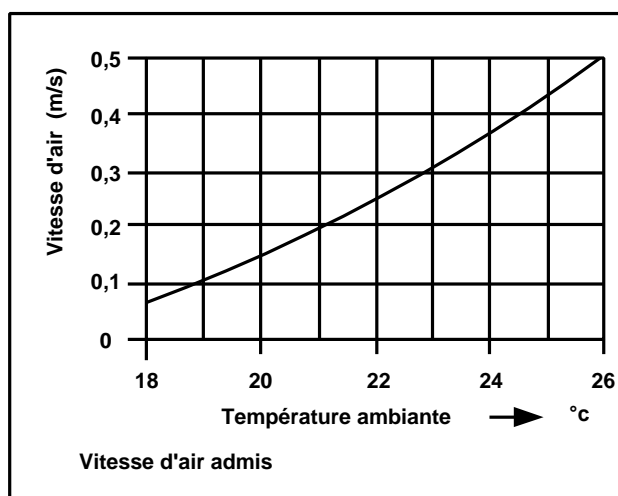
Bien que le "confort" semble être de prime abord un concept tout à fait subjectif, lié à la sensibilité de l'homme, il est possible de déterminer des mesures.

L'image suivante montre comment le flux thermique humain se répartit lors de différentes températures ambiantes.

L'activité prise comme base (en moyenne 120 watts) correspond à un travail de bureau réclamant peu d'effort physique. Pour une température ambiante de 20 °C, le rayonnement en représente 72 W (distance a), la convection 25 W (distance b, 97-72 W) et l'évaporation 22 W (distance c 119-97 W). La proportion de l'évaporation augmente fortement pour des températures ambiantes plus élevées. Si la température ambiante atteint 37 °C, c'est-à-dire la température du corps humain, il n'y a plus de chute de température. Le corps doit par conséquent évacuer toute la chaleur par évaporation.



L'image ci-dessus indique les zones de confort, qui ont été calculées à l'aide de nombreuses analyses statistiques. Elles correspondent aux plages des températures qui sont ressenties comme "confortables" ou "assez confortables" lors d'activités sédentaires exécutées avec un habillement adéquat. Les exemples cités précédemment sont reproduits sur le graphique : le confort dans la salle de séjour (21°C air ambiant, 19° C température de surface des parois), et l'inconfort dans le sous-sol (21° C air ambiant, 13° C température des parois).



Cette courbe renseigne sur la vitesse d'air qui est ressentie encore comme confortable. Les valeurs figurant au-dessus de cette courbe forment la plage du courant d'air gênant

Résumé

En ce qui concerne la température on distingue:

- la température ambiante (ou température de l'air)
- la température de parois (ou température de rayonnement)

La chaleur se propage par:

- convection
- rayonnement (chaleur sensible)
- évaporation (chaleur latente)

Le flux thermique chez l'homme dépend des dimensions suivantes :

- production thermique (selon l'activité)
- isolation par les vêtements température ambiante
- température moyenne de rayonnement
- vitesse de l'air
- humidité de l'air

Le confort dépend de l'équilibre existant entre ces grandeurs. L'homme se sent bien sur le plan thermique si le flux thermique s'effectue ni trop vite, ni trop lentement.

Ces explications ont montré que le confort joue un rôle central.

L'objectif est de créer dans les bâtiments les conditions climatiques optimales avec une utilisation minimale d'énergie. Le confort de l'homme est au centre de nos préoccupations.

1.3.4 Conditions d'ambiance conseillées

Conditions d'ambiance conseillées

Utilisation des locaux	Conditions d'ambiance possibles en hiver	
	Température air ambiant TRA	Humidité air ambiant % rH
Séjours, bureaux	20°C	40 - 50%
Chambres à coucher	16°C	40 - 60%
Salles de bains	23°C	Très élevée à courte durée
Gymnases	15°C	
Piscines	16°C	65%
Chambres froides	jusqu'à -30°C	95%
Locaux de fabrication industrielle:		
textile	18-25°C	90-95%
tabac	20-35°C	90-60%
papier	20-30°C	90-60%
Etables	12°C	90%

1.4 L'HVAC dans l'industrie

Dans le chapitre 1.3, l'homme était au premier plan de nos considérations. Ici, il s'agit de produits qu'il fabrique, stocke ou transporte.

Selon le cas, certaines grandeurs de température, d'humidité de l'air et de pureté de l'air sont nécessaires. Afin de garantir ces grandeurs et par conséquent une production ou un stockage optimal, des installations de ventilation et de climatisation s'imposent.

Exemples:

Papeterie :

22 à 30°C. De grandes quantités de chaleur et d'humidité doivent être évacuées: machines, masses de papier humides.

Stockage du papier :

40% max. d'humidité relative sinon le papier gondole -> Déshumidification

Imprimerie:

Nécessité d'éliminer les vapeurs et gaz nocifs (p.ex. solvants) par ventilation. Dans les installations de papier continu, l'humidité de l'air ne doit pas baisser en dessous de 60% rH. -> Humidification

Filatures de coton :

Évacuation de la chaleur produite par les machines à haut rendement ainsi que de la poussière.

Manufacture coton :

L'humidité de l'air doit être de 70 à 80%

Traitement tissus synthétiques :

La régularité de la température (env.20°C) est déterminante pour la qualité du produit.

Brasserie :

Local de fermentation 4...8°C, 50 ... 70 % rH.

Industrie mécanique de précision :

20 °C si possible, max. 50 % rH

Transport de bananes :

A 12 °C exactement, afin qu'elles soient à maturité à l'arrivée

Laboratoires :

Températures et humidités précises et constantes ou valeurs variables (simulations d'environnement) pour analyses ou examens de matières, appareils, etc.

1.5 L'HVAC pour la protection des bâtiments

Les installations de climatisation servent également à la protection des bâtiments. Cette protection est normalement dirigée contre les immiscions pouvant dégrader l'intérieur du bâtiment.

Exemples :

Les cuisines dans les restaurants, les hôtels et les cantines. Le bâtiment doit être principalement protégé contre les vapeurs d'eau et de graisse.

Les piscines. La condensation résultant de l'humidité élevée dans les piscines conduit à plus ou moins long terme au pourrissement ou à la formation de moisissures. Ce problème peut être également résolu avec des systèmes de ventilation. Étant donné que l'air de la piscine n'est pas encrassé, l'eau excédentaire peut être condensée. Les piscines se prêtent ainsi particulièrement à la récupération de chaleur au moyen de pompes à chaleur.

2. Structure et fonctions d'installations d'HVAC

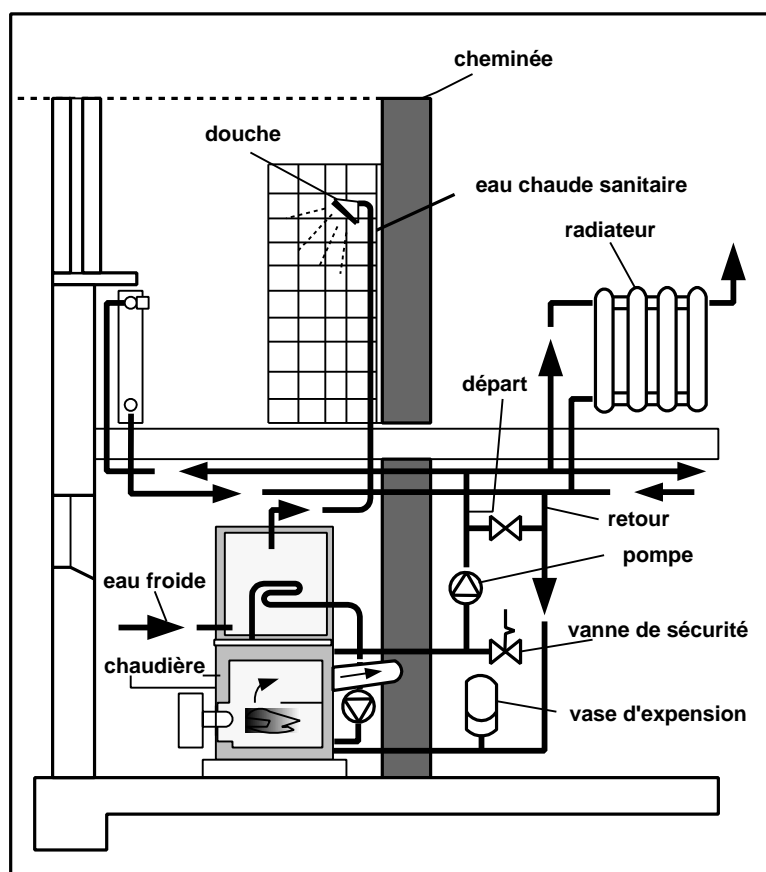
2.1 Installations de chauffage

2.1.1 Structure d'un chauffage central à l'eau chaude

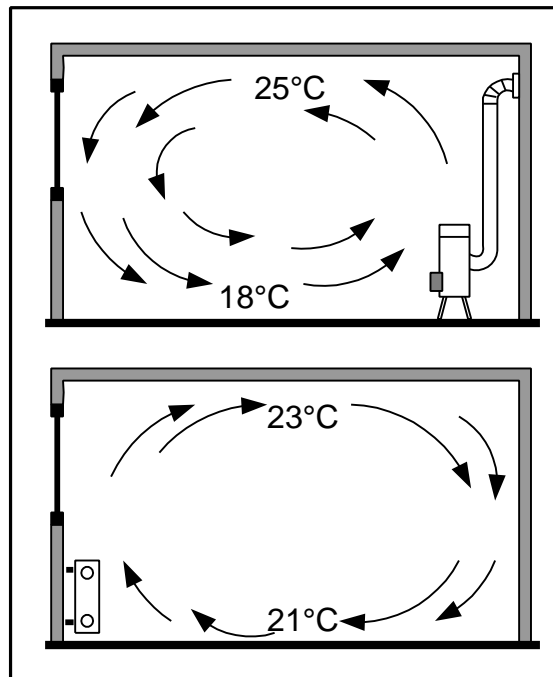
La figure ci-dessous montre les principaux composants et la circulation de l'eau. Partant de la chaudière - ici avec un brûleur au fuel - l'eau arrive par les tuyauteries de départ dans les appareils de chauffage situés aux différents étages. Elle y émet une partie de sa chaleur. Sa température passe par exemple de 90°C à 70°C (chauffage à haute température). Par les tuyauteries de retour, elle revient à la chaudière.

Étant donné que l'eau chaude se dilate, elle a, comme l'air, tendance à monter. Cette montée pourrait à elle seule activer la circulation, mais dans la plupart des cas, une pompe est installée dans le circuit afin d'accélérer et de garantir la circulation.

La dilatation thermique de l'eau entraîne une autre conséquence : le système de commande ne doit pas être rigide par rapport à son volume. C'est la raison pour laquelle sont installés des vases d'expansion. Un exemple chiffré : l'eau de 10°C a un volume spécifique de 1,004 dm³/kg. A 90°C cette valeur est de 1,0359, ce qui correspond à une augmentation de 3,5%. Le vase d'expansion doit absorber cet accroissement. L'eau n'étant pas compressible, le système de commande serait mis en danger sans ce dispositif.



La vanne de sécurité offre l'assurance que même en cas de surchauffe de l'eau la tuyauterie n'est pas endommagée. Les appareils de chauffage nous sont si familiers qu'il n'est pas nécessaire de devoir les décrire. Leur emplacement dans la pièce joue cependant un rôle capital. Sur les dessins suivants sont représentées deux possibilités avec leurs répercussions sur la distribution de chaleur l'emplacement sous la fenêtre est bien plus judicieux, mais la chaleur s'échappe à l'extérieur lorsque la fenêtre est ouverte. Cela représente un problème important d'énergie.



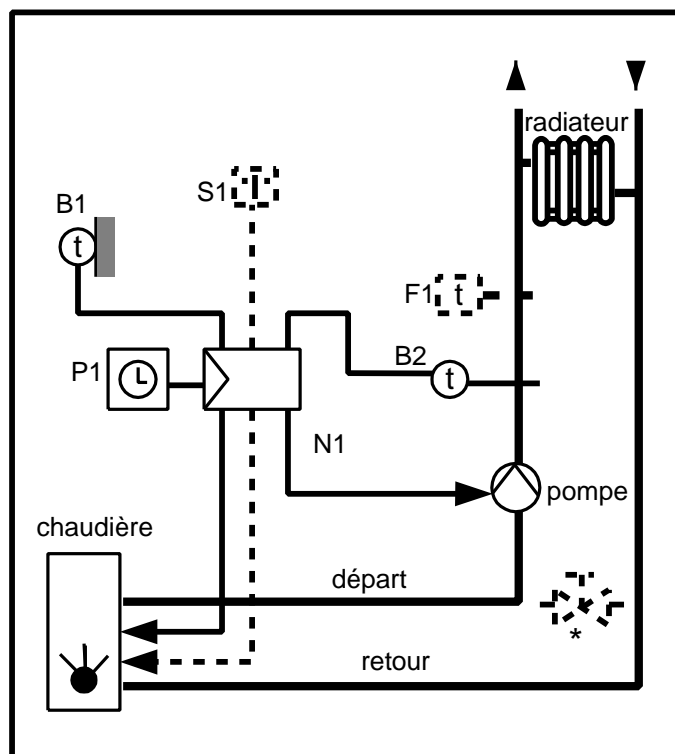
2.1.2 Exemple d'application chauffage (schéma de principe)

Description succincte

Régulation de la température de départ en fonction des besoins et de l'extérieur .

Caractéristiques : par exemple

- courbe de chauffe adaptable (touche +/-)
- température de ralenti réglable (limite de chauffage)
- réglage de la courbe de chauffe avec limitation minimale et maximale
- courbe de chauffe de nuit réglable (DN, Ten)
- courbe spéciale de chauffe de nuit réglable (1, 2, 3)
- possibilité de communication (à l'IRC, l'aération, au régulateur de chaudière)
- enclenchement périodique des pompes
- horloge de programmation hebdomadaire numérique pour la
- programmation des phases de chauffage et de ralenti avec sortie de relais libre de potentiel, en option avec commutateur veto pour la dérogation manuelle du programme temporel automatique.



Appareils requis

Pos. Désignation

B1 Sonde extérieure

B2 Sonde d'applique

N1 Régulateur de chauffage pour régulation de température de départ

P1 Horloge de programmation numérique à 1 voie (ralenti)

variantes :

B2 Sonde à plongeur

F1 Thermostat à plongeur mécanique comme thermostat de sécurité

S1 Commutateur veto

2.2 Installations de ventilation

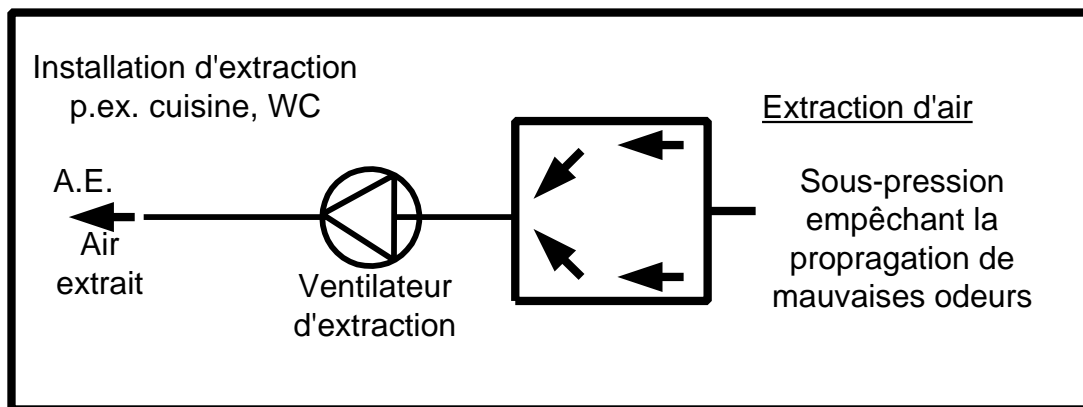
2.2.1 Extraction d'air

L'air est aspiré de la pièce avec un ventilateur et est rejeté à l'extérieur.

Les installations d'extraction sont utilisées pour les locaux dont l'air est fortement pollué par des odeurs, l'humidité, des gaz, des vapeurs ou des températures élevées, tels que les cuisines, les salles de bains, les toilettes, les vestiaires, les locaux de transformateurs ou d'accumulateurs, les parkings, les salles d'archives, etc.

Deux solutions sont possibles pour les installations d'extraction dans les grands bâtiments :

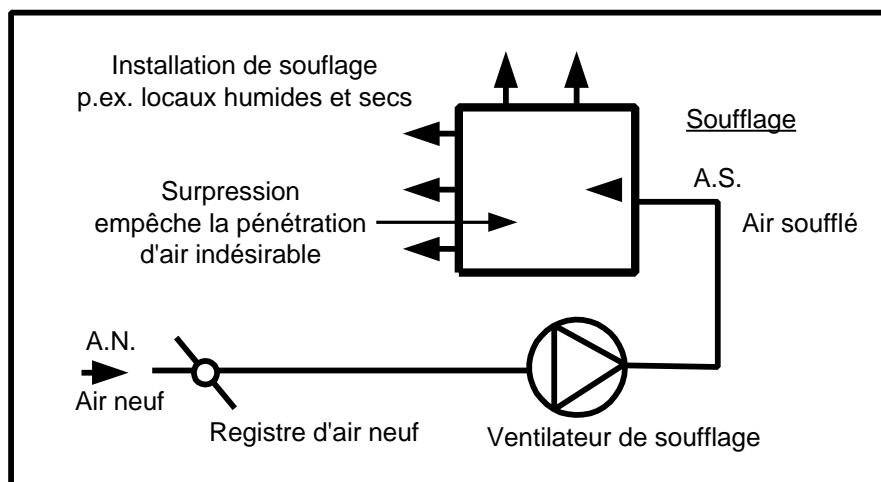
- Ventilateurs d'extraction individuels avec registre commandés par l'interrupteur d'éclairage ou séparément, avec temporisation de déclenchement par relais à action différée.
- Ventilateur central d'extraction pour grands bâtiments avec beaucoup d'endroits d'extraction comme p.ex. les hôtels. Chaque local est pourvu d'un registre temporisé à la fermeture et commandé par l'interrupteur d'éclairage. Les registres peuvent être aussi commandés par des horloges de commutation.



2.2.2 Soufflage

Un ventilateur aspire l'air de l'extérieur et le conduit dans le local à aérer. L'air peut être filtré et / ou chauffé au cours de cette opération. Il y a surpression dans le local. L'air excédentaire s'échappe par des ouvertures spéciales, portes ou fenêtres.

Sont ainsi ventilés les locaux dont l'air n'est pas fortement chargé : les bureaux, les locaux d'expositions et ceux de la technique en salle blanche.



2.2.3 Extraction d'air et soufflage

L'air est transporté dans le local par un ventilateur de soufflage et évacué du local par un ventilateur d'évacuation.

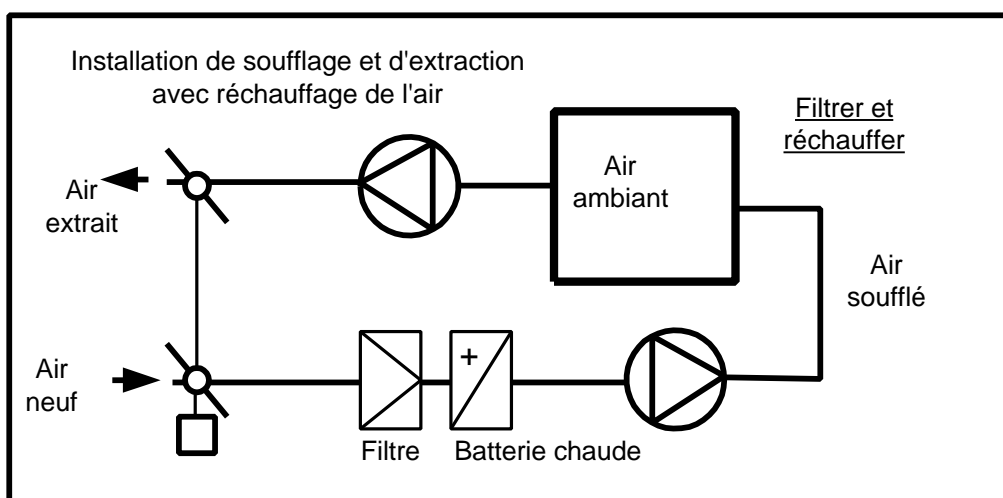
L'installation peut être conçue comme installation à surpression, à sous-pression ou à pression égale

Les installations d'air soufflé et d'air extrait évitent les inconvénients que présentent les installations à soufflage : p ex. apparition de courants d'air, aspiration d'air non-désirée ou échappement de l'air aux endroits où il n'est pas désiré.

