

OFPPT

ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail

DIRECTION RECHERCHE ET INGENIERIE DE FORMATION

**RESUME THEORIQUE
&
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES**

**MODULE
N°14 :**

REGULATION

SPECIALITE : THERMIQUE INDUSTRIELLE

NIVEAU : TECHNICIEN SPECIALISE

Novembre 2004



ISTA.ma
Un portail au service
de la formation professionnelle

Le Portail <http://www.ista.ma>

Que vous soyez étudiants, stagiaires, professionnels de terrain, formateurs, ou que vous soyez tout simplement intéressé(e) par les questions relatives aux formations professionnelles, aux métiers, <http://www.ista.ma> vous propose un contenu mis à jour en permanence et richement illustré avec un suivi quotidien de l'actualité, et une variété de ressources documentaires, de supports de formation, et de documents en ligne (supports de cours, mémoires, exposés, rapports de stage ...) .

Le site propose aussi une multitude de conseils et des renseignements très utiles sur tout ce qui concerne la recherche d'un emploi ou d'un stage : offres d'emploi, offres de stage, comment rédiger sa lettre de motivation, comment faire son CV, comment se préparer à l'entretien d'embauche, etc.

Les forums <http://forum.ista.ma> sont mis à votre disposition, pour faire part de vos expériences, réagir à l'actualité, poser des questionnements, susciter des réponses. N'hésitez pas à interagir avec tout ceci et à apporter votre pierre à l'édifice.

Notre Concept

Le portail <http://www.ista.ma> est basé sur un concept de gratuité intégrale du contenu & un modèle collaboratif qui favorise la culture d'échange et le sens du partage entre les membres de la communauté ista.

Notre Mission

Diffusion du savoir & capitalisation des expériences.

Notre Devise

Partageons notre savoir

Notre Ambition

Devenir la plate-forme leader dans le domaine de la Formation Professionnelle.

Notre Défi

Convaincre de plus en plus de personnes pour rejoindre notre communauté et accepter de partager leur savoir avec les autres membres.

Web Project Manager

- Badr FERRASSI : <http://www.ferrassi.com>

- contactez : admin@ista.ma

REMERCIEMENTS

La DRIF remercie les personnes qui ont participé ou permis l'élaboration de ce module de formation.

Pour la supervision :

M. Rachid GHRAIRI : Directeur du CDC Génie Electrique Froid et Génie
Thermique

M. Mohamed BOUJNANE : Chef de pôle Froid et Génie Thermique

Pour l'élaboration :

M. MAHBOUB Ahmed : Formateur à l'ISGTF

Pour la validation :

M. EL KHATTABI M'hamed : Formateur Animateur au CDC/FGT

*Les utilisateurs de ce document sont invités
à communiquer à la DRIF toutes les
remarques et suggestions afin de les
prendre en considération pour
l'enrichissement et l'amélioration de ce
programme.*

**M. SAID SLAOUI
DRIF**

	Page
I – POURQUOI UNE REGULATION	4
1 – Recommandations	5
1 – 1 – La production de chaleur .	5
1 – 2 – L'émission de chaleur .	
2 – Notions de confort	6
2 – 1 – Le bilan thermique de l'homme	6
2 – 2 – La température ambiante confortable	8
2 – 3 – But de la régulation dans l'habitation	13
2 – 4 – Isolation et inertie	13
II – LES PROCEDES DE REGULATION	14
1 – Régulation en boucle fermée (ou en fonction de l'ambiance) .	15
2 – Régulation en boucle ouverte (ou en fonction de l'extérieur) .	15
3 – Utilisation des deux procédés	16
III – LES VANNES DE REGLAGE	17
1 – Les types de vannes	18
1 – 1 – Réglage de la puissance par variation du débit dans l'échangeur .	18
1 – 2 – Réglage de la puissance au moyen d'un mélange .	19
2 – Choix de la vanne .	20
2 – 1 – L'autorité d'une vanne "a" .	20
2 – 2 – La caractéristique "Kv" .	22
3 – Les vannes à 2 voies .	24
4 – Les vannes à 3 voies .	25
4 – 1 – à soupape .	25
4 – 2 – à secteur .	25
5 – Les vannes à 4 voies.	26
IV – CHOIX DU SYSTEME DE REGULATION	28
1 – Régulation par l'ambiance ou par l'extérieur	29
OFPPT/DRIF	3

2 – Les chaudières à fioul ou gaz .	31
A – CHAUDIERE A TEMPERATURE CONSTANTE .	31
B – CHAUDIERE A TEMPERATURE VARIABLE .	32
a) pour le chauffage uniquement .	32
b) Pour la production mixte (chauffage + sanitaire) .	33
C) LES INSTALLATIONS BI-ENERGIES .	33
a) Chaudière électrofioul .	33
b) Chaudière fioul + chaudière à bois .	34
c) Chaudière fioul + pompe à chaleur .	35
Evaluation	42
Liste des références bibliographiques	43