La mise en place d'un filtre à air dans l'installation d'air soufflé permet de nettoyer l'air.

Si une batterie chaude est également installée, la température de l'air soufflé est alors contrôlée et réglée par une installation de régulation automatique

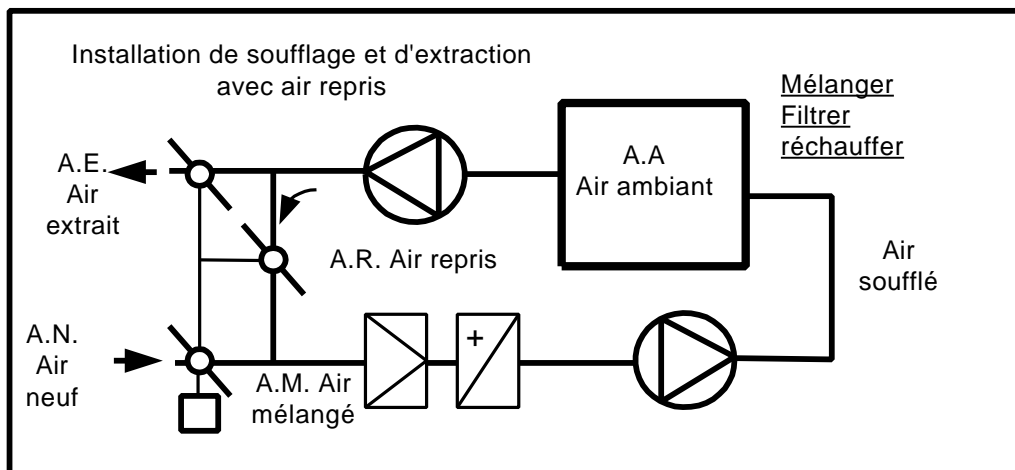
Les installations de soufflage et d'extraction sont utilisées dans les salles de toute nature : restaurants, halls, cuisines de collectivités, bureaux, etc.



2.2.4 Installation de soufflage et d'extraction d'air avec air repris

Une installation d'aération avec 100% d'air extérieur n'est pas toujours nécessaire. Dans les salles de conférence, les piscines, les bureaux, une partie de l'air extrait est mélangée à l'air extérieur et reconduite dans le local.

Le taux d'air extérieur peut être réglé de manière fixe ou être définie par une régulation de température, d'humidité ou de qualité d'air.

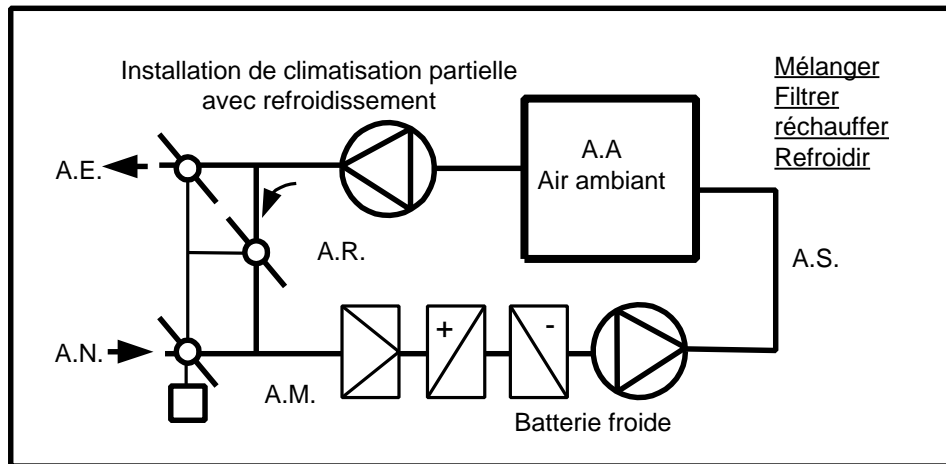


2.3 Installations de climatisation partielle

2.3.1 Installations de climatisation partielle avec refroidissement

L'installation est équipée, outre le filtre à air et la batterie chaude, d'une batterie de refroidissement. L'air d'une température intérieure à la température de l'air ambiant est transporté dans le local à refroidir.

On distingue les installations à air extérieur et celles avec de l'air repris. De telles installations sont employées dans des locaux connaissant d'importantes charges calorifiques internes ou externes de température, comme par exemple les salles d'informatique. Un refroidissement de l'air doit être prévu pour garder au frais les produits, p.ex. dans l'industrie alimentaire et pharmaceutique.

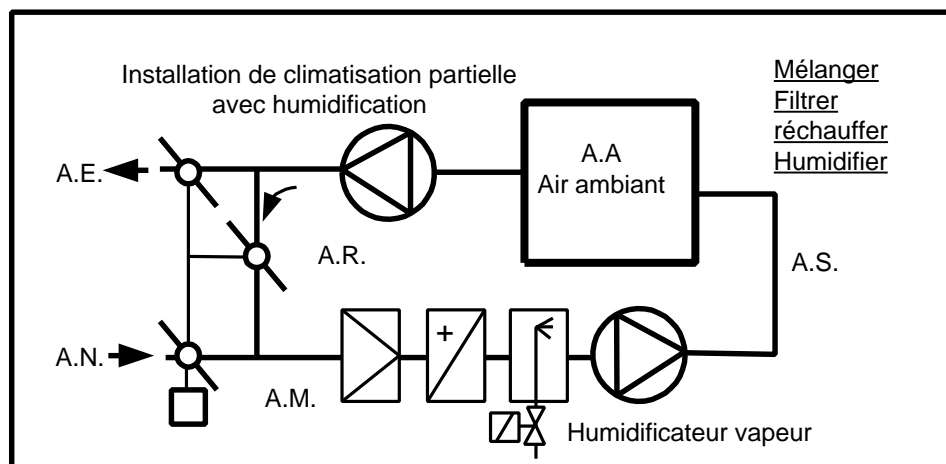


2.3.2 Installations de climatisation partielle avec humidification

Les installations sont équipées, outre le filtre à air et la batterie chaude, d'un dispositif d'humidification.

On humidifie lors d'une forte demande d'air extérieur en hiver, dans des secteurs industriels aussi divers que le textile, la photo, le tabac, le papier, etc., dans la vente de fleurs, de viande, de fromage, de meubles, de textiles, etc. de même que dans les musées et les expositions d'art.

L'humidification se fait soit par un humidificateur à vapeur soit par un humidificateur à évaporation. Pour l'humidificateur à vapeur, l'eau est apportée à l'air déjà sous forme de vapeur. Par contre, l'humidification à évaporation nécessite une certaine chaleur latente d'évaporation, laquelle est enlevée au mélange air-vapeur.



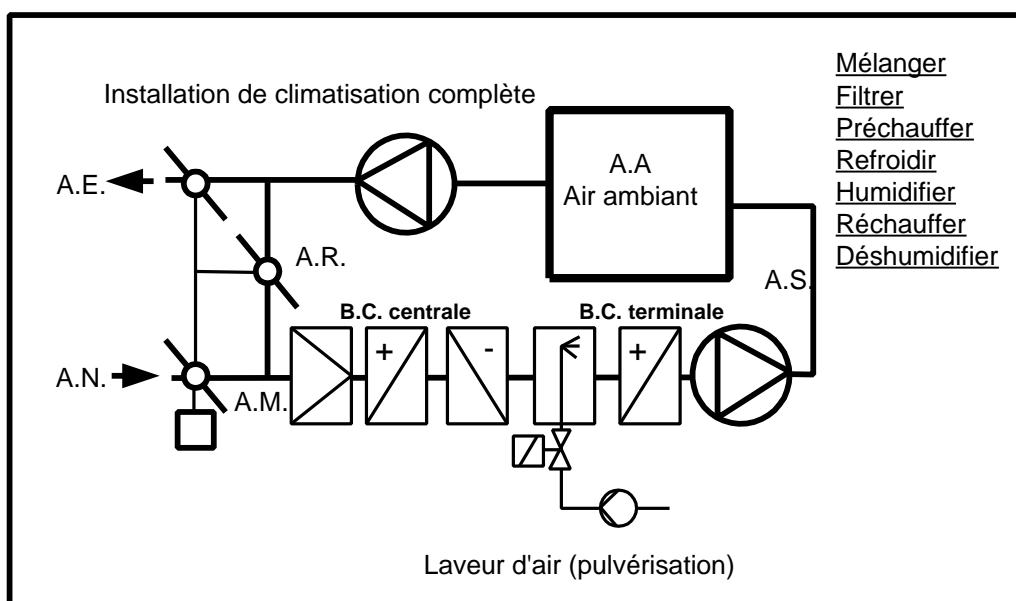
2.4. Installations de climatisation complète

Les installations de climatisation ont pour fonction de maintenir à un niveau constant la température et l'humidité de l'air dans des limites données

En règle générale, elles contiennent des dispositifs pour les quatre méthodes thermodynamiques de traitement de l'air : chauffer, refroidir, humidifier, déshumidifier

La déshumidification se fait par la régulation de l'air extérieur ou par le refroidissement. La fonction et la structure d'une installation avec déshumidification sont comparables à celles décrites plus haut, à la différence qu'une batterie chaude est ici nécessaire La température du fluide réfrigérant doit être inférieure au point de rosée de l'air (voir chapitre 2 5 3 ; diagramme h, x)

On déshumidifie p.ex. dans les piscines, la déshumidification devant toujours être combinée avec une pompe à chaleur. La chaleur récupérée est utilisée pour le préchauffage de l'air soufflé ainsi que pour la production d'eau chaude pour les douches.



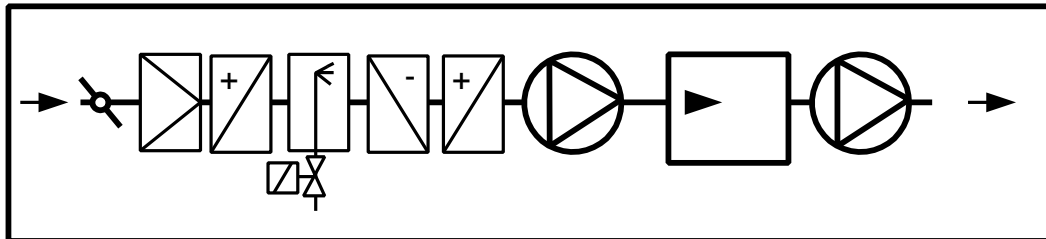
2.4.1 Vue d'ensemble des systèmes de ventilation et de climatisation

Ventilation Naturelle	Installations de ventilation	Installations de ventilation et de climatisation		
			Installation de climatisation	
			Tout air	Air – eau
<ul style="list-style-type: none"> - à lanterneaux - par les ouvrants - par conduit vertical - par dispositif en toiture 	<ul style="list-style-type: none"> - Extraction d'air - Soufflage - Chauffage de l'air - Filtrage 	<ul style="list-style-type: none"> - Réchauffage - Refroidissement - Humidification - Déshumidification - Filtrage 	<ul style="list-style-type: none"> - installation à une ou deux gaines - Installation à une ou plusieurs zones à débit constant ou variable - Basse pression ou haute pression 	<ul style="list-style-type: none"> Installations d'air primaire à haute pression avec : <ul style="list-style-type: none"> - appareils à induction (convecteurs de climatisation) système à 2,3 ou 4 conduites - ventiloconvecteurs

2.4.2 Systèmes/ installations de climatisation

Installations tout air mono-gaine

Les installations à une zone d'un débit constant amènent à tous les locaux un air de même température et de même humidité. Les locaux ne peuvent être climatisés individuellement.



Application :

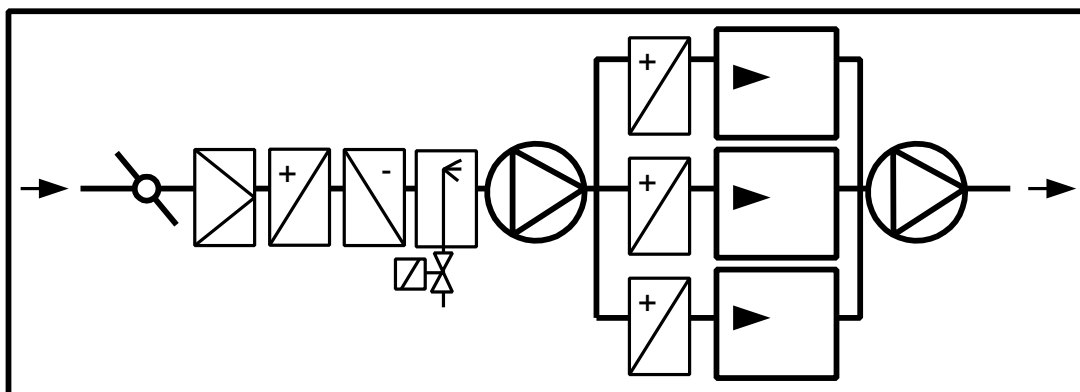
L'installation de climatisation à une zone est destinée à de grands locaux tels que les cinémas, les théâtres, les salles, l'informatique ou les zones intérieures de bâtiments de grands bureaux.

Les installations à plusieurs zones permettent par contre une adaptation individuelle aux conditions climatiques dans plusieurs locaux ou zones de bâtiments. L'air est prétraité centralement et traité localement ensuite. On distingue des systèmes avec des:

Batteries chaudes terminales:

Peuvent être installées dans la centrale sur la sortie de la gaine de zone en amont des locaux correspondants.

Outre les batteries chaudes terminales, les zones peuvent être également équipées de batteries froides ou d'une humidification supplémentaire.

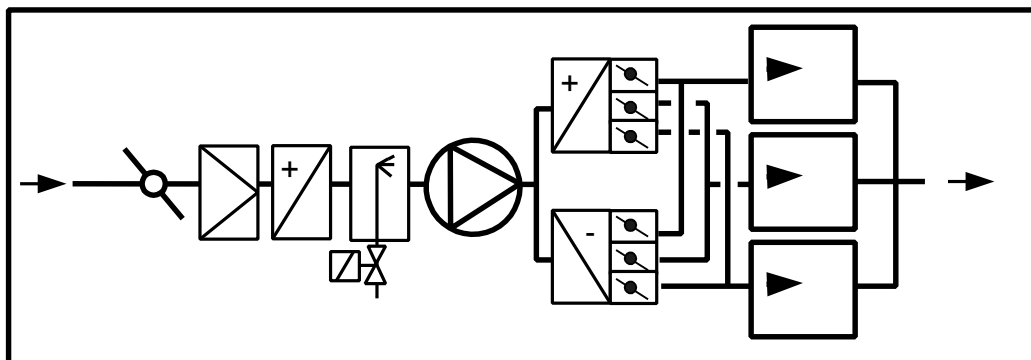


Registres inverseurs:

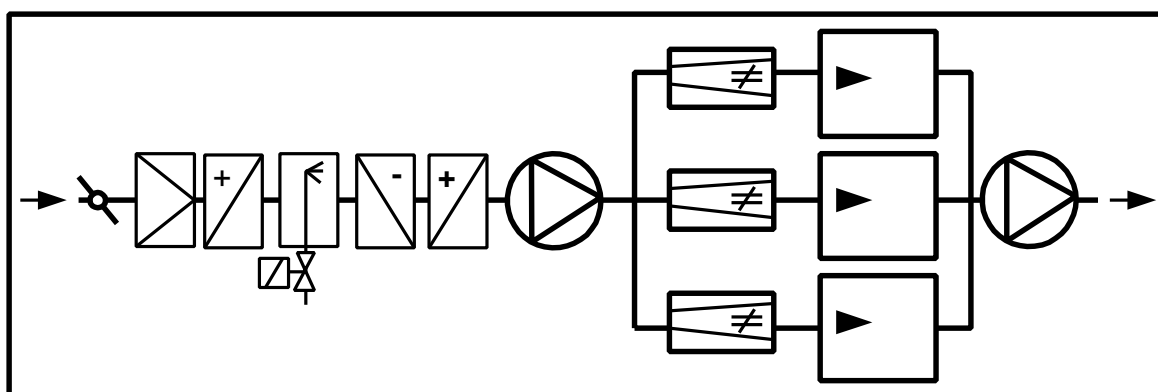
L'air pré-conditionné est réparti dans la centrale sur une gaine chaude et une gaine froide. La température de l'air soufflé peut être réglée par zone au moyen d'une commande de registre.

Application d'installations de plusieurs zones

- Sous-division en zones selon l'exposition
- Sous-division des locaux ou groupes de locaux selon les différentes charges frigorifiques ou calorifiques.



Les systèmes à volume d'air variable (VAV) compensent les différentes charges frigorifiques des locaux en modifiant le débit soufflé au moyen d'un régulateur de débit. S'il fait trop chaud dans le local, le débit est augmenté, s'il fait trop froid, il est diminué. La température d'air soufflé est adaptée à celle de l'air extérieur. Pour les locaux à chaleur variable, p.ex. dans les zones extérieures, le système doit être complété par un chauffage statique aux charges thermiques. En hiver la température de l'air soufflé peut être rehaussée.

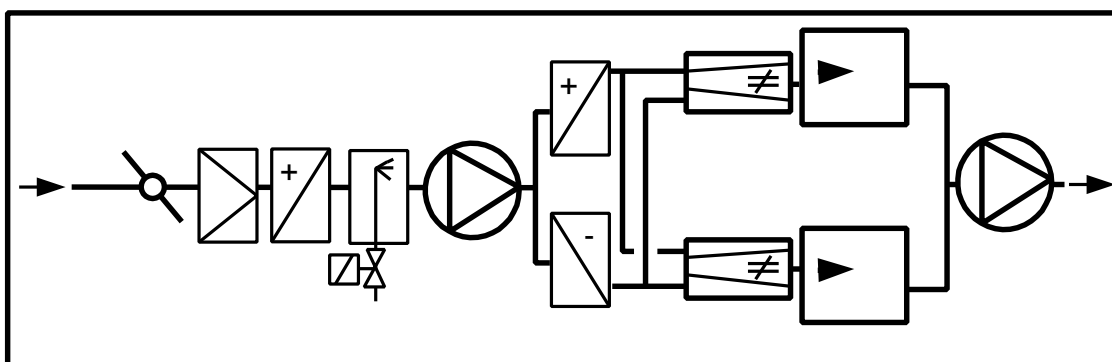


Application :

Surtout pour les bâtiments ayant une grande charge frigorifique tels que les grands magasins, les banques ou les immeubles de bureaux.

Installations tout air à double gaine

Dans l'installation à double gaine, l'air est prétraité puis réparti sur une gaine d'air chaud et d'air froid. Les masses d'air chaud et froid arrivent par des gaines à haute pression aux boîtes de mélange individuelles. C'est là qu'est réglé le rapport air chaud/air froid en fonction de la température ambiante souhaitée.



Exemples d'application :

Immeubles de bureaux, hôtels, zones externes de grands bureaux, immeubles de laboratoires.

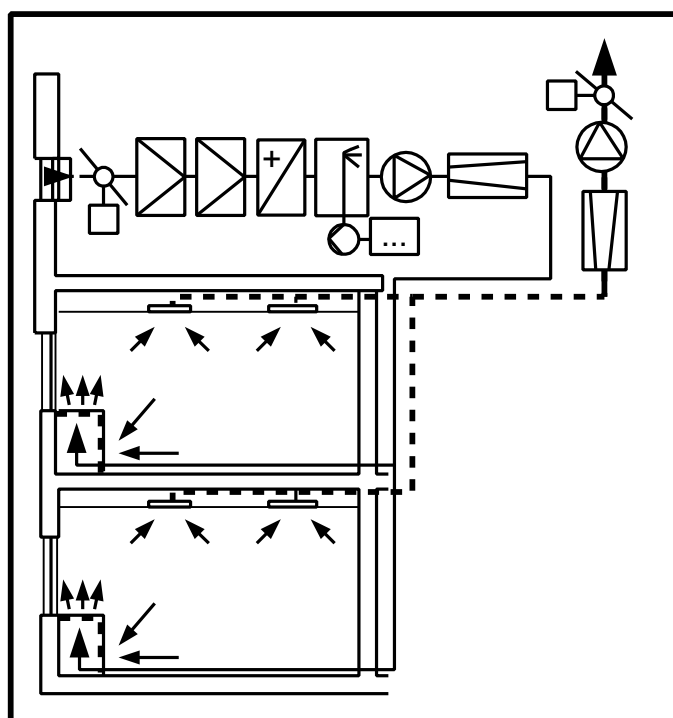
Installations air eau

Dans les installations primaires à haute pression (appelées aussi installations à induction) seul l'air extérieur nécessaire pour obtenir le taux d'air extérieur réglementaire (=air primaire) est prétraité au niveau central. Pour chaque sortie d'air, il y a des récupérateurs de chaleur, qui sont parcourus par de l'eau chaude ou froide en fonction des besoins. L'air primaire passe très rapidement à travers les injecteurs et entraîne l'air ambiant (=air secondaire). Cet air secondaire passe à travers les récupérateurs de chaleur, où il est réchauffé ou refroidi.