MODULE 14 : REGULATION

Durée : 75 H

100 % : Théorique

**OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU
DE COMPORTEMENT**

COMPORTEMENT ATTENDU

Pour démontrer sa compétence, le stagiaire **doit être capable de diagnostiquer les appareils de régulation**, selon les conditions, les critères et les précisions qui suivent

CONDITIONS D’EVALUATION

- A partir des consignes données par le formateur
- A l’aide de la documentation technique donnée par le formateur.
- A partir de mises en situation

CRITERES GENERAUX DE PERFORMANCE

- Maîtrise de la technologie des systèmes de régulation
- Choix et diagnostic des appareils de régulation

**OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU
DE COMPORTEMENT**

**PRECISIONS SUR
LE COMPORTEMENT ATTENDU**

**A- Connaître les principes de la
régulation**

**B-Connaître l'instrumentation pour
Les mesures industrielles.**

**CRITERES PARTICULIERS DE
PERFORMANCE**

**Description exacte des principales
Techniques pour gérer l'énergie.
Connaissance correcte de la
détermination et calcul des vannes de
régulation .
Description juste des différentes boucles
de régulation.**

**Utilisation exacte des Thermostats
Utilisation exacte des pressostats
Utilisation exacte des aquastats**

OBJECTIFS OPERATIONNELS DE SECOND NIVEAU

LE STAGIAIRE DOIT MAITRISER LES SAVOIRS , SAVOIR-FAIRE, SAVOIR-PERCEVOIR OU SAVOIR-ETRE JUGES PREALABLES AUX APPRENTISSAGES DIRECTEMENT REQUIS POUR L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF DE PREMIER NIVEAU, TELS QUE :

***Avant d'apprendre à connaître les principes de la régulation (A) :**

- 1°- Définir la régulation
- 2°-décrire les différents modes de régulation
- 3°-définir les différents régulateurs
- 4°-décrire les difficultés de réglage d'un système

***Avant d'apprendre à choisir un système de régulation (B) :**

- 1°-Connaître les organes d'un système de régulation (vannes, détecteurs.....etc)
- 2°-Connaître les différents chaudières

PRESENTATION DU MODULE

Ce module la Régulation est dispensé pour les Techniciens en thermique industrielle .

Il est situé parmi les modules qualifiants.

Il porte sur la technologie et le choix d'un système de régulation

Le volume horaire est de 75heures

Ce module est adressé au formateur, il lui permet de préparer ses cours pour répondre aux objectifs visés par la formation.

MODULE : REGULATION
RESUME THEORIQUE

CHAPITRE I :
POURQUOI UNE REGULATION

1 – Recommandations :

La régulation n'a jamais permis d'améliorer une installation de chauffage en défaillance. Il convient donc de vérifier différents paramètres :

1 – 1 – La production de chaleur :

La chaudière doit avoir une puissance supérieure aux déperditions du bâtiment afin que les montées en température soient assez rapides en cas de chute brutale de la température extérieure.

1 – 2 – L'émission de chaleur :

- Les corps de chauffe doivent être compatibles avec les déperditions.
- Un équilibrage hydraulique doit être fait afin d'obtenir la même chute de température (ΔT) entre l'entrée et la sortie des différents corps de chauffe.

En effet la puissance émise s'exprime par :

$$P = Q \times \Delta T$$

P = Emission calorifique en Kcal/h

Q = Débit en litres/h

ΔT = Ecart de température entre l'entrée et sortie du radiateur (généralement 20°C)

- On vérifiera donc que les caractéristiques du circulateur sont compatibles avec l'installation.
- On veillera également à la compatibilité du système de chauffage avec la construction (il est souhaitable que l'inertie des corps de chauffe soient en rapport avec l'inertie du bâtiment) pour éviter des déperditions plus rapides que les apports.

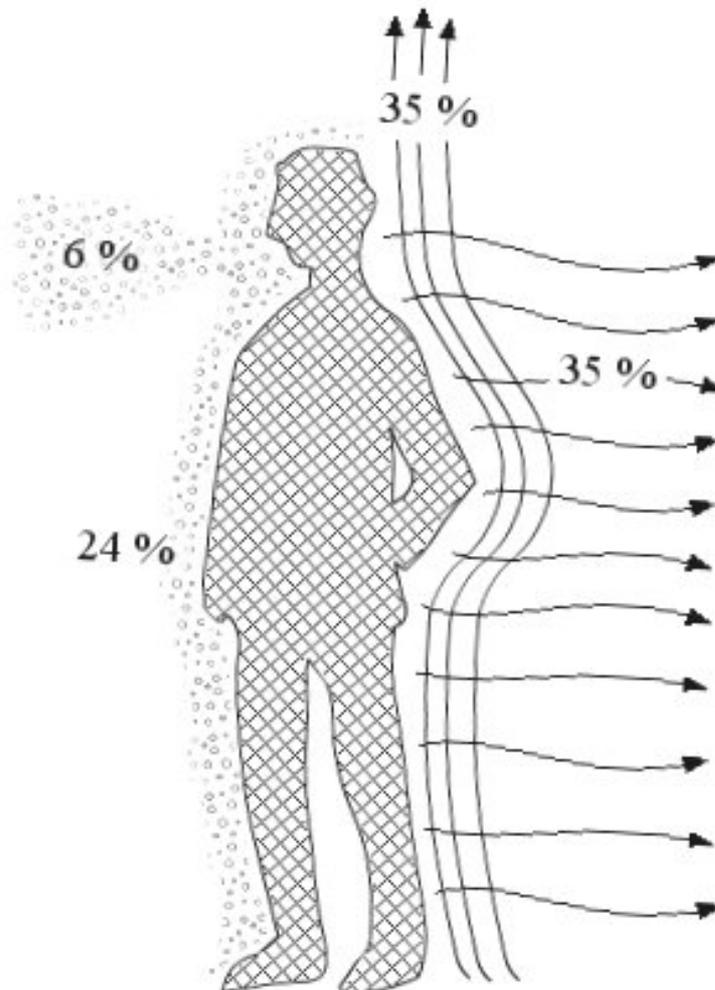
2 – Notions de confort

2 – 1 – Le bilan thermique de l'homme

La température du corps humain est d'environ 33°C à la surface et de 37°C à l'intérieur. Cette chaleur est produite par l'homme lors de la « combustion » chimique des aliments. La température du corps est donc supérieure à la température extérieure pratiquement durant toute l'année en Europe. L'homme dégage de la chaleur en permanence, environ :

- 35% par conduction et convection.
- 35% par rayonnement.
- 24% par l'évacuation de la vapeur d'eau (transpiration et respiration)
- 6% pour réchauffer l'air et les aliments absorbés.

(Fig. ci- dessous)



Les chiffres indiqués ci –dessus représentent des valeurs moyennes. En été ou lors d'un travail violent, la chaleur est transmise principalement par vaporisation ; par contre davantage par convection et rayonnement l'hiver.

Quelle que soit la forme sous laquelle la chaleur est normale, étant donné que les sous cette température. En hiver le cas échéant il limite les déperditions calorifiques en contractant la peau afin que le sang chaud ne puisse s'aventurer dans les dernières ramifications du système circulatoire : en ou dans les pièce chaudes. Il agrandit les capillaires de sorte que les déperditions par évaporation soient accrues. Cette régulation naturelle de la température est cependant restreinte. Un rétrécissement permanent peut provoquer la gelure d'un membre et un agrandissement persistant peut entraîner une tension artérielle trop importante.

L'homme coopère à la régulation automatique de la température de son corps par un habillement conforme et une nourriture adéquate, ainsi qu'en chauffant ou refroidissant les pièces où il vit.

La chaleur totale cédée par le corps est non seulement fonction de la température ambiante, mais aussi et encore davantage de son activité.

Ces quantités de chaleur intéressent principalement le technicien en chauffage lorsqu'il doit faire le projet d'une installation dont l'occupation des pièces est relativement importante (école, cinéma, etc...). Dans les grands magasins le surcroît de chaleur du à la température du corps humain et à l'éclairage aux heures de pointes, peut être si important, qu'à certaines périodes de l'hiver on soit obligé de refroidir.

Cet exemple illustre combien il est important de concevoir une régulation non seulement en service normal mais aussi lors d'une occupation minimale ou maximale des pièces.

L'apport calorifique en provenance du corps humain est dénommé, chaleur étrangère étant donné qu'elle ne provient pas de l'installation de chauffage.

En hiver, la chaleur étrangère est la bienvenue puisqu'elle permet de réduire les apports par l'installation de chauffage ; en été par contre, cette énergie considérable doit être éliminée par refroidissement. Dans une salle de cinéma par exemple, 600 personnes dégagent 60 KW durant le film ; certainement bien plus si le film est captivant. L'homme ne se rend pas compte de la chaleur cédée en permanence par son corps aussi longtemps que celui-ci peut maintenir sans effort l'équilibre des températures avec le milieu ambiant.