On distingue les appareils à induction réglés par des vannes et ceux commandés avec des registres. Le nombre de tuyaux introduit la différenciation suivante:

- Système à bitube : dans une conduite de départ ou de retour, de l'eau chaude ou froide (système d'inversion d'action) ou seulement de l'eau chaude circule en fonction des besoins.
- Systèmes à trois tubes : le départ est séparé pour l'eau chaude et froide, le retour est commun.
- Systèmes à quatre tubes : le départ et le retour sont séparés pour l'eau chaude et froide.

Les appareils réglés par registres nécessitent quatre tubes et deux récupérateurs de chaleur.



Exemples d'applications .

Bâtiments comportant de nombreux locaux avec beaucoup de zones externes tels que les immeubles de bureaux, les hôtels de luxe, les bâtiments avec une séparation flexible des locaux.

Dans les installations de ventilo-convecteurs, chaque appareil est équipé d'un ventilateur. Le récupérateur de chaleur est alimenté, comme pour les installations à induction, par un système à deux, trois ou quatre tubes. Trois méthodes sont possibles pour l'apport d'air extérieur :

- Aspiration de l'air extérieur par une ouverture dans la cloison extérieure

- L'air extérieur est prétraité au niveau central et directement amené aux appareils comme pour les installations à induction

- Apport de l'air extérieur directement par l'intermédiaire d'une installation centrale dans les locaux.

Chaque appareil peut être arrêté si le local n'est pas occupé. De plus, le ventilateur permet un réchauffage ou un refroidissement accéléré.

En contrepartie, les dépenses de maintenance sont plus lourdes.

Application

Bâtiments comportant de nombreuses pièces dont le taux d'occupation varie, par exemple les hôtels. Sinon comme pour les installations d'air primaire.

Appareils de climatisation de fenêtre ou armoires de climatisation

Ils servent essentiellement au refroidissement de locaux individuels. Pour les armoires, des ouvertures dans la façade sont nécessaires, ou bien l'évaporateur est situé à l'extérieur et est relié à l'appareil par les conduites de réfrigérants. Ces appareils sont souvent équipés d'un chauffage d'appoint électrique ou alors le réfrigérateur fonctionne comme pompe à chaleur.

2.5 Humidité de l'air : une notion importante de la technique de climatisation

Une chaleur étouffante précédant un orage d'été, un ciel d'hiver bleu acier avec une fraîcheur agréable, parce que froide, une pluie en novembre avec toutes les incommodités qu'elle apporte, un air ambiant complètement sec qui irrite les muqueuses des voies respiratoires - voilà des situations qui nous font ressentir dans la vie quotidienne l'action de l'humidité dans l'air.

L'air contient toujours une certaine proportion d'eau, mais cette eau reste souvent invisible. Il s'agit bien d'H₂O au sens chimique, se présentant sous forme de vapeur. La teneur en eau est directement perceptible dans le nuage ou même dans la pluie et la neige.

La vapeur se condense, tout d'abord en fines gouttelettes d'un ordre de grandeur de millièmes de millimètres, puis en masses plus importantes d'un diamètre de plusieurs millimètres.

L'humidité a une grande influence sur la sensation de confort chez l'homme. Les installations de climatisation prennent ce facteur en compte. De telles installations sont également nécessaires pour certaines industries comme la fabrication d'ordinateurs où des valeurs d'humidité bien déterminées doivent être strictement respectées. La régulation de la teneur en humidité n'est pas seulement nécessaire au confort de l'homme actif, mais également à la fabrication de certains matériaux et aux processus de haute technologie.

2.5.1 Saturation de l'air avec la vapeur d'air

Si l'on enrichit l'air en humidité - à l'aide d'un humidificateur d'air -, il arrive un moment où l'air est saturé d'eau.

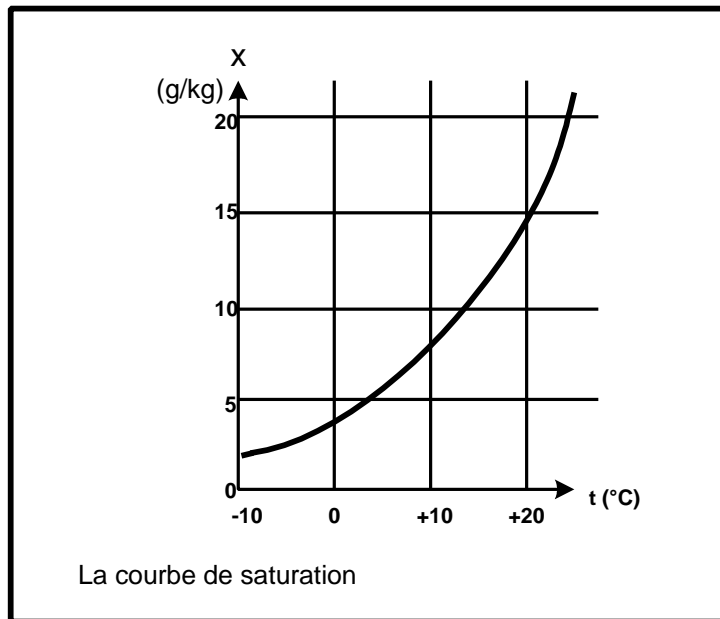
En pratique cela veut dire : sur les surfaces plus froides que l'environnement, p.ex. sur les vitres des fenêtres, l'humidité se dépose. Lors de températures extérieures inférieures à zéro, du givre peut se former. Notre souffle devient visible un matin froid d'hiver, parce que la respiration saturée d'humidité, rencontre l'air froid et se condense aussitôt. Cette condensation disparaît au bout de quelques instants parce que l'air ambiant absorbe cette faible quantité d'eau comme de la vapeur.

Les réfrigérateurs doivent être dégivrés de temps à autre, soit manuellement soit automatiquement, parce qu'une couche de givre se forme sur le groupe frigorifique et qu'elle se transforme avec le temps en masse compacte de glace. Les aliments et l'air humide de la cuisine apportent plus d'humidité à l'intérieur du réfrigérateur qu'il peut en absorber.

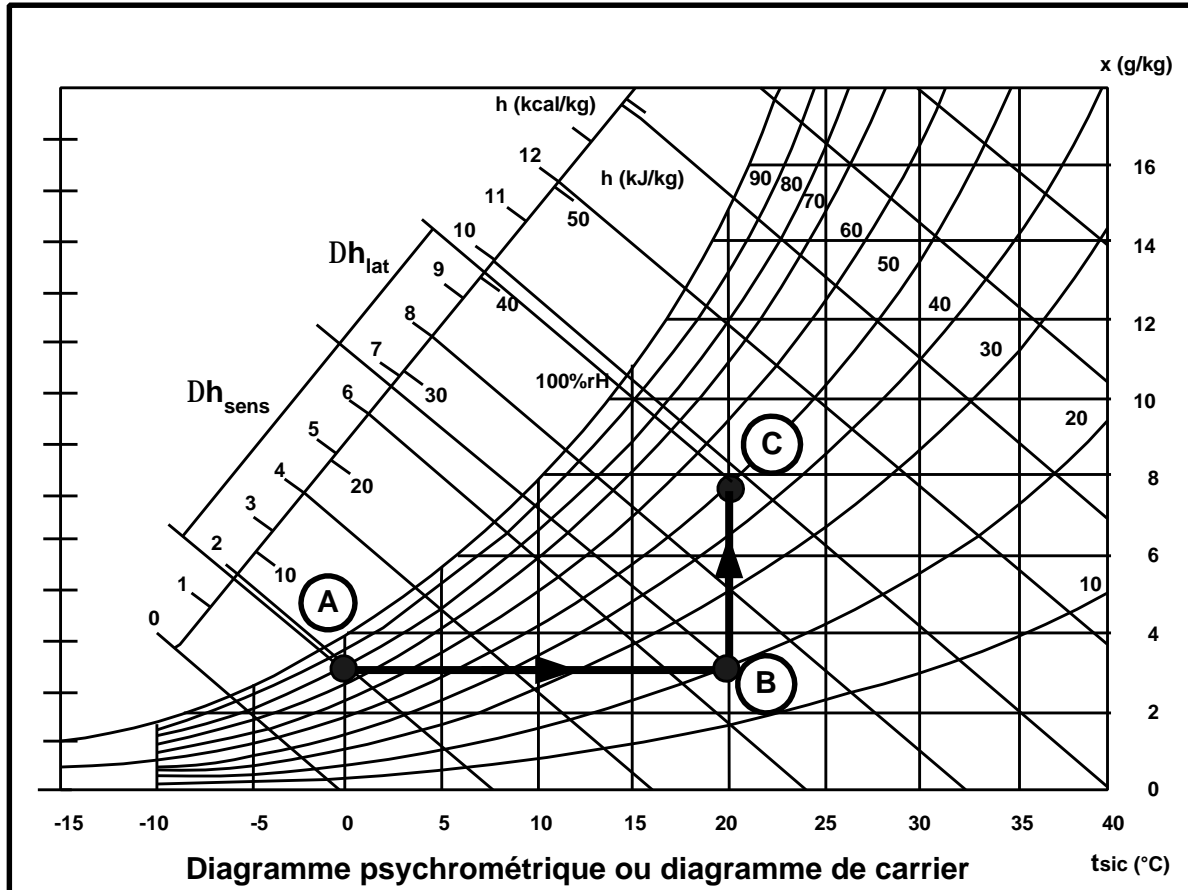
Une loi physique importante est démontrée ici: le phénomène de condensation est en rapport étroit avec la température. La teneur d'eau que l'air peut absorber au maximum - c'est-à-dire jusqu'à saturation - dépend de sa température. Quelques chiffres : pour une pression atmosphérique de 1,013 bar (pression moyenne au niveau de la mer) 1 kg d'air (= 1,2 m³) de 0 °C n'absorbe que 3,8 g d'eau. A 15°C il en absorbe 10,7 g et à 25°C, 20,7g.

On obtient la courbe de saturation en portant toutes ces valeurs sur un diagramme dans lequel la température est indiquée sur un axe horizontal, et la teneur maximale d'eau sur un axe vertical. Cette courbe relie tous les points avec l'humidité relative de l'air de 100%. Si l'air n'est pas saturé d'eau, son humidité relative est inférieure à 100%. Un tel point serait situé dans le diagramme au-dessous de la ligne de saturation. Il y a deux types de détermination d'humidité :

- l'humidité absolue indique combien d'eau est contenue dans un kilogramme d'air,
- l'humidité relative indique quel pourcentage de la teneur en eau maximale possible pour une température donnée concernée est atteint.



Afin de pouvoir travailler concrètement sur ce rapport numérique quelque peu compliqué et représenter une vue d'ensemble des processus de climatisation, on utilise le diagramme psychrométrique, appelé aussi diagramme de Carrier. Sur l'axe horizontal est représentée la température sèche de l'air, t_{sic} sur le vertical la teneur en eau X en g/kg, soit l'humidité absolue. La ligne de saturation apparaît comme ligne de limite, montant comme une parabole. En dessous se trouvent les courbes qui correspondent à une humidité plus basse. Chaque courbe est désignée avec le pourcentage correspondant.



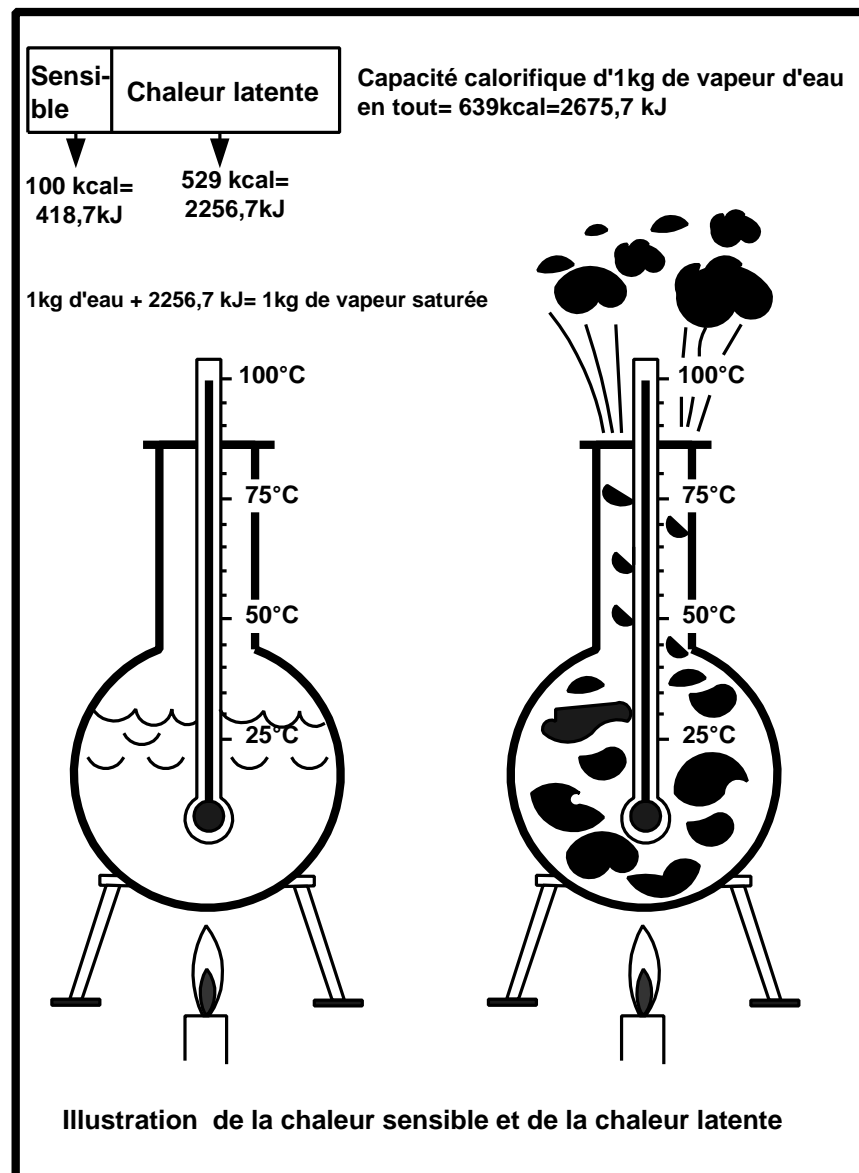
Au point A l'air est de 0°C et a une humidité relative de 75%. Pour B il est monté à 20°C. Son humidité absolue (env.3 g/kg) est restée la même, mais son humidité relative est tombée à 20%.

La distance AB correspond donc à un réchauffement. Si ce même air est humidifié, son humidité absolue et relative augmente : à C la température de l'air est encore de 20°C, mais son humidité relative s'élève à 50%, ce qui représente une valeur moyenne agréable pour l'air ambiant. L'humidité absolue est montée à 7,5 g/kg,

2.5.2 L'enthalpie

La lettre h désigne ce que l'on appelle l'enthalpie. C'est la capacité calorifique d'un kilo d'air humide. Cette capacité calorifique est composée de chaleur sensible et de chaleur latente. Qu'est-ce que la chaleur latente ? Lorsque l'eau est chauffée, sa température monte proportionnellement à la chaleur apportée. Quand le point d'ébullition (100°C au niveau de la mer) est atteint, la température reste au même niveau jusqu'à ce que l'eau se soit entièrement évaporée. Il y a donc apport de chaleur sans montée de la température. La chaleur ainsi apportée est la chaleur latente, appelée aussi chaleur d'évaporation.

Sur le diagramme h, x les valeurs d'enthalpie sont portées sur un axe oblique. Elles sont importantes pour déterminer les quantités d'énergie dans les installations de climatisation et de ventilation.



2.5.3 Refroidissement et déshumidification

L'air doit être déshumidifié aussi bien dans les bâtiments que pour de nombreux processus industriels. Cette opération s'effectue par le refroidissement de l'air jusqu'à ce que la vapeur d'eau se condense (humidité relative = 100% !) et puisse être évacuée comme liquide. Puis on réchauffe l'air à la température voulue.

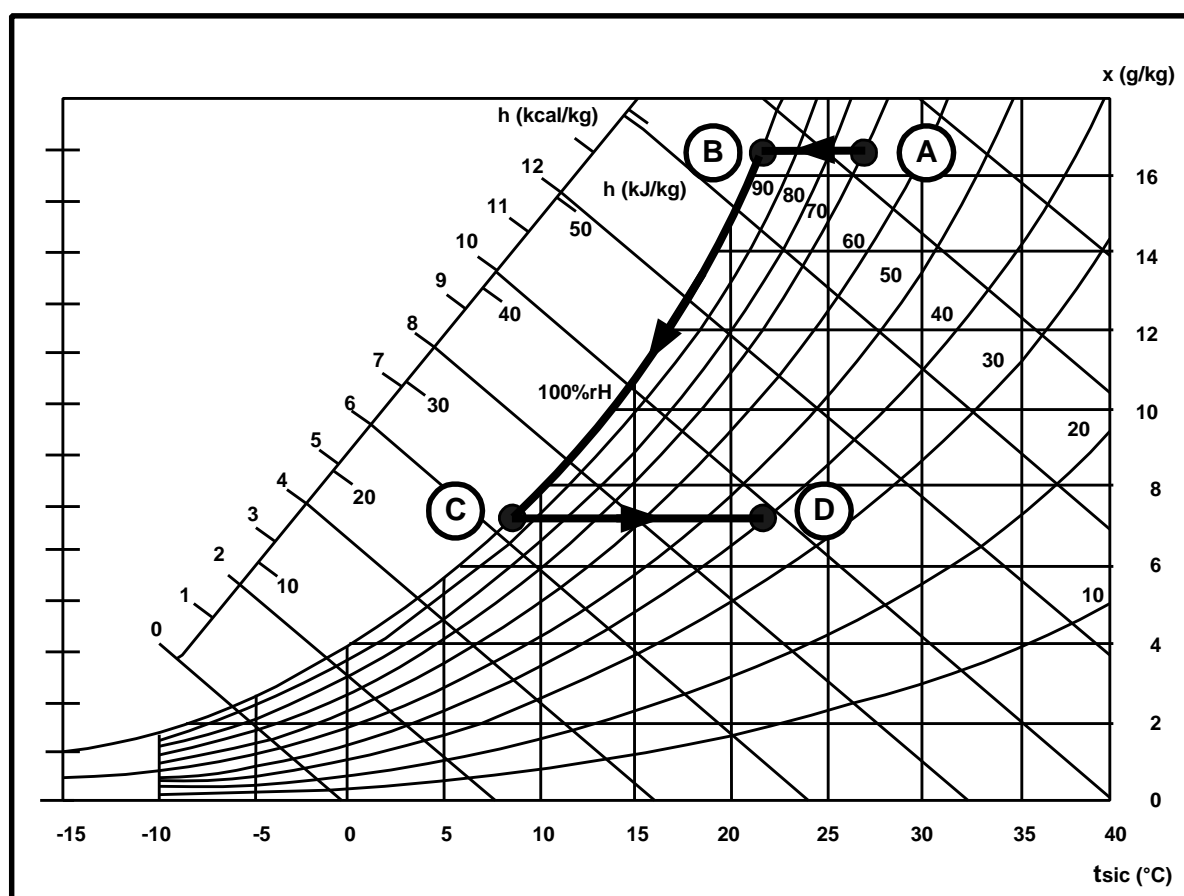
On peut suivre ce processus dans le diagramme psychrométrique : la représentation choisie ci-dessous montre le processus sous une forme simplifiée. La ligne de refroidissement effective a un parcours quelque peu différent, étant donné qu'elle doit prendre en considération les propriétés spécifiques aux appareils

L'air a une température de 27°C et une humidité relative de 70%. Il doit être refroidi et déshumidifié pour atteindre des valeurs de 22°C et 40%. Ces deux valeurs se retrouvent sur le diagramme, désignées par les points A et D. Le processus de déshumidification s'effectue de la manière suivante :

A B Refroidissement jusqu'à un début de condensation, c'est-à-dire jusqu'à ce que l'humidité relative soit de 100%. B se trouve sur la ligne de saturation. Il est appelé point de rosée.

B C Suite du refroidissement et de la condensation. Ce processus se produit le long de la ligne de saturation.

C D Réchauffage. L'humidité relative passe de 100% à 40%, la température à 22°C.







2.6 Normes et symboles

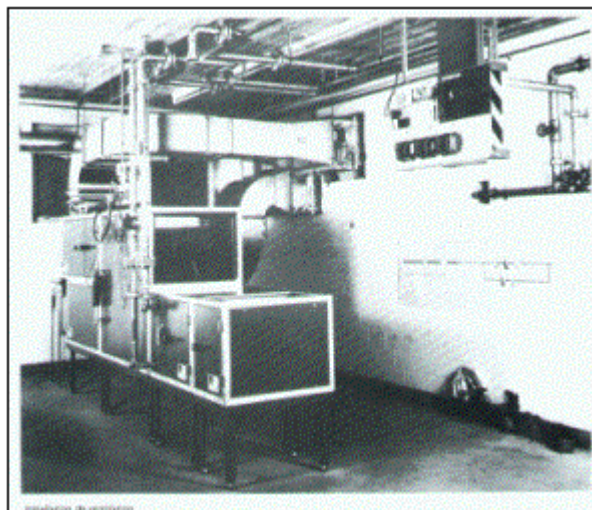
Types d'air et code couleur: (DIN 1946)

Les lettres et les caractéristiques à trait sont à utiliser de préférence, les couleurs étant réservées aux cas particuliers.

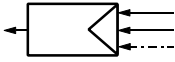





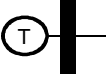









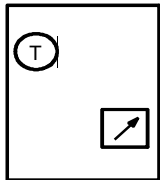
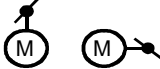
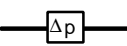
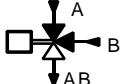

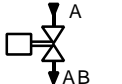

Type d'air	Repérage par:		
	Abréviation	Signe hachuré	Couleur
Air neuf	A.N.		Vert
Air extérieur prétraité	A.N.P.		Jaune
Air extrait	A.E.		Jaune
Air extrait traité	A.E.T.		Jaune
Air ambiant	A.A.		Jaune
Air repris	A.R.		Jaune
Air mélangé	A.M.		Orange
Air soufflé	A.S.		Vert
			Rouge
			Bleu
Air soufflé prétraité	A.S.T.		Violet
			Vert
			Rouge
Eau:			Rouge

Symboles pour schémas de principe norme ISO	
	Appareil de chauffage(rad.,convect. etc..)
	Organe d'étranglement corps de vanne à deux voies (ISO 0234)
	Corps de vanne à troisvoies (ISO R1219)
	Repérage du débit (DIN 19277)
	Soupape de sureté à ressort (DIN 30600)
	Organe moteur (IEC 117-3)
	Vanne avec repérage de débit
	Pompe de liquide, pompe de circulation (ISO 0134)
	Ventilateur (ISO R1219)
	Compresseur (ISO 0137)
	Volet d'aération (ISO/TC59)

 Sonde (DIN 1946E)
 Sonde avec plongeur, plongeur de gaine ou tube capillaire (DIN 1946E)
 Capteur avec fonction de marche/arrêt (par ex/ thermostat, pressostat, hygrosstat, etc..) (IEC298)
 Capteur avec fonction de marche/arrêt (par ex/ thermostat, pressostat, hygrosstat, etc..) avec plongeur, plongeur de gaine ou tube capillaire(IEC298)



D'autres symboles usuels :

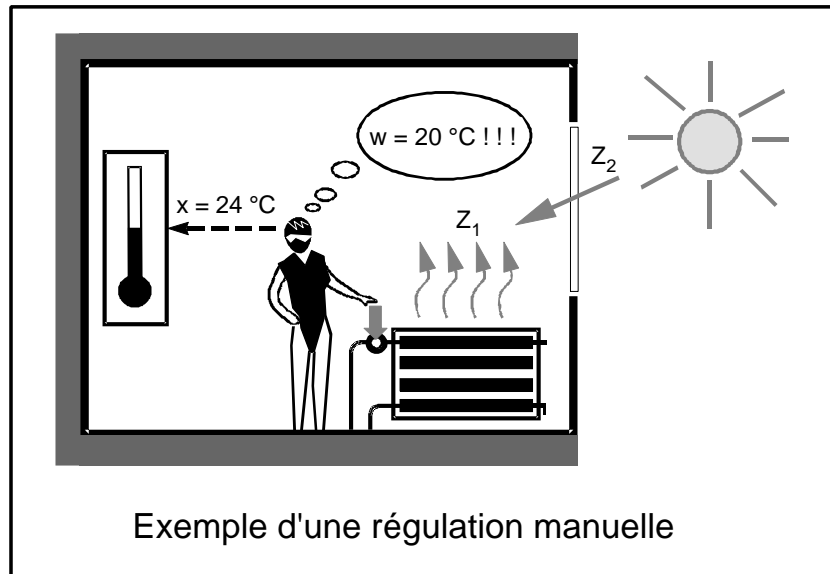
1		Régulateur	12		Ventilateur de pulsion ou Ventilateur d'extraction
2		Sonde de temp. de gaine ou Sonde ext. en montage de gaine	13		Filtre
3		Sonde d'ambiance	14		Batterie chaude
4		Sonde extérieur Montage paroi	15		Batterie de récupération d'énergie
5		Sonde de temp. à plonge	16		Batterie froide
6		Thermostat antigel ou thermostat L.H. pour des applications batterie électrique	17		Batterie électrique
7		Potentiomètre de consigne déporté	18		Radiateur
8		Sonde d'ambiance avec potentiomètre de consigne encastré	19		Pompe de recirculation
9		Sonde d'ambiance avec potentiomètre de consigne déporté	20		Servomoteur de clapet
10		Pressostat différentiel à contact	21		Vanne électrique à 3 voies
11		Flow Switch d'air	22		Vanne électrique à 2 voies
			23		Relais 24Vac ou 230Vac ou Relais statique (Vanne de courant)

3. Régulation et commande d'installations de CVC

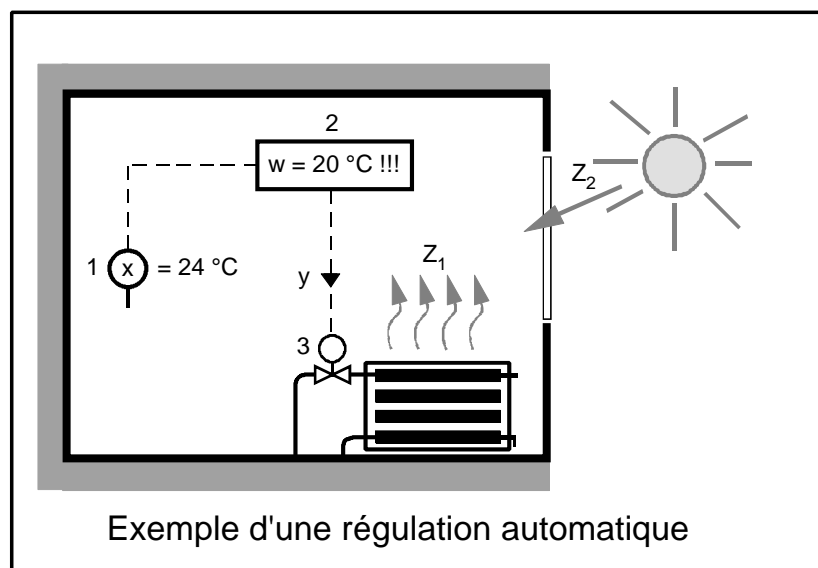
3.1 Régulation et commande

3.1.1 Qu'est-ce qu'une régulation?

La régulation est un procédé au cours duquel la grandeur réglée est mesurée en permanence, comparée à une grandeur de référence et - en fonction du résultat de cette comparaison - est adaptée au niveau de la grandeur de référence. Les variations de la grandeur réglée provoquées par des grandeurs perturbatrices venant de l'extérieur sont ainsi compensées en permanence.



La température de l'air ambiant est la grandeur réglée. Suite à des influences extérieures de la grandeur perturbatrice z (appareil de chauffage, soleil, température extérieure ...) elle est pour le moment de 24 °C . L'occupant du local a sa propre représentation de la température de l'air ambiant : c'est la grandeur de référence w . Il lui donne pour le moment la valeur de 20 °C , c'est-à-dire qu'il veut qu'il ne fasse maintenant que 20 °C . Il actionne alors le robinet de l'appareil de chauffage de façon à ce que la grandeur réglée x soit égale à la température de l'air ambiant souhaitée de 20 °C , c'est-à-dire qu'il ferme le robinet ou l'ouvre à nouveau si la grandeur réglée x tombe à un niveau trop bas. Il règle la température de l'air ambiant.

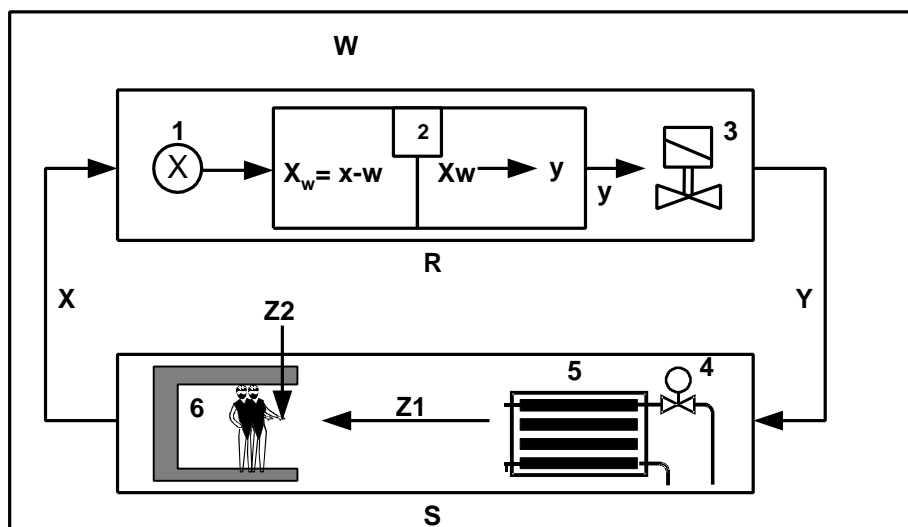


Dans l'exemple de la régulation automatique l'homme est remplacé dans sa fonction de régulateur par un appareil de régulation (2). Une valeur choisie à l'intérieur de limites déterminées pour être donnée à cet appareil de régulation. Pour le moment, cette valeur est de 20°C. La sonde (1) mesure $x = 24\text{ °C}$ et l'annonce au régulateur. Le régulateur compare w à x et constate un écart de réglage $x_w = x - w$. Il annonce à l'organe de réglage (3), un robinet de radiateur motorisé, une nouvelle grandeur de réglage, le moteur met alors la vanne dans la nouvelle position correspondante. L'émission thermique du corps de chauffage est alors réduite et la grandeur réglée x tombe. Le régulateur compare en permanence x à w et donne aussitôt les ordres de correction correspondants à l'organe de réglage. Il règle par conséquent la température de l'air ambiant

Si la température désirée de l'air ambiant est une grandeur constante, cette valeur est alors désignée comme consigne x_w .

Boucle de réglage = système de réglage R installation réglée S

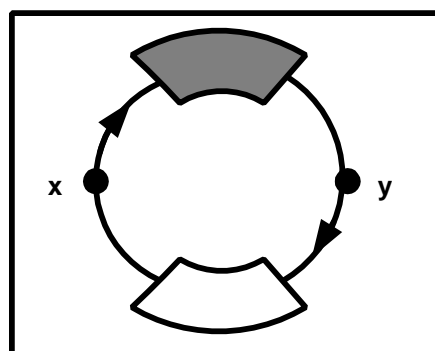
Le synoptique modulaire montré ci-dessous est la représentation schématique et détaillée de la boucle de réglage de l'exemple précédent.



Le système de réglage (R) est la partie de la boucle de réglage fournie habituellement par la société de régulation. Elle se compose dans cet exemple d'une sonde (1), d'un régulateur (2) et d'un servomoteur (3).

L'installation réglée (S) est la partie de la boucle de réglage qui est réglée. Il comprend dans cet exemple l'organe de réglage (4), le corps de chauffage (5) et le local chauffé (6),

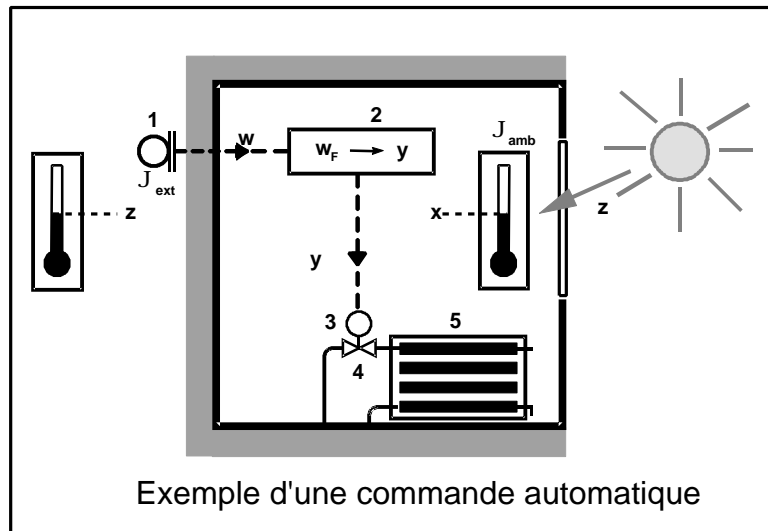
La caractéristique d'une régulation est la boucle de réglage fermée.



3.1.2 Qu'est-ce qu'une commande?

La commande est un procédé dans un système au cours duquel une ou plusieurs grandeurs influent en tant que grandeurs d'entrée sur d'autres grandeurs, grandeurs de sortie, sur la base de lois inhérentes au système.

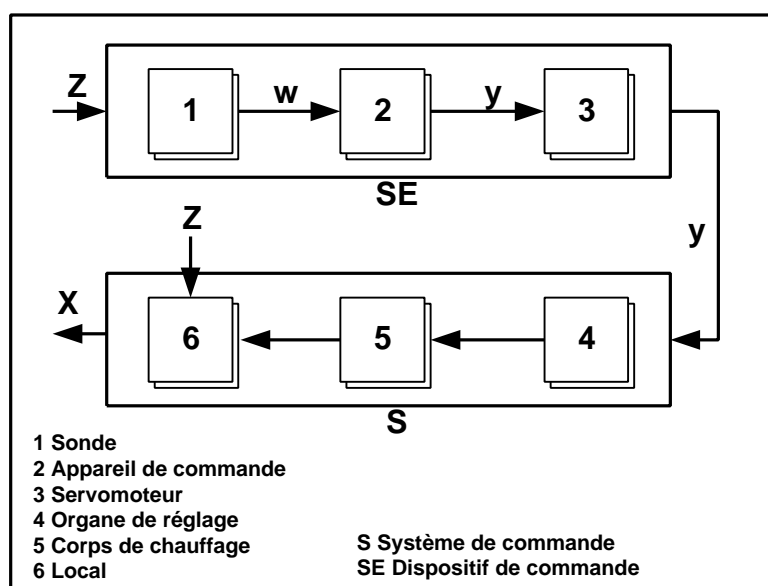
Il n'y a pas de répercussion sur les grandeurs d'entrée.



Une sonde extérieure (1) mesure la température extérieure z et transmet un signal correspondant w au système de commande (2). Le signal d'entrée w est transformé en signal de sortie y , sur la base de la loi incorporée. Par ce signal, le moteur (3) génère la course y dans la vanne (4), ce qui modifie l'émission de chaleur du corps de chauffage (5). Cette modification associée à d'autres influences (soleil, etc.) produit une nouvelle température ambiante x , qui est maintenant appelée grandeur de commande

Chaîne de commande = dispositif de commande + système commandé

Cette commande est représentée sur le synoptique modulaire suivant. A comparer avec le synoptique modulaire de régulation.



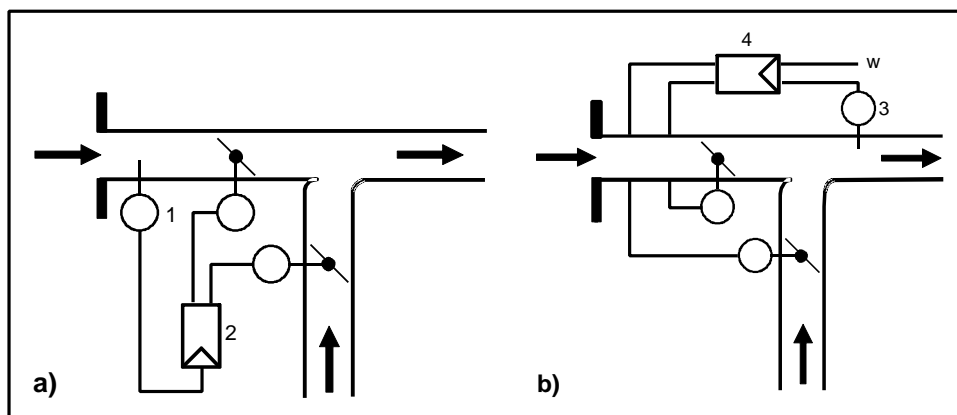
Une adaptation générale de la puissance du corps de chauffage aux autres grandeurs perturbatrices ne peut être obtenue qu'en modifiant la loi dans le système de commande, lequel attribue à chaque valeur de w une valeur d' y . Si l'influence d'une grandeur perturbatrice domine provisoirement, p.ex. lors d'un fort ensoleillement ou d'une charge thermique interne de courte durée, la température de l'air ambiant se modifie alors de façon non souhaitée. Il est possible d'effectuer une correction générale si le système de commande prend également en compte les grandeurs perturbatrices les plus importantes, p.ex. à l'aide d'une sonde mesurant l'ensoleillement ou le vent.

3.2 Fonctions de la technique de régulation

- Fonction de la régulation : - Adaptation de la quantité d'énergie à la demande instantanée
- Raison principale pour la régulation: - Compensation de grandeurs perturbatrices variables
- Activités de la régulation: - Mesurer, comparer, régler
- Condition supplémentaire: - Économiser de l'énergie
- Principaux composants de la régulation: - Sonde, régulateur, organes de réglage

Comparaison régulation - commande

En prenant l'exemple d'un mélange air extérieur- air repris, on peut montrer de façon très simple la différence entre une régulation et une commande.

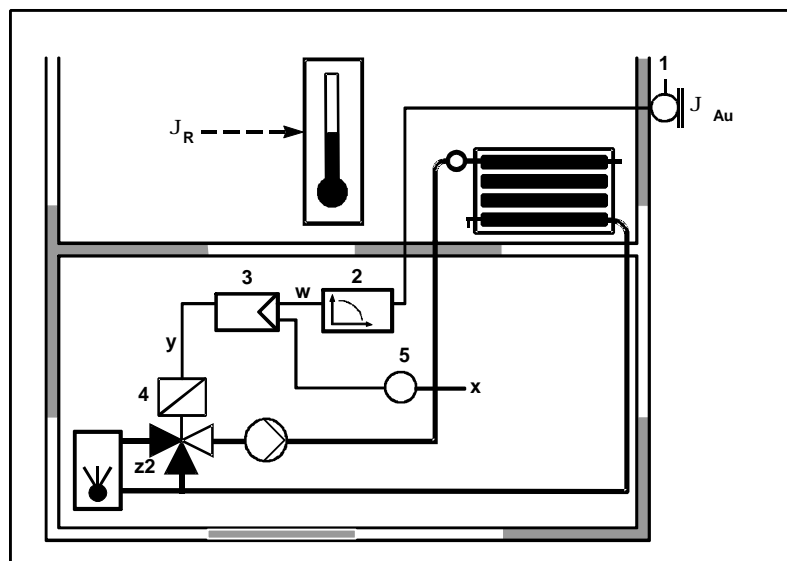


Dans l'exemple a) il s'agit d'une commande avec la sonde de température (1) dans la gaine d'air extérieur. A chaque température extérieure correspond une certaine position de registre, telle qu'elle est commandée par le système de commande (2) La température de l'air soufflé se règle en conséquence.

Dans l'exemple b) il s'agit d'une régulation. La sonde dans la gaine d'air soufflé (3) annonce la température au régulateur (4) Celui-ci donne les ordres de réglage nécessaires aux servomoteurs de registre. La température de l'air soufflé se règle en conséquence, mais - à la différence de la commande - elle est mesurée et annoncée de nouveau au système de réglage.

"Régulation" ou "commande" en fonction de la température extérieure?