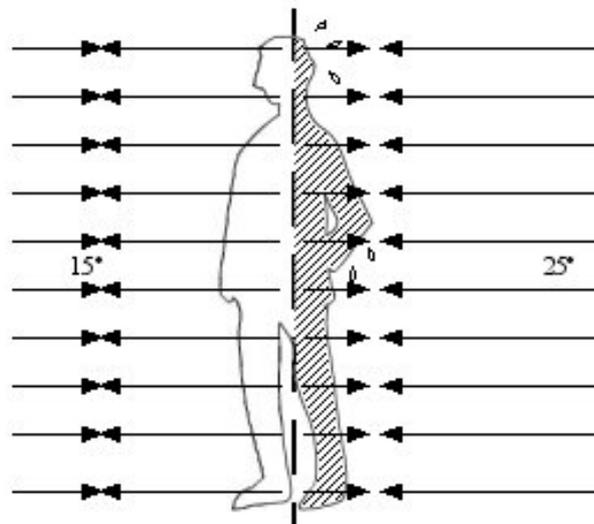
Une fois les limites dépassées c'est-à-dire lorsque l'homme se met à frissonner ou à transpirer, alors seulement, il s'aperçoit qu'il « possède une température » et que celle-ci est la cause d'un échange permanent avec son environnement.

Le but du chauffage, et principalement celui de la régulation est de chauffer la salle de séjour de l'homme de façon à accroître son bien-être dans des proportions qui permettent, à son corps, de maintenir l'équilibre des températures avec la pièce sans effort.

2 – 2 – La température ambiante confortable

D'un point de vue physique de chaleur, l'homme n'est pas autre chose qu'un corps dont la température de surface avoisine 33°C s'il se trouve dans une pièce, il est avec ses 33°C de température superficielle. Dans un état permanent d'échange de chaleur avec les parois environnantes. Si la température ambiante est trop basse. Il dégage plus de chaleur qu'il est capable de céder : il frissonne et se sent mal à l'aise (partie gauche de la figure ci-dessous).

Si la température ambiante est trop haute, la transmission de chaleur corporelle n'est pas assez rapide, il se met à transpirer, et se sent à nouveau mal à l'aise (moitié droite de la figure).



Echange thermique entre l'homme et son environnement

Quelle est en définitive la température ambiante idéale définissant le confort total c'est-à-dire absence de frisson ou de transpiration,...elle se situe quelque part entre 10 et 24°C . Il n'y a donc pas de température idéale à proprement parler.

Avec une ambiance de 10°C , l'ouvrier ôte sa chemise pour être à l'aise ; une femme regardant la télévision en déshabillé dans une ambiance de 24°C à encore l'impression de froid.

C'est deux exemples illustrent le fait qu'une température ambiante confortable dépend en premier lieu de l'activité exercée par l'homme, sachant que la production de chaleur du corps augmente avec l'intensité du travail. Tandis que cette chaleur, l'homme doit pouvoir l'évacuer pour garantir son bien-être.

Dans les logements et les lieux de travail dans lesquels on exerce une activité légère, la température ambiante considérée comme idéale est supposée comprise entre 18 et 22°C ceci est valable d'autant que la pièce est à l'intérieur d'une maison

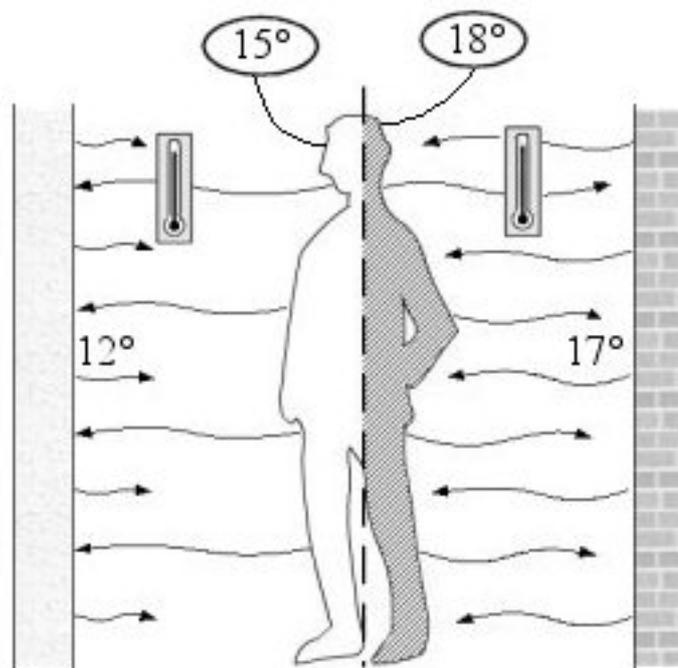
« chaude » c'est-à-dire bien isolée, car dans une pièce aux murs froids et humides, malgré une température de 22°C on se sentira mal à l'aise, car rappelons nous que l'homme émet sa chaleur :

- environ 35% par conduction et convection
- environ 35% par rayonnement.
- environ 30% par vaporisation.