Pour la régulation de chauffage la plus courante, il y a commande et régulation.



La commande se déroule ainsi : la sonde extérieure (1) émet le signal w' . Celui-ci est converti en température de départ comme grandeur de référence dans le système de commande (2), sur la base d'une loi de correspondance (courbe de chauffe) en température de départ. Le régulateur (3) modifie la température de réglage par l'organe de réglage (4) ; cette température détermine la température ambiante.

C'est donc une commande de température ambiante effectuée en fonction des conditions atmosphériques, Cette loi est représentée par la courbe de chauffe qui est affichée sur le système de commande.

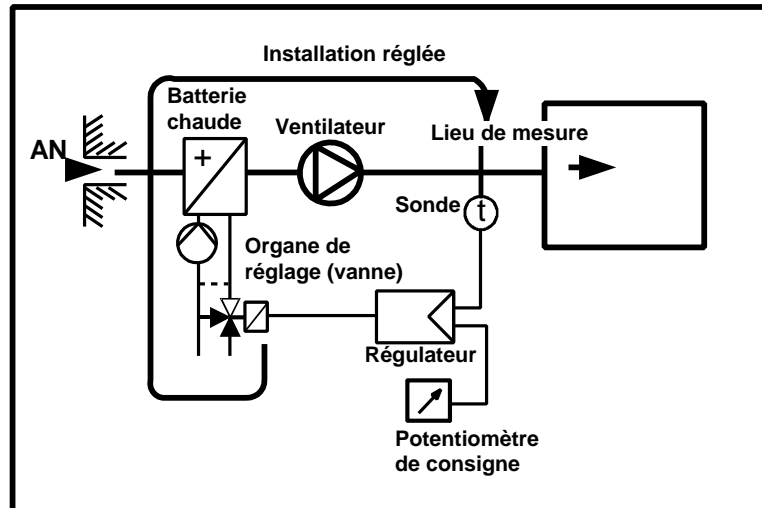
La régulation consiste à ce que la température de départ x soit mesurée par la sonde de départ (5) et soit transmise au régulateur (3). Si le système de régulation constate un écart de réglage, il transmet une grandeur de réglage y au servomoteur.

Celui-ci actionne l'organe de réglage. La température fluctuante de la chaudière agit comme grandeur perturbatrice z_2 . La sonde de départ contrôle le résultat de ces processus, la boucle de réglage est ainsi fermée. Il s'agit donc d'une régulation de température de départ effectuée en fonction des conditions atmosphériques, appelée aussi régulation séquentielle.

3.3 Terminologie de la technique de l'HVAC

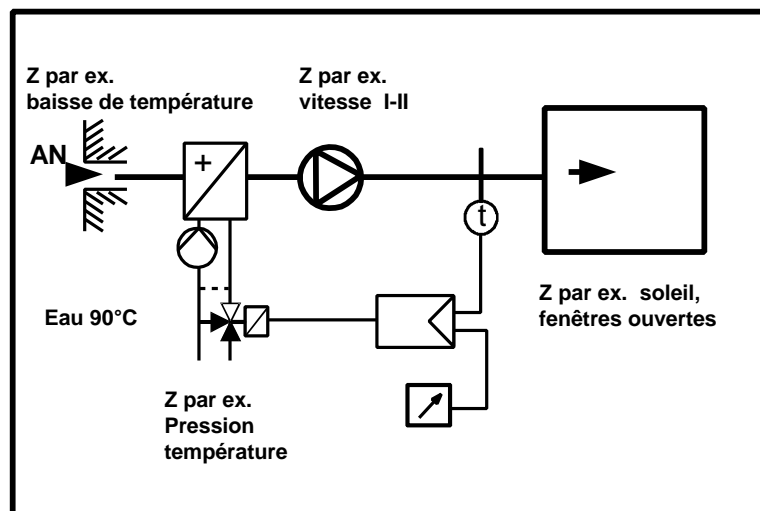
La régulation est un procédé au cours duquel une grandeur physique déterminée, la grandeur de réglage x , est relevée en permanence et, par comparaison avec une autre grandeur, la consigne x_w est réglée pour se rapprocher de cette grandeur. Le processus nécessaire s'effectue en boucle fermée, la boucle de réglage.

L'installation réglée est la partie de la boucle de réglage dans laquelle la grandeur réglée est influencée. Elle commence à l'endroit de réglage où l'organe de réglage intervient et se termine à l'endroit de mesure où la grandeur réglée est mesurée.



Le système de réglage se compose de la sonde, du régulateur et de l'organe de réglage. Il est la partie de la boucle de réglage qui agit sur l'installation.

Les grandeurs perturbatrices z sont des grandeurs de l'extérieur agissant sur la boucle de réglage, dans la mesure où elles modifient la régulation prévue.



La grandeur de référence W est une grandeur apportée de l'extérieur à la boucle de réglage. Elle détermine dans le système de réglage la consigne à respecter de la grandeur réglée et peut être constante ou bien avoir une valeur dépendante du temps ou d'autres grandeurs (consigne de jour/nuit). La grandeur de référence et la grandeur perturbatrice agissent ainsi de l'extérieur sur la boucle de réglage

La grandeur de réglage X est la grandeur dans l'installation réglée qui est relevée pour le réglage et est amenée à l'installation réglée. Elle est aussi la grandeur de sortie de la boucle de réglage

La consigne Xs est la valeur que doit avoir une grandeur dans une période considérée dans des conditions déterminées.

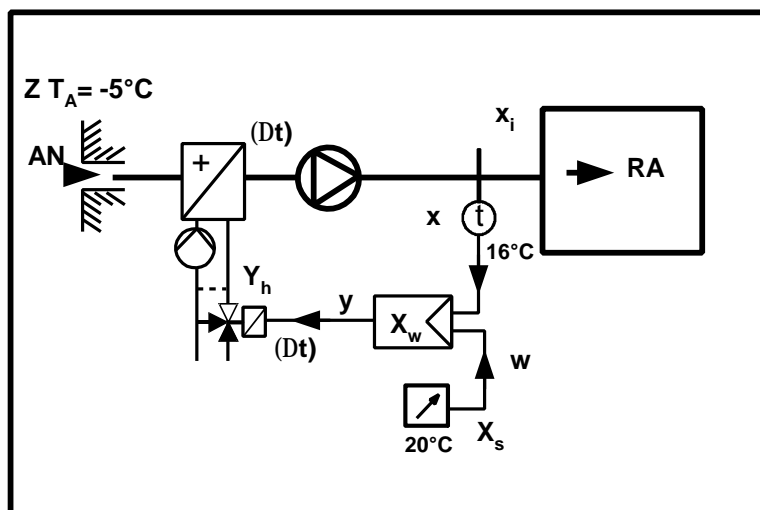
La valeur réelle Xi est la valeur qu'une grandeur a effectivement dans une période considérée

La différence de réglage Xw est la différence entre la consigne Xs et la valeur réelle Xi.

La grandeur de réglage Y est la grandeur de sortie du système de réglage et aussi la grandeur d'entrée de l'installation réglée.

La plage de réglage Y_h est la plage à l'intérieur de laquelle la grandeur de réglage est réglable

Le schéma de principe suivant d'une "simple" installation d'air soufflé éclaircit la signification de ces termes:



L'air extérieur froid de température Z est aspiré par le ventilateur dans la gaine, il traverse la batterie d'eau chaude commandée par la vanne, se réchauffe de la différence de température Δt et parvient dans le local avec la température X_i . La valeur réelle X_i relevée par la sonde de gaine et la consigne X_s réglée au potentiomètre donnent les informations d'entrée pour le régulateur. Le signal de sortie Y du régulateur détermine alors la position de la vanne

Les grandeurs réglées:

Grandeur de référence	w
Grandeur perturbatrice	Z
Grandeur réglée	x
Consigne	X_s
Valeur réelle	X_i
Écart de réglage	X_w
Grandeur de réglage	y
Plage de réglage	Y_h
Différence de température	Δt

3.4 Le système de réglage

3.4.1 Sonde

Les sondes relèvent l'état de la grandeur réglée ou de la grandeur perturbatrice (température, pression, humidité, concentrations de gaz, luminosité, rayonnement de chaleur, niveau de bruit, etc.) et transmettent un signal correspondant au régulateur. Une vue d'ensemble des types de sondes de température est donnée ci-dessous. On peut également consulter les ouvrages spécialisés pour les autres types de sonde.

Sondes de température : types

Les sondes de température mécaniques font partie d'un thermostat ou d'un régulateur progressif (p ex robinet thermostatique). Elles utilisent une des propriétés physiques des variations de température, à savoir la dilatation d'un matériau qui peut être:

- un tube métallique (thermostat à tube invar)
- un bilame (thermostat à bilame)
- un système rempli de gaz, de liquide ou de "pâte" (robinet thermostatique, thermostat à tube capillaire, vanne d'expansion d'un cycle frigorifique, régulation pneumatique).

L'élément de mesure ferme un contact électronique ou exerce une force pour actionner l'organe de réglage ou l'amplificateur de mesure. Les sondes électriques de température font partie d'un système de réglage électrique.

- Sonde de température à résistance: un fil en nickel ou en platine modifie sa résistance électrique en fonction de la température
- Sondes à thermistance réalisées à partir de matériaux semi-conducteurs: on distingue les résistances à coefficient de température négative (CTN) et positives (CTP).
- Thermocouples: deux fils composés de métaux différents, soudés entre eux produisent une tension électrique dépendante de la température.

Nous décrivons maintenant de façon plus détaillée les sondes électriques de température courantes dans la technique de chauffage.

Sonde de température ambiante

Une sonde d'ambiance relève la température dans un local pilote, représentatif des locaux chauffés de l'immeuble

Sonde extérieure

Une sonde extérieure relève la température de l'air extérieure et partiellement les influences de la température des parois, du vent et de l'ensoleillement. Attention : si l'on couvre le couvercle d'une autre couleur, on modifie la proportion de l'influence du soleil!. On peut utiliser volontairement cet effet.

Sonde de température de gaine

Il existe des sondes à plongeur, qui se montent dans un tube de protection soudé, appelé aussi "doigt de gant", ainsi que des sondes d'applique qui peuvent être placées sans soudage et qui mesurent la température de la surface du tube.

Bien placer les sondes d'ambiance et extérieure

La sonde d'ambiance est montée à un endroit adéquat à environ 1,5 m au-dessus du sol.

Les endroits suivants ne conviennent pas

- à côté d'un appareil de chauffage

- près d'une cheminée
- sur un mur extérieur
- à côté d'une fenêtre
- au-dessus de grands meubles
- recouvert par des meubles ou des rideaux
- exposé à un ensoleillement direct.

L'emplacement de la ou des sondes extérieures dépend du nombre de circuits de chauffage, de la nature des robinets de radiateurs et du système de chauffage. En général, la ou les sondes doivent être montées à hauteur moyenne pour des bâtiments élevés, à au moins 2,5 ... 3 m au-dessus du sol pour des bâtiments peu élevés. Il faut contrôler périodiquement que les sondes avec une exposition au soleil ou au vent ne soient pas recouvertes ou ombragées par des plantes ou des arbres, auquel cas il faut les déplacer.

3.4.2 Régulateur

Le régulateur reçoit les signaux de la sonde de mesure, les compare à la grandeur de référence et retransmet les signaux pour la grandeur de réglage à l'organe de réglage. L'ensemble du système de réglage - sonde, régulateur et servomoteur - est rassemblé en une unité et est également appelé régulateur dans le langage courant.

Division du système de réglage

Selon la grandeur de réglage: il y a des régulateurs de température, de pression, de débit, d'humidité et de niveau d'eau.

Selon l'énergie utilisée pour le positionnement:

- les régulateurs sans énergie auxiliaire tirent l'énergie pour actionner l'organe de réglage de l'installation réglée (p.ex. vannes thermostatiques)
- les systèmes de réglage avec énergie auxiliaire utilisent une source d'énergie extérieure pour actionner l'organe de réglage.

Il existe :

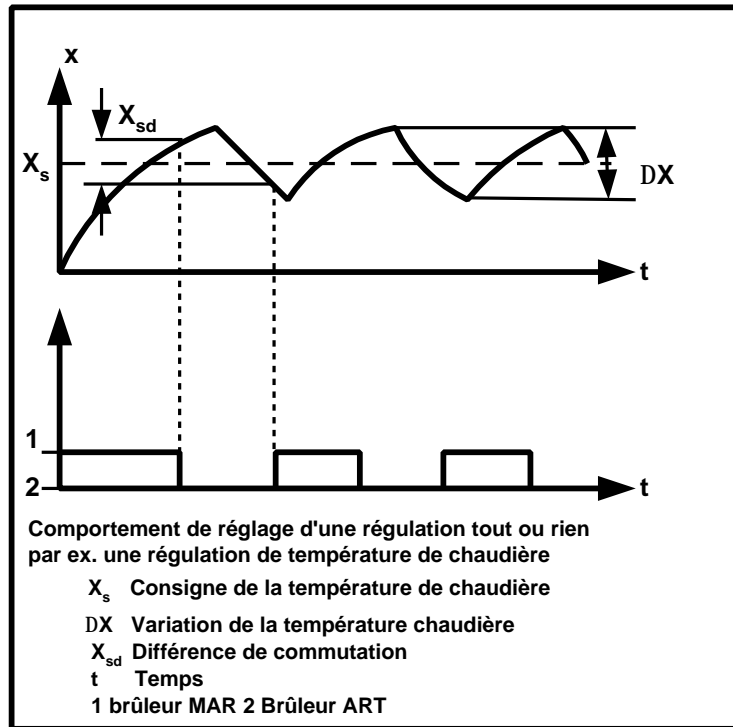
- a) des systèmes de réglage électriques
- b) des systèmes de réglage pneumatiques avec air comprimé comme énergie auxiliaire.
- c) des systèmes de réglage électro-pneumatiques mesurant électriquement la grandeur réglée, amplifiant électroniquement la valeur de mesure et actionnant pneumatiquement l'organe de réglage des systèmes de réglage électro-hydrauliques utilisant de l'huile hydraulique pour actionner l'organe de réglage, des systèmes de réglage électromagnétiques, électromoteurs ou électro-thermiques.

Selon le comportement de réglage:

- des régulateurs non progressifs, pour lesquels la grandeur de réglage ne peut prendre que certaines valeurs, p.ex. : régulateurs tout ou rien
- des régulateurs progressifs, pour lesquels la grandeur de réglage y varie constamment en fonction de l'écart de réglage x-y.

Régulateur tout ou rien

Le régulateur tout ou rien ne transmet que deux signaux, p.ex. OUVERT-FERME ou MARCHE-ARRÊT, à l'organe de réglage ou à un commutateur électrique- Une position intermédiaire n'est pas possible.



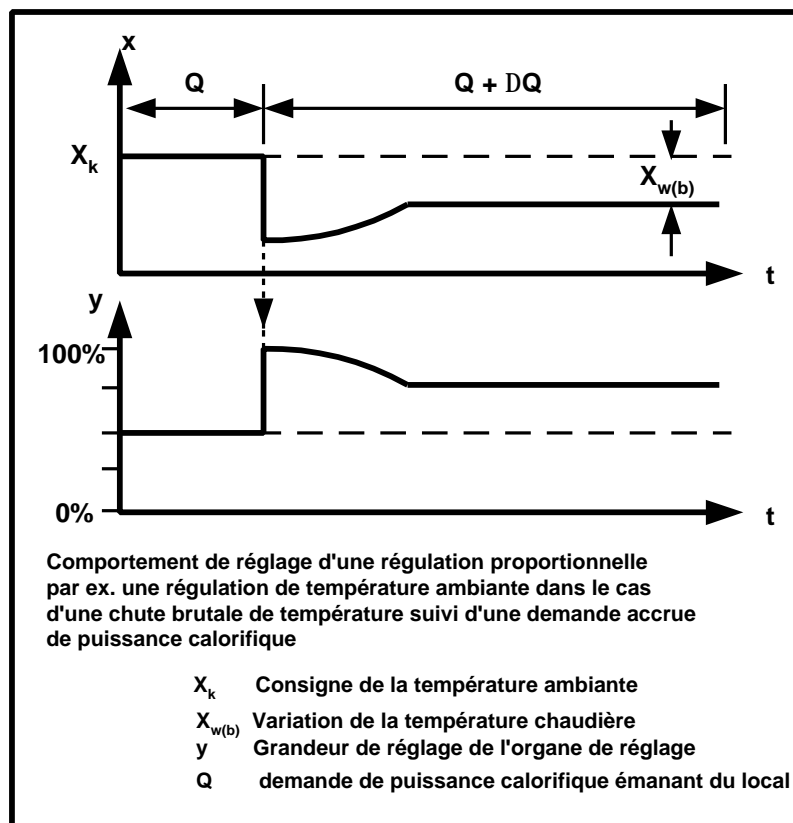
Exemple pour l'application de régulateurs tout ou rien:

régulation de température de chaudière ; régulation de température ambiante ; régulation de pression
thermostats ; pressostats.

Régulateur proportionnel (régulateur P)

Le régulateur proportionnel agit de telle façon sur le servomoteur qu'il modifie la position de l'organe de réglage proportionnellement à la grandeur de la différence de réglage. Ainsi, plus l'écart de réglage est grand, plus le mouvement de l'organe de réglage sera grand. Une grandeur de réglage déterminée est attribuée à chaque valeur.

Exemple : Le régulateur d'une régulation de température ambiante est réglé de telle façon que la vanne est entièrement ouverte à 18°C et entièrement fermée à 22 °C. La consigne doit être réglée à 20 °C. Si la température ambiante est de 20 °C, la vanne se trouve alors en position moyenne. Si l'on ouvre une fenêtre, la température ambiante baisse et la vanne s'ouvre en conséquence, ce qui fait remonter la température ambiante Si, p ex., la puissance de chauffage est suffisante avec une ouverture de vanne de 75%, afin de maintenir une température ambiante de 19°C avec les fenêtres ouvertes, la position de la vanne ne se modifie plus. La température ambiante a un écart de réglage permanent de 1 K (K = Kelvin = unité de la différence de température).



Ceci est l'inconvénient principal d'un système de réglage proportionnel. Il est dépendant de la charge, c'est-à-dire qu'il ne règle exactement la consigne que pour un état de charge bien déterminé. Dans tous les autres états de charge il subsiste un écart de réglage.

L'avantage est une régulation très stable

Exemples: pour l'utilisation de régulateurs proportionnels vannes thermostatiques, vannes à deux voies pour le chargement de ballons d'eau chaude, vannes de mélange, régulateurs de pression différentielle, régulateurs de débit.

Le bon régulateur pour l'installation réglée

Régulateur tout ou rien

- Température de fonctionnement pour chaudière
- Ballon ECS
- Accumulateur de chaleur
- Pompes de chaleur

Régulateurs proportionnels

- Locaux
- Limitation de la température de retour pour les chaudières
- Brûleurs modulants

Régulateurs PI

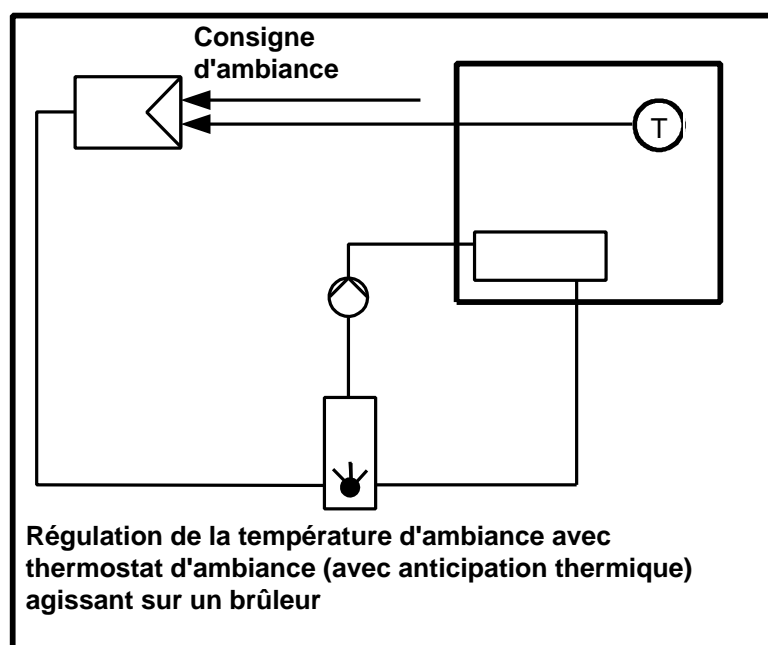
- Température de départ
- Échangeurs ECS instantané

Exemples d'application de différents régulateurs

Régulation tout ou rien

La régulation de température ambiante est la forme la plus ancienne de la régulation de chauffage. L'émission de chaleur pour tout le bâtiment est réglée sur la base de la température d'une seule pièce. Cette méthode est valable aussi longtemps que la pièce indique un comportement de température identique à la majorité des autres pièces. Cela est par exemple le cas pour les maisons individuelles parce que la température de la salle de séjour peut être prise généralement comme grandeur de référence.

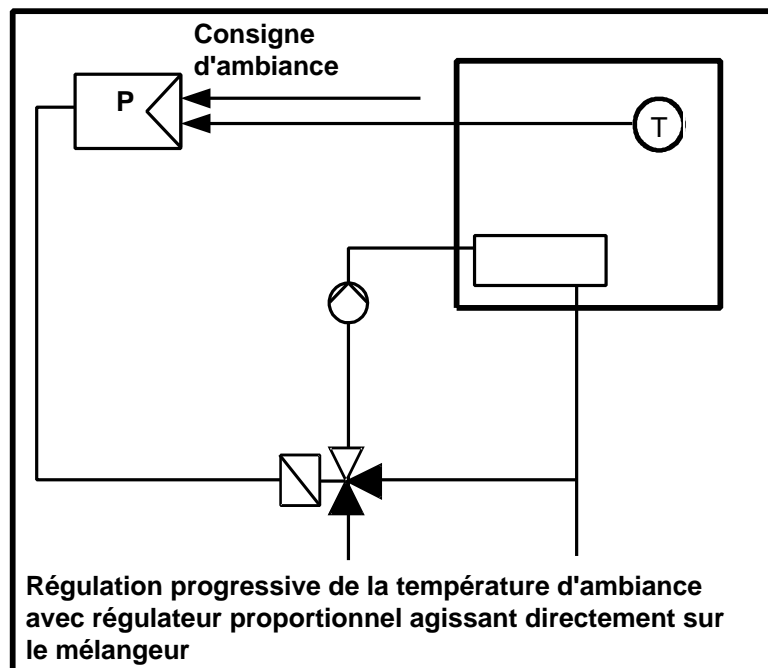
La sortie tout ou rien d'un régulateur agit soit directement sur le brûleur soit sur un mélangeur avec un moteur thermique très lent. La qualité de régulation à obtenir est plutôt modeste dans les deux cas. La température ambiante est soumise à d'assez grandes variations et l'écart de réglage permanent est relativement grand.



Régulation proportionnelle

Régulateur progressif de température ambiante agissant directement sur le mélangeur : il s'agit le plus souvent d'un régulateur proportionnel. Une régulation progressive de mélange permet de réduire les variations de température ambiante et la bande proportionnelle peut être sélectionnée de manière à ce que l'écart de réglage permanent ne soit pas trop grand. Cependant, de fortes variations de la température d'eau de la chaudière, survenant rapidement, ce qu'on appelle des perturbations d'approvisionnement, ne peuvent pratiquement pas être réglées: la perturbation disparaît effectivement avant que la sonde de température ambiante ait eu le temps de la détecter et la correction du mélangeur est beaucoup trop importante ce qui entraîne après quelque temps un nouvel écart de la température ambiante - cette fois dans l'autre sens .

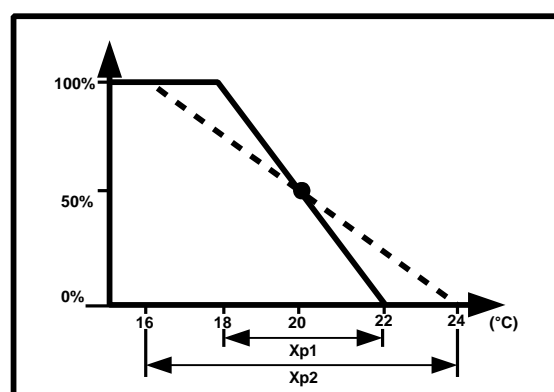
De telles perturbations de distribution apparaissent lors de variations subites des charges, quand p ex. le ballon d'ECS est chargé.



La bande proportionnelle d'un régulateur proportionnel.

Exemple: régulation de température ambiante

La bande proportionnelle X_p , est l'écart de réglage, à l'intérieur duquel la grandeur de réglage parcourt toute la plage de réglage. Elle est réglable pour certains régulateurs. Ci- dessous $X_{p1} = 4K$ et $X_{p2} = 8K$.



Le régulateur P travaille d'autant plus précisément (c'est-à-dire que l'écart de réglage est d'autant plus faible, voir texte ci-contre) que la bande proportionnelle est choisie étroite.

Mais si la bande proportionnelle est trop étroite, la régulation devient instable - elle oscille ! On peut se le représenter ainsi : lors d'une faible diminution de la température, la vanne s'ouvre tout de suite en grand, et la puissance calorifique agrandie conduit à un "dépassement" de la température ambiante. Là dessus la vanne se referme entièrement, la température ambiante baisse - et ainsi de suite. Il en résulte une oscillation permanente autour de la consigne.

Une régulation oscillante gaspille de l'énergie, conduit à une usure prématurée de l'organe de réglage et a des répercussions négatives sur le confort thermique !

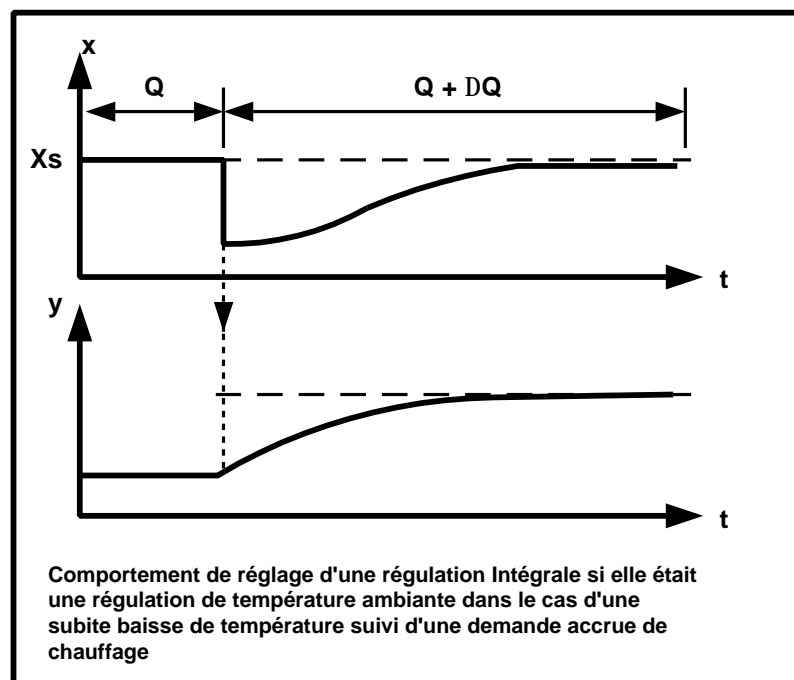
Sur les robinets thermostatiques, la bande proportionnelle est réglée de façon fixe entre 3 et 6 K. La consigne peut être modifiée par la tête du robinet.

Régulation intégrale

A la différence du régulateur proportionnel, le régulateur intégral ne modifie pas la grandeur de réglage, mais la vitesse de positionnement proportionnellement à l'écart de réglage.

Plus l'écart par rapport à la grandeur de référence est élevé, plus l'organe de réglage se positionne rapidement dans le sens de la correction nécessaire. De grands écarts par rapport à la grandeur de référence peuvent être corrigés rapidement, mais les petits par contre très lentement, Il ne subsiste à la fin aucune différence de réglage comme pour la régulation proportionnelle, tout est réglé, mais lentement.

Le régulateur intégral a une importance secondaire dans la technique de bâtiment. Il fait partie du régulateur proportionnel intégral, dont nous allons maintenant parler.

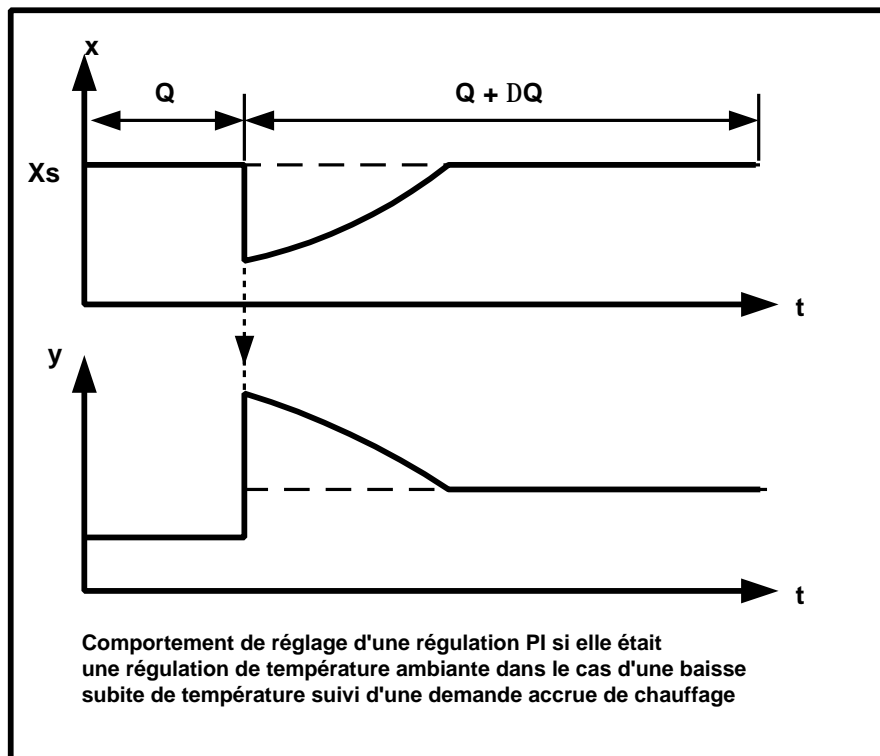


Régulation proportionnelle intégrale

Ce type de régulateur associe l'avantage du régulateur proportionnel (stabilité) à celui du régulateur intégral (précision).

La partie proportionnelle provoque une modification immédiate de la grandeur de réglage. La partie intégrale se charge de la régulation de l'écart de réglage qui subsiste.

Les régulateurs proportionnels intégraux sont utilisés lorsque les exigences en régulation sont élevées (p ex, pour les installations de climatisation).

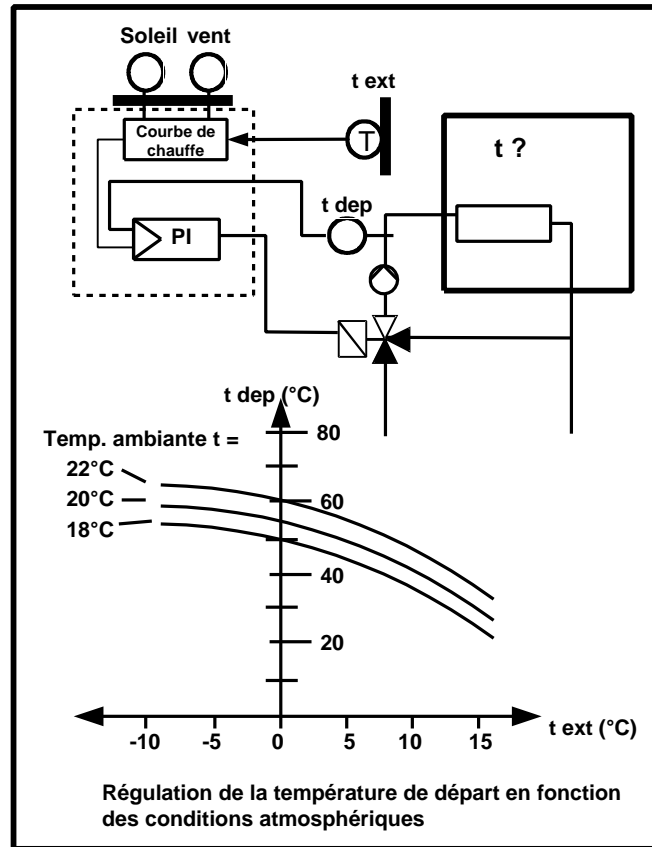


Régulation proportionnelle intégrale (exemple chauffage)

La régulation de la température de départ effectuée en fonction des conditions atmosphériques est de nos jours la forme de régulation la plus répandue. Elle doit cette "suprématie" au fait qu'il n'est pas nécessaire de monter une sonde de température ambiante. C'est la grandeur perturbatrice générale, la température extérieure, qui est mesurée. La sonde utilisée à cet effet est généralement appelée sonde extérieure ; outre la température extérieure, elle permet de tenir compte aussi, dans une plus faible mesure, du soleil et du vent.

Le rapport entre la température extérieure (ou les conditions atmosphériques) et la température ambiante est obtenu par la température de départ : plus la température extérieure est basse, plus la température de départ doit être élevée afin d'assurer la température ambiante désirée. Une deuxième sonde est encore nécessaire : la sonde de température de départ

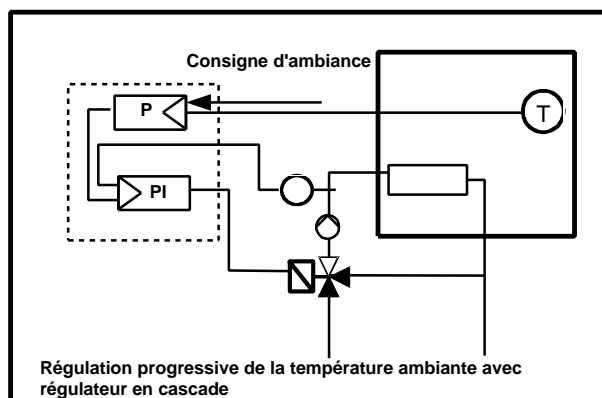
La courbe de chauffe définit la température par rapport à la température extérieure. La régulation de départ effectuée en fonction des conditions atmosphériques est effectivement une régulation en ce qui concerne la température de départ, mais elle est une commande pour ce qui est de la température ambiante.



Régulation proportionnelle / proportionnelle intégrale:

ou régulateur en cascade : on obtient une amélioration considérable du rapport de réglage avec un régulateur en cascade. Celui-ci permet de diviser une régulation en deux systèmes réglés : un système réglé lent de température ambiante et un système réglé rapide de température de départ. Le régulateur principal (de caractéristique proportionnelle) est adapté au système réglé de température ambiante et le régulateur auxiliaire plus rapide (de caractéristique proportionnelle intégrale) au système réglé de température de départ. Les deux boucles de réglage sont superposées ainsi :

- Le régulateur proportionnel (régulateur principal) relève l'écart de réglage de la température ambiante et fournit la grandeur de référence pour la boucle de réglage auxiliaire.
- Le régulateur PI (régulateur auxiliaire) règle la température de départ à la valeur souhaitée par la boucle de réglage et action sur la vanne 3 voies.



3.4.3 Organes de réglage

Types

Il existe trois types d'organes de réglage hydrauliques pour la régulation d'installations techniques du bâtiment :

Vannes papillons

Les clapets ne conviennent pas à une régulation progressive. Ils sont surtout utilisés pour les fonctions OUVERT/FERME. La perte de charge en position ouverte est très faible, ce qui est bien sûr souhaité pour les utilisations OUVERT/FERME afin d'éviter des résistances supplémentaires inutiles.

Les fuites dépendent de la construction

- elles sont relativement élevées pour la vanne papillon dont l'étanchéité est assurée par un joint métallique
- elles sont minimales ou même nulles pour les clapets à joints en Téflon ou en caoutchouc.

Seules ces dernières sont utilisées pour les cascades de chaudière avec une grande pression différentielle sur le clapet.

La construction simple des clapets explique leur prix peu élevé.

Vannes à secteur

Celles-ci sont employées principalement comme vannes à trois voies pour la régulation de mélange d'installations de chauffage. Leurs faibles pertes de charge autorisent également leur emploi comme organes d'inversion dans les installations d'énergie alternative. Il faut cependant considérer le fait que les vannes à trois voies présentent des fuites assez importantes et qu'elles ne conviennent pas par conséquent à de nombreuses utilisations. Les vannes à trois voies sont bien moins chères que les vannes à siège

Vannes à siège

Ces vannes conviennent tout à fait à la régulation progressive et aux fonctions de commutation et OUVERT/FERME réclamant une parfaite étanchéité. En ce qui concerne les problèmes d'encrassement, les vannes sont plus pratiques que les vannes papillons et à secteur. Ces avantages se répercutent sur le prix, plus élevé, des vannes à siège.

Les vannes à deux voies ont une entrée et une sortie. En règle générale, il faut suivre une direction prescrite d'écoulement. Les domaines d'application sont la régulation du débit dans les circuits à débit variable ainsi que les fonctions OUVERT/FERME avec des exigences élevées en matière d'étanchéité

Les vannes à trois voies ont soit deux entrées et une sortie (= vannes mélangeuses) ou une entrée et deux sorties (= vanne diviseuse). La désignation des raccordements se fait par lettres, chiffres romains ou signes de sens d'écoulement, Ces sens d'écoulement doivent être suivis,

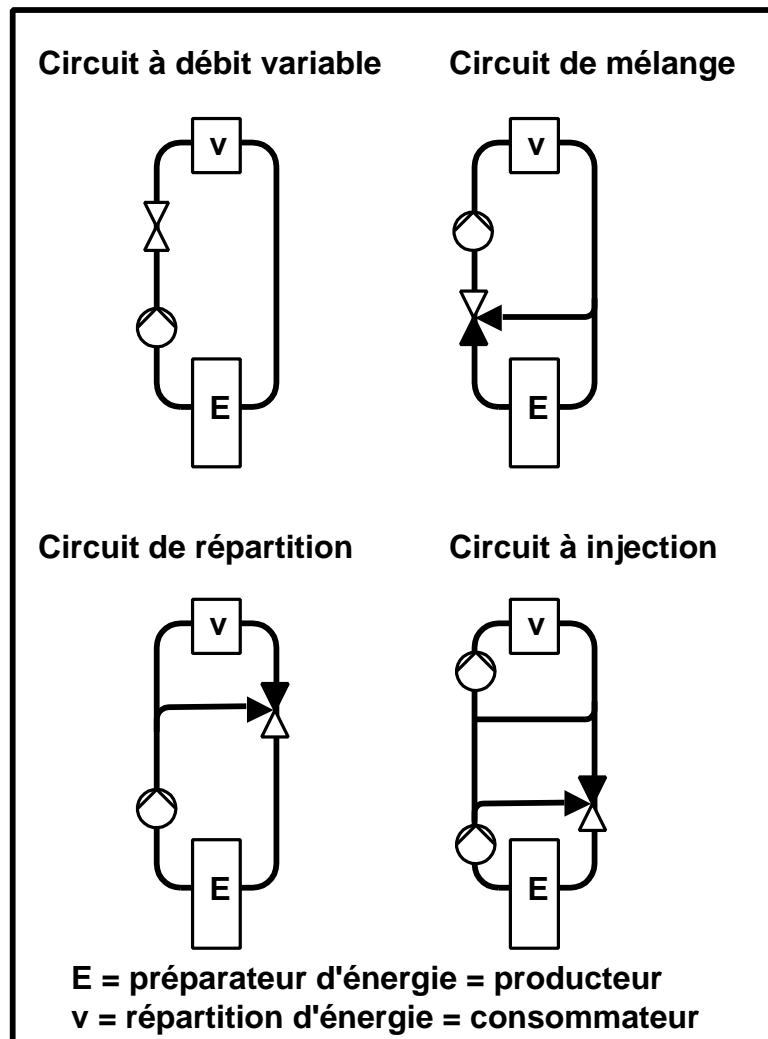
Les circuits hydrauliques de base

Le circuit à débit variable est utilisé pour la commande de déchargement de l'accumulateur ou dans les postes de raccordement de réseaux de chauffage à distance.

Les circuits de mélange sont des circuits habituels pour les petites ou les grandes installations

Le circuit de répartition n'a que quelques applications. On peut citer comme exemple la régulation de batterie chaude d'air repris.

Le circuit à injection est un circuit couramment utilisé dans les grandes installations dotées de dispositifs aérauliques.



3.5 Domaines d'application /exemples

3.5.1 Régulation dans la technique de chauffage

Générateur de chaleur avec température de fonctionnement variable

La température de fonctionnement du générateur de chaleur et du circuit de chaudière éventuellement présent (circuit primaire) est modifiée en fonction de la demande du consommateur de chaleur le plus exigeant afin que les pertes de préparation restent les moins élevées possible.