Une température ambiante de 22°C représente un équilibre convenable pour la chaleur cédée par convection et par évaporation ce n'est pas le cas pour la chaleur émise par rayonnement en direction des murs de la pièce si ceux-ci sont à une température de 12°C par exemple (mauvaise isolation). Vu les pertes calorifiques importantes, l'homme n'a pas la sensation des 22°C dans l'ambiance, température effective mais en définitive peut-être 15°C ...d'où sensation d'inconfort.

Si la température des murs est de 17°C , une température ambiante de 22°C est ressentie comme équivalent à 18 ou 19°C c'est-à-dire confortable. En raison de l'influence du rayonnement des parois nous devons discerner une température ambiante mesurée, d'une température ressentie.

A la figure ci-dessous, l'influence des rayonnements réciproques est symbolisée par des flèches rayonnée par la paroi froide est insuffisante. Malgré les 22°C dans l'ambiance, la température ressentie par l'homme est de 15°C , par contre à droite le rayonnement calorifique du corps et de la paroi se trouve en état d'équilibre.



Influence du rayonnement sur le confort

Pour remédier à ces inconvénients, il suffit d'augmenter la température ambiante de sorte que la température réelle soit de 22°C quoique la température ambiante réelle se situe à 22 ou même 23°C.

Le diagramme (figure ci-dessous) représente la relation entre les températures. A gauche nous avons la température de l'air ambiant.

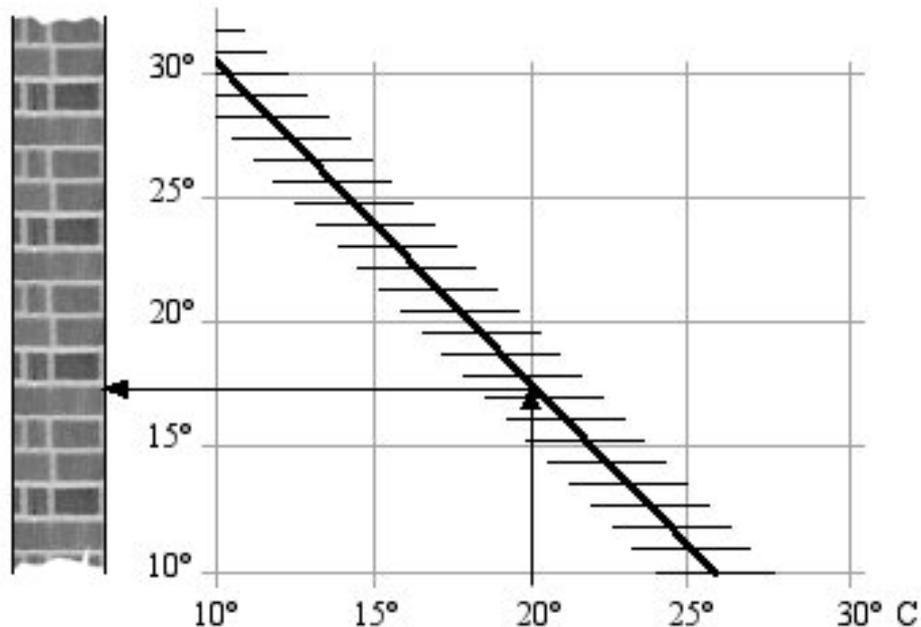


Diagramme pour la détermination de la température nécessaire du mur pour une température ambiante confortable.

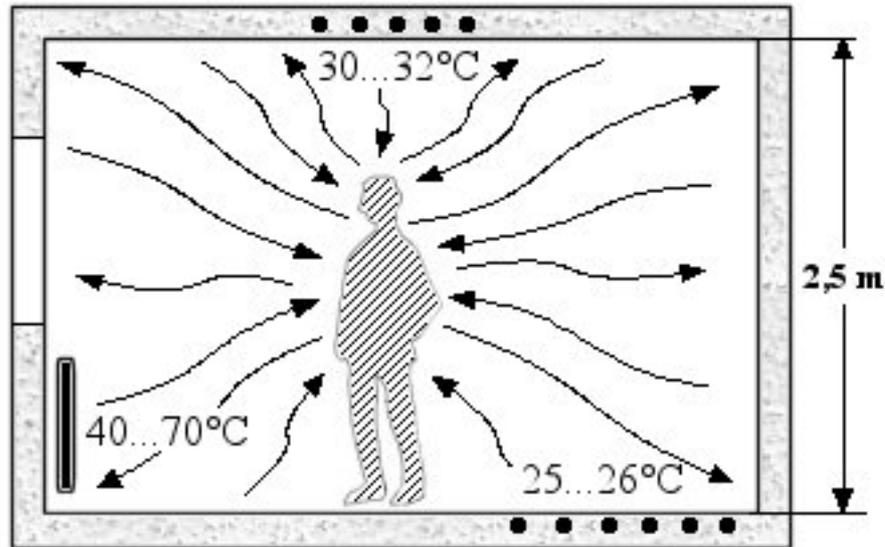
Si le point d'intersection des deux valeurs de température ambiante est qualifiée confortable. Ce diagramme est uniquement valable dans le cas de logements, de bureaux et lieu de travail où le travail corporel n'est pas pénible.