Un fonctionnement entièrement variable est possible pour les chaudières modernes, les chaudières à gaz, pour certaines chaudières au fuel et pour beaucoup d'anciennes chaudières en fonte avec foyer au mazout dans la mesure où les températures d'eau de chauffage ne sont pas trop basses. Le brûleur est enclenché et déclenche par un régulateur tout ou rien en fonction des besoins. La température de référence est la température de départ réglée selon les conditions atmosphériques. Si la chaudière ne permet qu'un fonctionnement partiellement variable avec une limitation de température minimale, le branchement direct du départ et de l'arrivée est impossible.

Pour les pompes à chaleur, il faut un fonctionnement entièrement variable afin que le coefficient de performance puisse être maintenu le plus élevé possible.

Générateur de chaleur avec température de fonctionnement constante

La production de chaleur est réglée par un régulateur de température avec une consigne définie de manière fixe. Son niveau de température reste constant indépendamment de la température demandée par l'utilisateur.

Pour les chaudières avec circuit primaire la température est mesurée de préférence au retour de chaudière. La température de départ de la chaudière ne se règle pas plus que besoin est. La température moyenne est plus basse durant la saison de chauffe dans le circuit de chaudière ce qui conduit à des faibles pertes.

Séquence de chaudière

L'information du régulateur pour l'enclenchement ou l'arrêt de la deuxième (ou troisième) chaudière peut venir de différents endroits :

- d'une sonde de retour ou de départ
- d'une sonde extérieure

La séquence doit être prise hors fonctionnement dans la période transitoire et en été pour un fonctionnement économisant l'énergie. La chaudière non utilisée doit être verrouillée manuellement (vannes étanches nécessaires !).

Circuit prioritaire d'eau chaude dans les petites installations

Afin de charger un accumulateur de ballon d'ECS l'apport de chaleur au départ de chauffage est interrompu et une deuxième boucle de réglage est fermée par un régulateur tout ou rien (thermostat de chauffe-eau) avec la température d'eau chaude comme consigne. La température de chaudière est réglée sur une valeur fixe élevée jusqu'à ce que la consigne de température d'eau chaude soit atteinte

Surveillance antigel

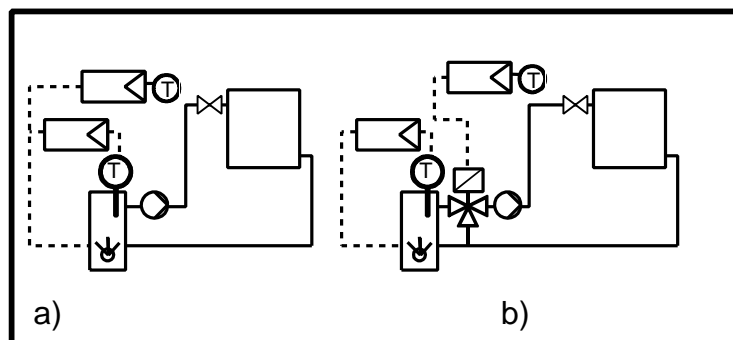
Pour des immeubles inhabités la chaudière peut être enclenchée si l'on descend au-dessous d'une certaine température extérieure, p ex 3°C, ou une température ambiante, p ex 5 - 8°C.

Régulation de la température ambiante

Pour le circuit direct le thermostat d'ambiance enclenche et déclenche comme régulateur tout ou rien le brûleur en fonction de la grandeur de l'écart de réglage

Pour le circuit de mélange avec une température de chaudière maintenue a un niveau élevé un régulateur P agit sur la vanne de mélange. Les écarts proportionnels (écarts de réglage permanents) sont compensés par le réglage de la consigne effectué sur le régulateur

Dans le local où la grandeur de réglage est mesurée, ("local Pilote") aucun robinet peut être monté, sinon les deux boucles de réglage, fonctionneraient l'une contre l'autre



Régulation de température ambiante

a) pour le circuit direct

b) pour le circuit de mélange, température de chaudière constante

Avec une régulation en cascade de la température d'ambiance (sonde d'ambiance et sonde de départ) la régulation du circuit peut être considérablement améliorée.

Fonctions supplémentaires importantes de régulateurs de chauffage

Afin d'assurer un fonctionnement économique du chauffage, les fonctions supplémentaires suivantes peuvent être souhaitables selon l'installation :

- Programme journalier et hebdomadaire pour des abaissements de température ou des arrêts
- Températures de départ, de retour ou de chaudière s'adaptant aux conditions atmosphériques
- Déclenchement de l'installation de chauffage jour et nuit en fonction des températures extérieures choisies séparément pour le jour et la nuit (commutation automatique été-hiver)
- Utilisation de la chaleur résiduelle du réseau par un arrêt retardé des pompes de circulation après l'arrêt de la chaudière
- Réchauffage rapide après la période d'arrêt - Surveillance de la température des gaz brûlés
- Fonctionnement périodique de la pompe en été afin d'empêcher leur grippage
- Régulation antigel (résidences secondaires)

Optimiseur

Des appareils de réglage dotés d'une technique de microprocesseur permettent d'optimiser certaines fonctions de réglage et de commutation.

Optimisation de la courbe de chauffe.

L'appareil adapte la courbe de chauffe aux particularités du bâtiment et de l'installation. Condition doit trouver un local représentatif pour le bâtiment, dont la température sert à l'appareil de base de calcul.

Optimisation des heures d'enclenchement et de déclenchement du chauffage

L'appareil calcule de façon autonome l'heure d'enclenchement pour le réchauffage ainsi que celle de déclenchement en fonction de la température extérieure et d'autres paramètres de façon à ce que ces fonctions s'exécutent au moment voulu. Conditions pour une utilisation adéquate :

- Grands immeubles non destinés à l'habitation avec des périodes d'utilisation régulières : bureaux, écoles, gymnases, églises, centres commerciaux, usines, etc.
- Présence d'un local représentatif (local pilote) dont la température sert de base à l'appareil pour l'optimisation.
- Arrêt au lieu d'un simple abaissement de la température de départ ; réchauffage accéléré

Les températures de parois sont, selon l'appareil, mesurées ou bien compensées par une surchauffe momentanée et contrôlée des locaux.

Systèmes de régulation terminale

Dans les bureaux, écoles et autres constructions où une exploitation correcte des vannes thermostatiques est difficile à réaliser, un système de régulation terminale commandé et influencé centralement peut aider à économiser l'énergie.

Dans chaque pièce, la température ambiante est mesurée séparément et signalée à l'appareil de régulation. Les vannes de radiateur de chaque pièce, sont réglées individuellement selon les écarts de réglage. Le réchauffage et la baisse ou l'arrêt pour chaque pièce peuvent être préprogrammés à un niveau central. La production thermique est enclenchée ou déclenchée selon la demande.

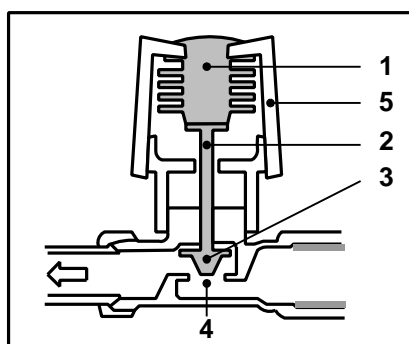
Dans les immeubles d'habitation un système de régulation terminale commande non pas centralement mais individuellement et doté d'une entrée de consigne locale peut être combiné avec un décompte des coûts de chauffage.

Vannes thermostatiques

Dans la vanne thermostatique la sonde de température ambiante, le régulateur et l'organe de réglage sont réunis en un seul élément.

Au besoin, ces vannes peuvent être utilisées avec des sondes à distance ou avec des sondes à distance et un potentiomètre à distance.

Sur le plan technique, ces vannes sont un régulateur proportionnel. La bande proportionnelle est de 1...3 K et n'est pas réglable. Elle varie cependant avec les conditions de fonctionnement.



fonctionnement de la vanne thermostatique

Avec une température ambiante croissante la sonde de température (1) se dilate. Elle se compose d'un soufflet de ressort rempli de gaz, de liquide ou de cire. L'axe (2) pousse le clapet de la vanne (3) contre le siège de la vanne (4) et ferme ainsi la vanne. Si la température baisse dans la pièce, le corps dilate se rétracte et ouvre la vanne. La consigne est réglée manuellement sur le corps du robinet.

3.5.2 Commande et régulation dans la technique de ventilation

Commandes de la ventilation - Exemples

- Sécurité antigel pour les récupérateurs de chaleur air-eau. Si l'on descend en dessous de la température minimale, donc s'il y a risque de gel, la vanne de chauffage est automatiquement ouverte, puis le ventilateur déclenché et enfin le registre fermé. La température de l'air est mesurée par une sonde capillaire sur le récupérateur de chaleur.

- Commande de la pompe interne pour les batteries chaudes : la pompe interne est enclenchée et déclenchée par un thermostat dans la gaine d'aspiration d'air extérieur. Une commande effectuée en fonction du besoin conviendrait toutefois mieux.

- Les installations d'extraction de locaux utilisés temporairement tels que les salles de bains, les WC, les vestiaires, etc. sont enclenchées p.ex. par l'interrupteur de lumière et déclenchées par un relais temporisé.

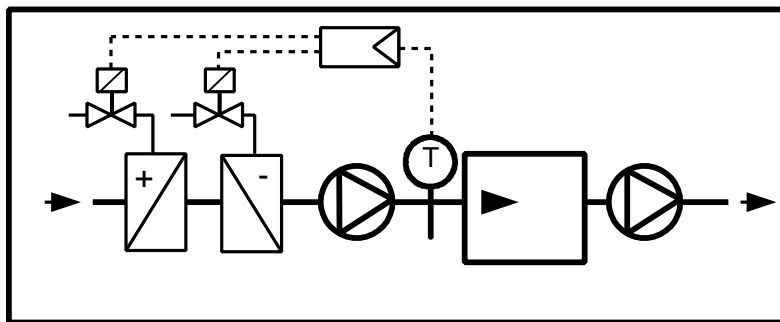
- Pour les installations de ventilation dans des locaux avec des pointes de courte durée, p.ex. dans les restaurants, un servomoteur à deux étages peut être utilisé. Le premier étage est commandé par une horloge de commutation, le deuxième étage pour les périodes de pointe par un bouton-poussoir avec un relais temporisé pour le redéclenchement.

- Les ventilations terminales commandées selon les besoins, p.ex. pour les salles de conférence, sont réalisées à l'aide de sondes de présence, lesquelles réagissent au rayonnement de chaleur dégagé par le corps humain.

Régulation du débit

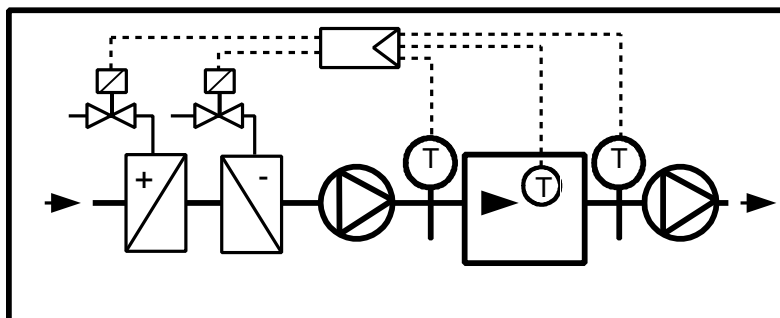
Le schéma représenté ci-dessous montre comment le débit est régulé :

régulation dans la technique de ventilation: exemples



- Régulation de la température de soufflage: la température de soufflage est maintenue constante dans la gaine de soufflage à l'aide d'une sonde de température. La température d'air ambiant peut changer sous l'influence des grandeurs perturbatrices.

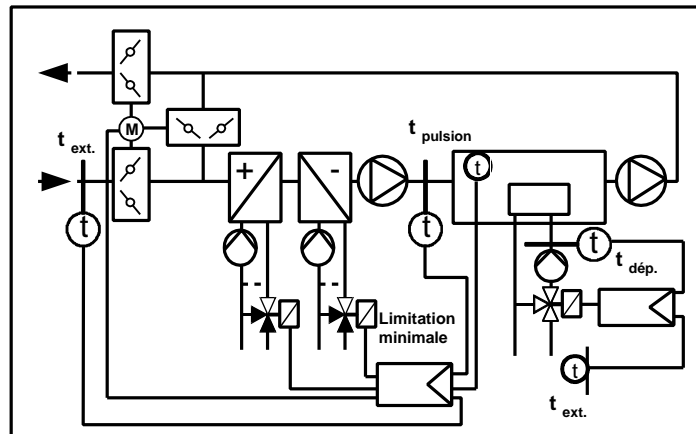
- Régulation de température ambiante : la température est maintenue sur la valeur requise en modifiant la température de soufflage. La sonde de température est placée dans la pièce ou dans la gaine d'air rejeté. Une sonde de température de soufflage supplémentaire empêche par le régulateur une température de soufflage trop faible.



- Régulation de l'offre et de la demande pour les systèmes d'air repris : l'air extérieur et l'air repris sont mélangés dans une proportion telle que le moins possible d'énergie supplémentaire sera nécessaire. La régulation est possible en fonction de la température ou de l'enthalpie.

- Régulation du besoin en air extérieur pour des gaz explosifs ou toxiques : le débit d'air extérieur est adapté à l'aide d'une sonde de concentration des gaz en réglant le registre d'air extérieur ou en modifiant la vitesse du ventilateur.

3.5.3 Chauffage et refroidissement



Régulation de température de départ en fonction de l'extérieur, de l'installation de chauffage associée à la régulation de température ambiante de l'installation de ventilation avec séquence vanne de chauffage - registres - vanne de refroidissement

- Plus le besoin en chaleur est élevé, plus la vanne de chauffage s'ouvre. Le taux d'air extérieur admis par les registres est alors réglé sur une valeur minimale.

- Dès que la vanne de chauffage est entièrement fermée, le taux d'air extérieur augmente et la température ambiante est ainsi refroidie par du "froid gratuit". Dès que la température extérieure dépasse la température ambiante, le taux d'air extérieur se règle à une valeur minimale.

- Le point de fermeture de la vanne de chauffage et le point d'ouverture de la vanne de refroidissement sont séparés par ce que l'on appelle la zone neutre.

On évite ainsi qu'une énergie coûteuse de refroidissement soit gaspillée. Dès que cette zone neutre est dépassée, la vanne de refroidissement est ouverte selon la puissance frigorifique nécessaire

Il est important que d'une part, la séquence de l'installation de ventilation soit réglée de façon optimale et que d'autre part, il n'y ait pas de chevauchements avec l'installation de chauffage. On ne doit ainsi jamais arriver à la situation où d'un côté l'installation de chauffage chaufferait et d'un autre côté l'installation de ventilation refroidirait avec de l'air extérieur ou même avec la vanne de refroidissement.

Si l'installation de chauffage n'est employée que comme chauffage de base, le risque décrit ci-dessus est faible parce qu'il existe forcément un écart suffisamment grand entre la consigne de l'installation de chauffage et la consigne effective de température ambiante de l'installation de ventilation.

Il faut cependant être prudent lorsque l'installation de chauffage produit une pleine puissance calorifique pour le chauffage des locaux. Les consignes peuvent être effectivement si proches que des chevauchements non admis sont possibles.

Ce risque est particulièrement élevé parce que la "consigne" de l'installation de chauffage n'est pas du tout comparée à la valeur réelle de la température ambiante la régulation de la température de départ effectuée en fonction des conditions atmosphériques est effectivement une commande en ce qui concerne la température ambiante !

Une courbe de chauffe réglée de façon quelque peu erronée peut conduire à d'importants gaspillages énergétiques, ce qui est grave, c'est que l'erreur ne pourra être que difficilement détectée étant donné que le trop plein de chaleur produite est automatiquement supprimé par la ventilation et que la température ambiante souhaitée est maintenue au niveau optimal !

Tableau Combinaisons de différents types de régulation pour le chauffage et la ventilation

No	Proportion de chauffage dans chauff. ambiant	type de régulation		Chauffage			Ventilation		
		Chauffage	Ventilation	Nuit, w. -end	Réchauffage	Jour	Nuit, w e.	Rechauffage	Jour
1	Pleine charge	Régulation terminale	Rég.air soufflé	Réd./ arrêt	normal	normal	arrêt	arrêt	Marche
2	Pleine charge	Vanne ext. + thermostat	Rég.air soufflé	Réd./ arrêt	normal	normal	arrêt	arrêt	Marche
3	Peine charge	Vanne ext. + thermostat	Rég.air soufflé	Optimisation		arrêt	arrêt	marche	Marche
4	Pleine charge	selon cond.atmosph.	Rég.terminale	Réd./ arrêt	normal	normal	arrêt	arrêt	Marche
5	Charge de base	Selon cond. atmosph.	Rég.terminale	Norm./ Réd./ arrêt	normal	normal		mar a 100% AR	Marche
6	Pleine charge	Rég.adaptative	Rég.terminale	Optimisation		arrêt	arrêt	Marche	Marche

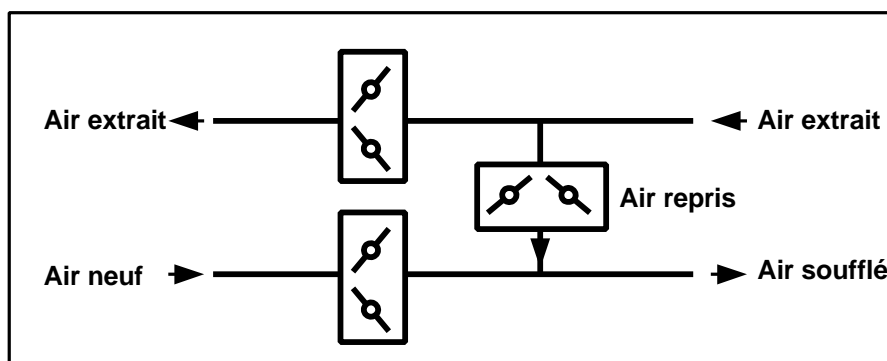
3.5.4 Récupération de chaleur

La récupération de chaleur a pour objectif d'économiser l'énergie et par conséquent les coûts de fonctionnement. L'utilisation d'un tel système contribue à long terme à la réduction des frais d'investissement pour la production de chaleur et de froid.

Système d'air repris

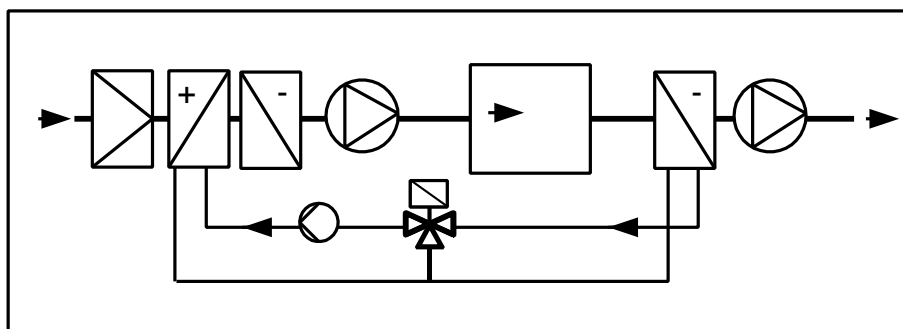
Il ne s'agit pas à vrai dire d'un système de récupération de chaleur mais plutôt d'un type d'installation, utilisé couramment dans le passé. Sa grande efficacité devrait permettre de toujours l'employer si cela est justifié du point de vue de la sécurité et de la qualité de l'air

Dans de nombreux cas la charge frigorifique est déterminante en été pour fixer le débit d'air soufflé. De l'air repris est mélangé à l'air extérieur afin d'économiser l'énergie utilisée pour le refroidissement ou le chauffage de l'air extérieur. Le taux d'air extérieur varie, selon l'état de l'air extérieur, entre le taux minimal nécessaire à l'utilisateur et le taux maximal en demi-saison lorsque le refroidissement s'effectue avec l'air extérieur.



Système à eau glycolée

Un récupérateur de chaleur installé dans la gaine d'air extrait enlève à l'air la chaleur à l'aide d'un mélange d'eau glycolée, qui, dans un circuit fermé, transfère par un deuxième échangeur la chaleur à l'air extérieur froid.