Les surfaces froides, notamment les fenêtres, sont des facteurs d'inconfort. Voilà pourquoi le double vitrage est de plus en plus utilisé entraînant le placement du corps de chauffe sous la fenêtre. Hormis la production d'un rideau de chaleur devant la fenêtre, un second avantage consiste de chaleur devant la fenêtre, un second avantage consiste à compenser par rayonnement la chaleur radiée par le corps humain en direction des parois froides que constituent les fenêtres.

Un rayonnement excessif en Provence du corps de chauffe se traduit par un sentiment d'inconfort étant donné que la quantité de chaleur du corps humain, transmise par rayonnement ne peut se propager librement, à un tel point qu'il s'en trouve « échauffé ». A cela s'ajoute une irritation des muqueuses nasales et buccales due au gonflement des particules du corps de chauffe, ce qui est tout aussi inconfortable.

Egalement pour des raisons de bien-être, une pièce de 2,50 m de hauteur chauffée par panneaux, exige une température maximale au plafond de 30°C ; il en est de même pour un chauffage par le sol où la température maximum admissible est de 27°C.

La figure ci-dessous montre l'échange de chaleur réciproque pour les différents types de chauffage :



Echange de rayonnement dans le cas d'un chauffage par radiateur, par le plafond ou par le sol.

Ces températures idéales ne sont en fait que des moyennes pour des salles de séjour ou de travail dans lesquelles l'effort fourni est léger. Comme mentionné précédemment, les locaux où le travail effectué est intense nécessitent une température plus faible afin que le corps humain puisse dégager, sans transpirer, sa chaleur ; par exemple :

- 12 à 15°C dans un atelier démontage
- 16 à 18°C dans une salle de machine

Un autre élément intervient ; les personnes âgées par exemple aiment avoir plus chaud que les jeunes.

Ainsi donc une température ambiante idéale n'est pas rigoureusement définissable, et cela d'autant moins que la liste des facteurs d'influence qui déterminent le confort de l'homme est loin d'être complète :

Humidité de l'air : si l'air est trop sec, nos muqueuses sont irritées davantage que lors d'une humidité normale étant donné la poussière contenue dans l'air. Par contre si l'air est trop humide, on dira « il fait lourd » car dans ce cas il nous est impossible d'évacuer librement la chaleur émise par évaporation.

Mouvement de l'air : une circulation trop importante de l'air à une température ambiante normale, accroît l'échange de chaleur par évaporation et convection et est ressentie par l'homme comme étant « du froid » ou du « courant d'air ». Etc...

Nous voyons ainsi que : la température ambiante idéale n'existe effectivement pas. En considérant une habitation confortable (ou de travail !) Nous remarquerons que :

- la température de l'air affichée et mesurée n'est pas primordiale, mais bien la température ambiante ressentie.
- dans des constructions mal isolées et aux parois extérieures à basse température, la température ambiante est ressentie plus basse qu'elle ne l'est en réalité vu que le corps perd sa chaleur superflue par rayonnement vers les murs. Remède : température ambiante un peu plus élevée. Cela est également valable pour des nouvelles constructions encore humides.

Pour toutes ces raisons, une température ambiante doit être choisie uniquement en fonction des sentiments de bien-être. Alors que les prétendues valeurs « usuelles » sont à considérer comme valeurs indicatives lors d'un premier affichage (car à quoi servent des valeurs normalisées si l'on gèle).

Si le régulateur est ajusté conformément aux sensations de bien-être, les influences dues aux différences s'équilibrent automatiquement.

Ces recommandations et ces indications de températures sont surtout valables pour la journée. En général en régime de nuit, on a recours à une réduction de la température ambiante de 4°C à 5°C et cela pour deux raisons :

- 1) pour une exploitation plus économique
- 2) pour l'hygiène (la plupart des gens aiment dormir dans un endroit frais).

Dans des constructions bien isolées, ceci est de plus en plus le cas, la réduction nocturne est seulement atteinte par temps très froid et lors d'un déclenchement du chauffage. En effet, un mur « chaud » bien isolé est non seulement une protection contre le froid mais un excellent accumulateur (voir paragraphe IV).

2 – 3 – But de la régulation dans l'habitation

La régulation a pour but de maintenir automatiquement l'ambiance des pièces à la température de confort désirée quelles que soient les perturbations extérieures, le système de chauffage, le type de construction et le mode de vie de l'utilisateur (heures d'occupation ou de repos par exemple). Ceci pour des besoins de confort mais aussi pour économiser de l'énergie.

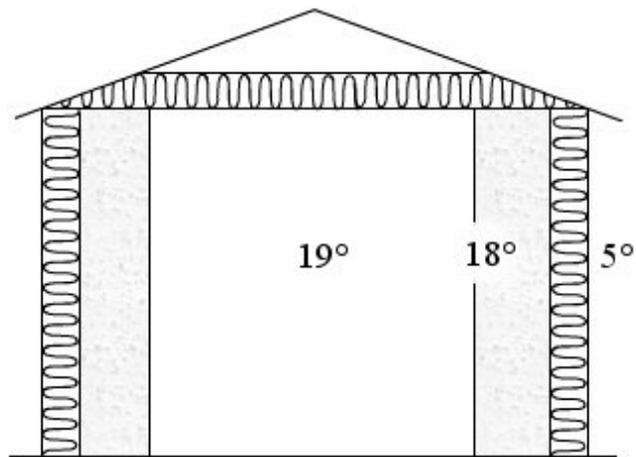
2 – 4 – Isolation et inertie :

Lors d'un abaissement brutal de la température extérieure, il y a d'une part un accroissement quasi instantané des déperditions par renouvellement d'air et par les parois vitrées et, d'autre part, avec un retard de quelques heures, un accroissement des déperditions par les parois opaques.

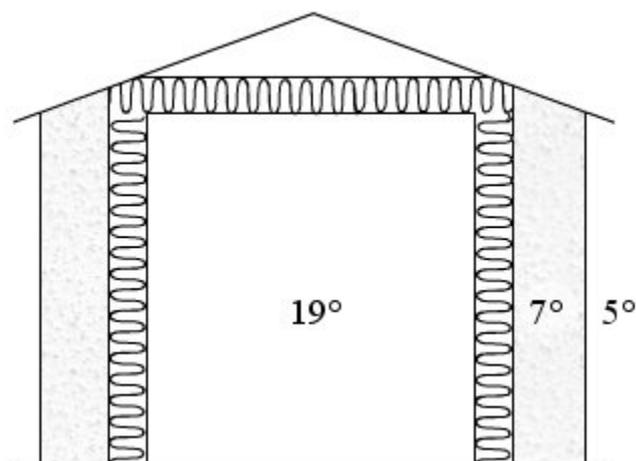
Cette perturbation aura une influence variable sur le local en fonction de la nature des parois et du type d'isolation :

Isolation extérieure : le mur, en contact avec l'air ambiant est à une température voisine de celui-ci.

En cas d'abaissement de la température d'ambiante le mur restitue alors une partie de sa chaleur et agit comme un compensateur. Le phénomène peut être considéré comme un élément de confort, par contre cette inertie thermique rend peu efficace le ralenti en période d'occupation.



Isolation intérieure : le mur en contact avec l'air extérieur, est à une température voisine de celui-ci. Toute variation accidentelle de la température ambiante ne peut être compensée par les murs du fait de la position de l'isolant et entraîne une variation momentanée et anormale de celui-ci. Par contre le ralenti de nuit devient efficace.



Sur certains régulateurs, un réglage permet de les paramétrer en fonction de l'inertie du bâtiment, c'est à dire de la réaction thermique des murs selon leur structure.

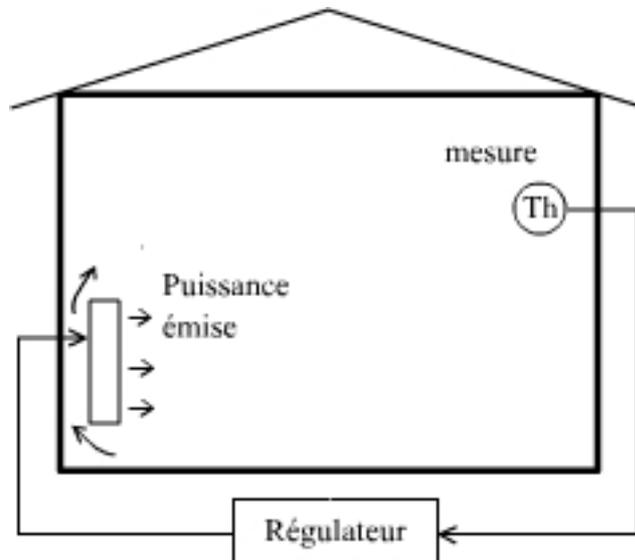
CHAPITRE II :
LES PROCÉDES DE REGULATION