Avantages:

- bonne possibilité d'intégration dans les installations existantes puisqu'il n'y a pas d'obligation de placer l'installation d'air soufflé et celle d'air rejeté côte à côte.
- aucune transmission de particules et de germes
- bien réglable

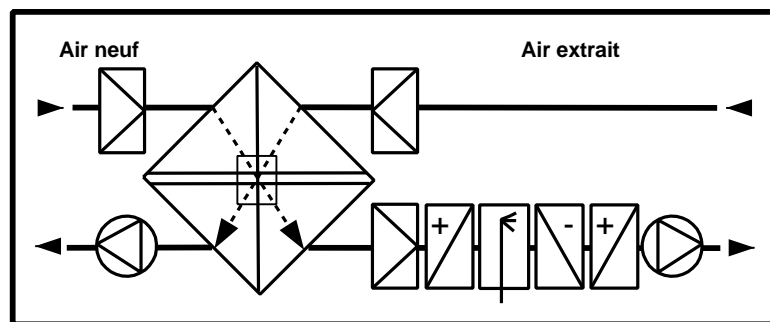
Inconvénients:

- fluide caloporteur et pompe nécessaires
- Coefficient de récupération de chaleur relativement faible
- pratiquement aucune récupération de chaleur en dehors de l'hiver

Ce type de récupération ne devrait être appliqué que si pour des raisons de construction un échange de chaleur direct air-air n'est pas réalisable ou n'est pas rentable.

Récupérateur de chaleur à plaques ou à tuyau

L'air extrait et l'air extérieur sont amenés l'un à l'autre par des plaques ou des tuyaux fixes en métal ou en verre. C'est là que s'effectue l'échange de chaleur.



Avantages:

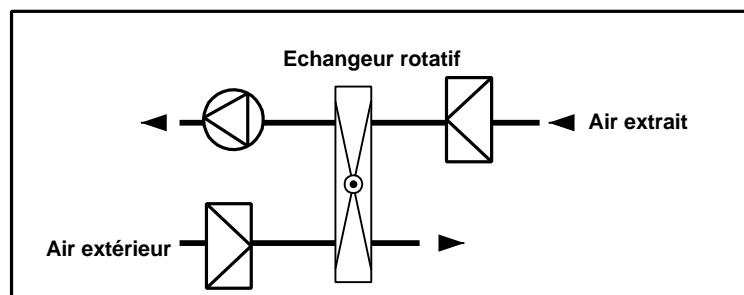
- pas de parties mobiles, donc avantageux - aucune transmission de particules et de germes - non corrosif pour les surfaces de récupérateurs de chaleur en verre

Inconvénients:

- les installations d'air soufflée et d'air extrait doivent être placées côte à côte
- faible récupération en été
- encombrement assez important

Récupérateur à régénération

Une roue alvéolée de l'accumulateur en rotation lente est traversée dans un sens par de l'air extrait et dans l'autre sens par de l'air extérieur. En fonction du type d'accumulateur, seule la chaleur ou aussi l'humidité est récupérée. Une zone de nettoyage sert à éviter un mélange direct d'air.



Systèmes de récupération et rendements

Récupération de chaleur avec surfaces d'échange

ou ce qu'on appelle les récupérateurs de chaleur transmettent principalement de la chaleur sensible, également de la chaleur latente lors de condensation. Les systèmes et les rendements pour le dimensionnement lors d'états d'air définis

- Récupérateur à plaques
- Récupérateur à tuyaux jusqu'à 60 %
- Système à eau glycolée jusqu'à 45 %
- Récupérateur à régénération jusqu'à 70 %

Récupération de chaleur avec accumulateur

ou ce qu'on appelle les récupérateurs de chaleur à régénération transmettent la chaleur sensible et latente, cette dernière avant tout lorsque l'humidité est aussi récupérée. Le rendement s'élève jusqu'à 75%.

4. Systèmes de gestion technique

4.1 Gestion technique des bâtiments

On parle de gestion technique ou de technique de gestion de bâtiment (GTB) si des installations techniques doivent être commandées et surveillées à partir d'un poste central.

Plusieurs solutions sont offertes; les caractéristiques principales sont brièvement décrites ci-dessous.

GTB conventionnelle

- On mesure et régule avec des appareils analogiques électroniques ou pneumatiques.
- On commande à l'aide d'une technique électromécanique ou de systèmes de commande programmables par mémoire.
- Les liaisons entre les deux procédés sont réalisées par des appareils conventionnels (relais; contacts libres de potentiel) et des circuits.
- Les capteurs et les lignes aux sous-stations du système de GTB doivent être multipliés: une fois pour les valeurs analogiques, une fois pour les informations logiques.

GTB avec régulation numérique

(Direct Digital Control, DDC)

Solution partiellement intégrée

- La technique numérique est appliquée pour la mesure et la régulation ainsi que pour les fonctions simples de commutation dans les sous-centrales du système de GTB ("intelligence répartie").
- La commande s'effectue par des relais ou des systèmes de commande à programme mémorisé.
- Les liaisons entre les mesures, la régulation et la commande sont réalisées comme pour la GTB conventionnelle
- Par contre capteurs et lignes en double sont supprimés.

Solution entièrement intégrée

- La mesure, la commande et la régulation en régulation numérique s'effectuent avec le même système dans l'armoire électrique. Celui-ci peut échanger simultanément toutes les informations nécessaires avec un poste central. Toutes les fonctions sont librement programmables.
- Les liaisons entre mesures, régulation et commande ne sont plus nécessaires tout comme les capteurs et connexions doubles

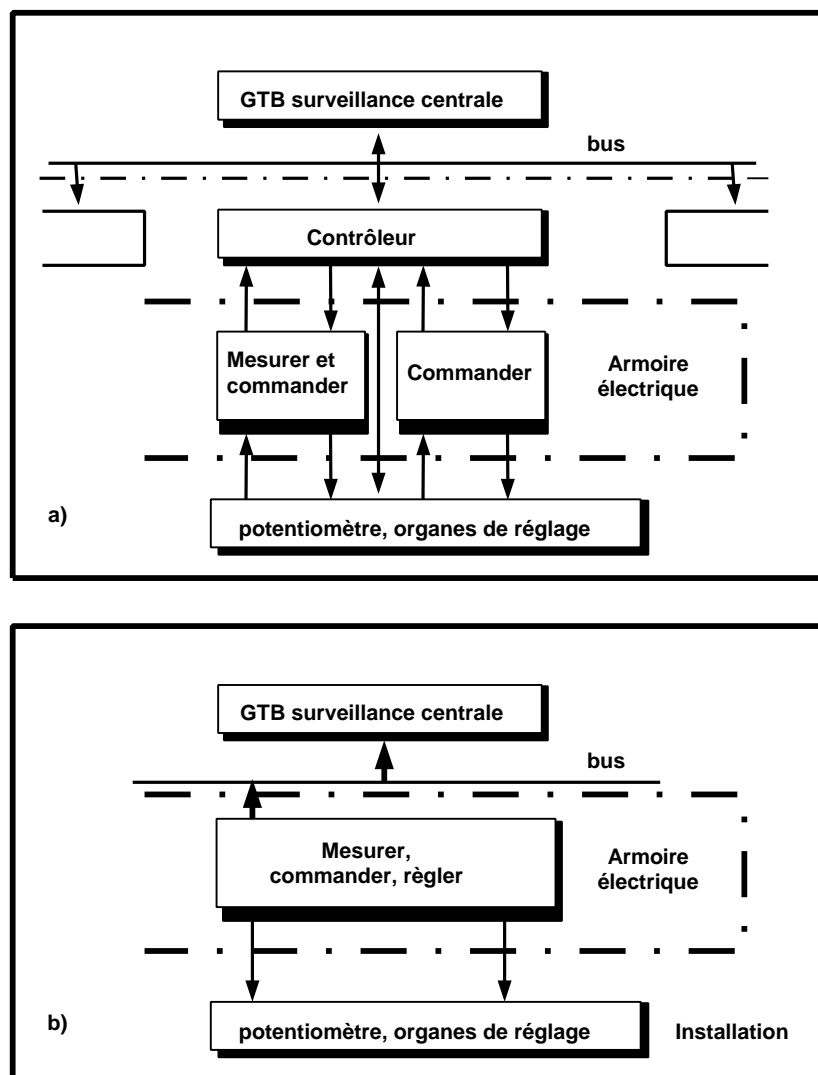
La plupart du temps, l'utilisation de systèmes de GTB se limite aux bâtiments dotés de nombreuses installations techniques.

L'évolution rapide de l'électronique permet également l'utilisation de systèmes programmables en mémoire pour la mesure, la commande et la régulation de petites et moyennes installations. Les extensions de fonctions pourront être réalisées par étapes.

GTB ou pas? Quel concept?

La réponse à ces questions dépend des critères suivants :

- Les investissements pour la GTB doivent être justifiés par un rapport coût-utilité.
- Des extensions et des adaptations doivent être réalisées simplement et par étape.
- Les évolutions prévisibles dans le domaine de l'électronique, de l'organisation du service de maintenance, de l'optimisation de l'énergie doivent être prises en considération.
- En ce qui concerne l'organisation et le personnel technique, l'entreprise doit s'appuyer le plus possible sur ses propres moyens. Ce sont les collaborateurs qui connaissent le mieux l'entreprise !



Exemples de concepts de GTB

a) GTB conventionnelle; b) GTB avec DDC, solution entièrement intégrée

Contraintes d'un système GTB

La technique de gestion centrale, correctement utilisée, simplifie la surveillance, la commande, la régulation et l'optimisation. Elle n'épargne cependant pas à l'utilisateur

- de surveiller et d'entretenir les installations avec un personnel technique qualifié.
- de chercher constamment de nouvelles possibilités d'optimisation après la mise en place de la régulation.

Les moyens sont fournis par une comptabilité de l'énergie et un contrôle détaillé des mesures d'économie d'énergie à l'aide des données de fonctionnement.

- d'adapter aux modifications techniques de bâtiment ou d'installation l'ensemble des dispositifs de mesure de commande et de régulation

4.1.1 Utilisation de systèmes intégrés de commande et de gestion sur le marché HVAC

Depuis l'apparition du microprocesseur sur le marché HVAC et l'émergence du terme DDC, une bonne régulation ne pourrait plus, de l'avis général, se concevoir sans cette technique qui la rendrait moins onéreuse. Dans le secteur HVAC, le terme DDC ne comprend plus seulement la régulation numérique mais aussi l'intégration de fonctions de régulation, de commande et de gestion dans un système.

De tels systèmes seront appelés "systèmes intégrés de gestion technique".

a) Intégration des fonctions de gestion d'énergie et dans un système à microprocesseur

L'intégration de fonctions entières ou partielles dans un système commandé par microprocesseur est surtout adaptée aux situations où la complexité des liaisons et du traitement liée à la solution d'un problème de gestion technique est très grande. Nous entendons par complexité des liaisons le rapport existant entre le nombre des entrées/sorties et celui des fonctions de liaison, et par complexité de traitement le rapport existant entre les entrées/sorties et celui des fonctions de traitement.

Pour une solution de gestion technique complexe, beaucoup de fonctions sont résolues par logiciel, alors que le nombre d'interfaces (entrées/sorties) reste relativement faible. Le matériel (relais, régulateur, etc.) ainsi que le montage et le câblage dans l'armoire électrique sont remplacés par un logiciel.

Des préparations d'énergie bivalentes ou polyvalentes sont typiques pour des fonctions complexes de commande et de régulation dans le secteur HVAC. On ne peut atteindre un fonctionnement optimal du point de vue énergétique qu'à l'aide d'un ordinateur

b) Gestion de l'énergie

Nous entendons par gestion de l'énergie toutes les fonctions qui optimisent l'utilisation de l'énergie telles que l'OSC (optimisation de l'enclenchement), les programmes horaires, le délestage. Ces fonctions standards de la gestion d'énergie sont normalement résolues aussi bien avec des appareils terminaux conventionnels qu'avec des systèmes commandés par microprocesseur. Cependant, des fonctions servant à déterminer le mode de fonctionnement le plus économique sont de plus en plus demandées, elles ne peuvent pas être résolues de façon conventionnelle mais elles exigent une intelligence programmable (fonctions arithmétiques).

c) Fonctions de surveillance et de gestion

Ces fonctions (exploitation interactive, messages d'alarmes et de fonctionnement, suivi de tendances, suivi de maintenance, etc.) font partie du domaine d'argumentation de la GTB classique. L'utilisation de ces fonctions est minime pour les installations de petite taille ou de faible complexité : il n'y a pas besoin de personnel qualifié et l'on a aisément une vue d'ensemble sur les petites installations. De tels systèmes de gestion sont cependant intéressants pour les installations plus grandes et plus complexes car ils permettent p ex. une utilisation efficace du personnel de maintenance, une prolongation de la durée d'utilisation grâce à un entretien préventif, une optimisation de l'énergie.

Caractéristique du système	Applications	Comparaison des solutions conventionnelles
Intégration Intégration et fonction des commandes De régulation dans un Système – par logiciel	Installations importantes Complexes et moyennes (nombre Important de liaisons)	Suppression de matériel Réduction de câblage et gain de Place dans l'armoire électrique
Gestion d'énergie (GE) Fonction GE standard (OSC récupération de chaleur) Fonctions GE supérieure, (délestage) Fonctions non standardisées (arithmétique)	Importantes et moyennes installations avec un traitement important Installations importantes avec communication entre sous-stations Installations importantes, complexes et moyennes	Suppression de matériel Réduction de câblage et gain de Place dans l'armoire électrique Intelligence centralisée (économie d'énergie) Economie supplémentaire d'énergie Grâce à une intelligence individuellement programmable
Fonction de surveillance et de gestion, Exploitation interactive avec messages d'alarmes et de Fonctionnement, suivi de tendances et de maintenance	Installations complexes Grandes installations, installations complexes moyennes	Informations supplémentaires pour la mise en service et l'optimisation ultérieure de l'installation Pour donner une vue d'ensemble de ces installations entretien amélioré, prise de conscience de la consommation d'énergie

4.1.2 La micro-électronique dans la gestion technique

Gestion technique

La gestion technique est un terme venant du domaine de l'automatisation des processus.

La fonctionnalité de la technique d'automatisation, appelée "technique de gestion", évolue avec le progrès technologique. Il y a quelques années la gestion comprenait avant tout l'exploitation les messages et la surveillance (fonctions typiques d'un " poste de contrôle"), la notion de gestion technique s'élargit de nos jours considérablement grâce au développement de la micro-électronique. Il est entré dans l'usage de considérer comme appartenant à la gestion technique toutes les tâches d'optimisation d'énergie, de régulation et de commande apparaissant dans les processus d'automatisation.

Systèmes de gestion

Les systèmes de gestion sont des systèmes informatiques dont l'architecture répond à la spécificité de la tâche à réaliser.

La diversité des tâches de gestion technique ainsi que l'extension locale d'un processus technique conduisent habituellement à distinguer les éléments suivants :

- Poste central avec possibilités d'affichage, d'exploitation et d'édition de journaux (terminal, imprimante)
- Contrôleur(s) pour des fonctions de gestion d'énergie, de commande et de régulation complexes et non-standard
- Régulateurs - automate(s) avec possibilité de raccordement à la périphérie du processus (détecteurs, organes de réglage)
- Dispositif de communication pour le couplage de postes centraux avec des contrôleurs et des régulateurs-automates.

La répartition des tâches entre le poste central, les contrôleurs et les régulateurs-automates relève d'un choix technologique. On distingue les systèmes de gestion centralisés et décentralisés.

Systèmes centralisés

Dans les systèmes centralisés, pratiquement toute l'intelligence de l'ordinateur se trouve concentrée dans le poste central.

Toutes les fonctions de gestion sont assumées clé fait par cet ordinateur. Les contrôleurs sont uniquement des interfaces destinées aux organes périphériques dépourvues de tâches de gestion techniques autonomes.

Cette concentration des tâches entraîne une lenteur des temps de réaction des systèmes centraux. De plus, toute panne du poste central immobilise tout le reste de l'installation.

Les systèmes centralisés ne connaissent pas de problèmes de coordination entre le poste central et le régulateur-automate.

En raison du flux d'informations à véhiculer, les unités de communication sont inaptes à la gestion de réseaux (la gestion du flux de données est assurée par l'ordinateur central).

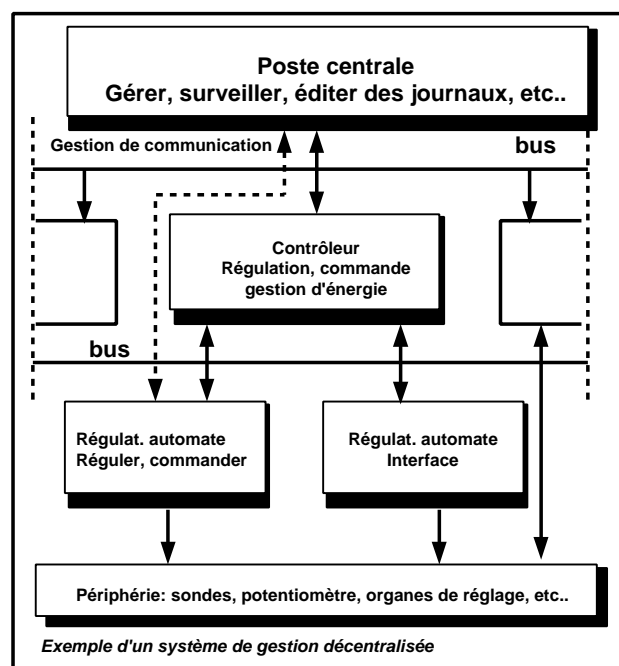
Systèmes décentralisés

Dans les systèmes décentralisés, l'intelligence est répartie. Grâce à cette répartition, les fonctions entre le poste central, les contrôleurs et les régulateurs automatés peuvent être exécutées ainsi: le poste central prend en charge toutes les fonctions de contrôle, le contrôleur toutes les fonctions de régulation de commande et d'optimisation d'énergie. Les régulateurs automatés peuvent aussi assurer les fonctions de régulation et de commande.

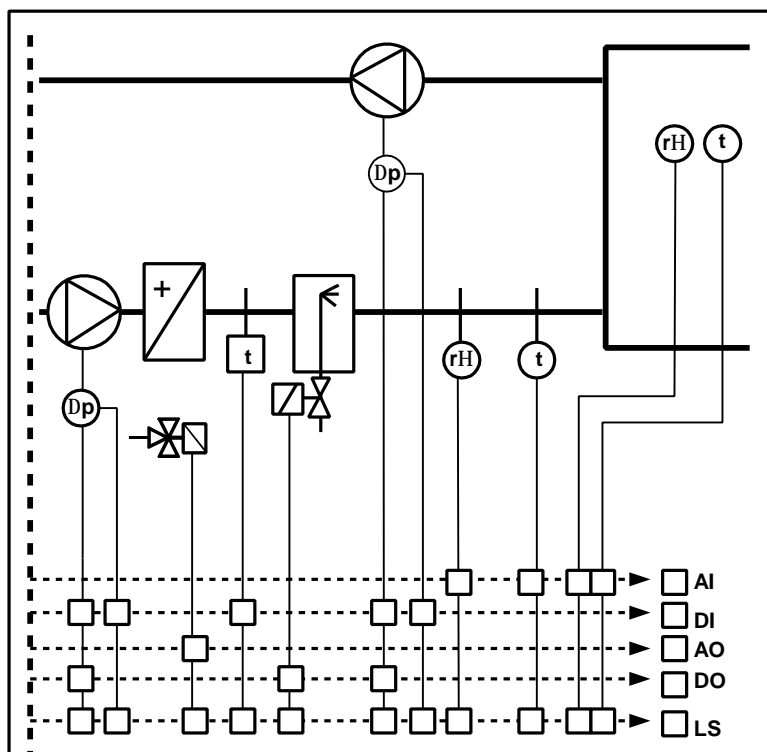
Afin que cette répartition des tâches fonctionne harmonieusement, celles-ci sont couplées par un dispositif de communication performant.

Les avantages présentés par les systèmes décentralisés sont une capacité de rendement et une sécurité de fonctionnement élevées (la panne d'un composant ne paralyse pas toute l'installation).

La capacité de rendement des systèmes décentralisés provient du fait que les différentes tâches techniques de gestion, à l'inverse des systèmes centraux, ne sont pas assurées par un seul mais par plusieurs ordinateurs. Ces ordinateurs sont habituellement structurés sous la forme de systèmes à carte unique.



Dans les systèmes de gestion, tous les points de données nécessaires au niveau central doivent être saisis et intégrés. Chaque appareil, comme la sonde, l'organe de réglage, le commutateur, la lampe témoin, etc. est désigné comme point de donnée auquel est reliée la commande ou la régulation. Lors de la mise au point d'un schéma de principe, ces points de données sont saisis comme sorties et entrées analogiques ou numériques (p.ex. AI = analog input, DO = digital output)



SOURCES :

Staefa Control System (Actuellement SiBT)

Honeywell s.a.

Encarta édition 99