II – LES PROCÉDES DE REGULATION

1 – Régulation en boucle fermée (ou en fonction de l'ambiance) :

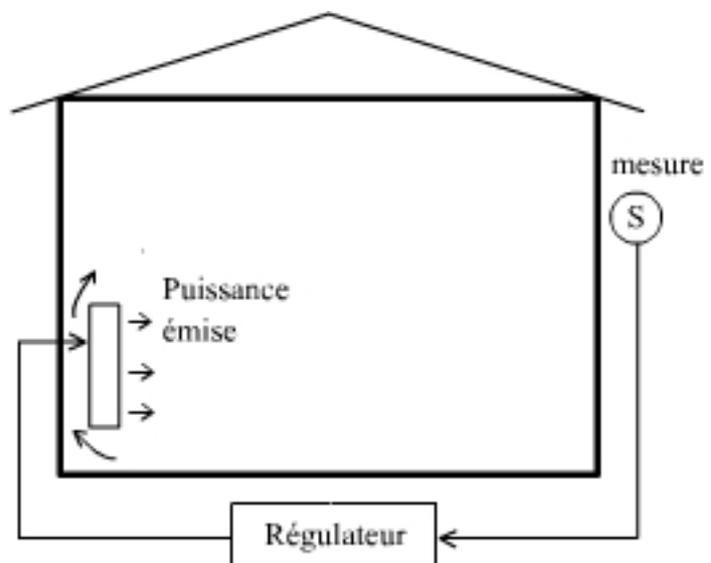
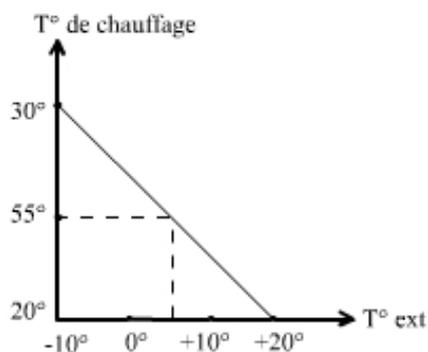
Un organe de mesure (thermostat par exemple), mesure la grandeur à régler (température ambiante du local) et agit sur l'émission de chaleur par l'intermédiaire d'un régulateur.

La régulation en boucle fermée est le procédé le plus simple pour maintenir à une valeur constante, la température d'un local.



2 – Régulation en boucle ouverte (ou en fonction de l'extérieur) :

L'organe (sonde extérieure) mesure la perturbation et agit en fonction de celle-ci sur l'émission. Le régulateur établit alors une correspondance entre la température extérieure et la puissance émise (figure ci-dessous)



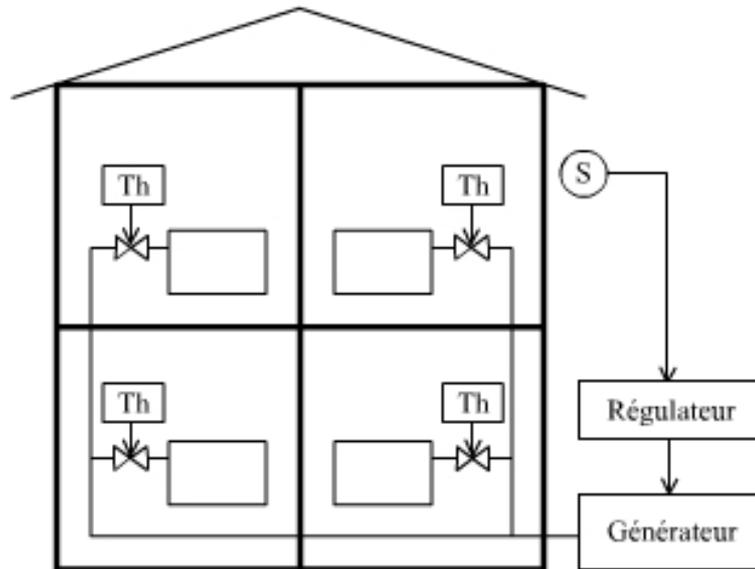
La régulation en boucle ouverte agit globalement au niveau de l'ensemble du bâtiment.

3 – Utilisation des deux procédés :

Chauffage mono-énergie :

Pour une régulation des températures ambiantes, les deux procédés sont parfois utilisés du fait de leurs avantages respectifs.

La régulation centralisée (en fonction de l'extérieur) agit sur la production de chaleur. Elle règle la température du fluide au minimum pour satisfaire les besoins et limiter les pertes de chaleur par la distribution.



Les régulateurs décentralisés (thermostats, robinets thermostatiques) réduisant la puissance émise en tenant compte des "apports gratuits" (occupation, ensoleillement, etc...), ils permettent d'individualiser les températures des locaux selon leurs usages.

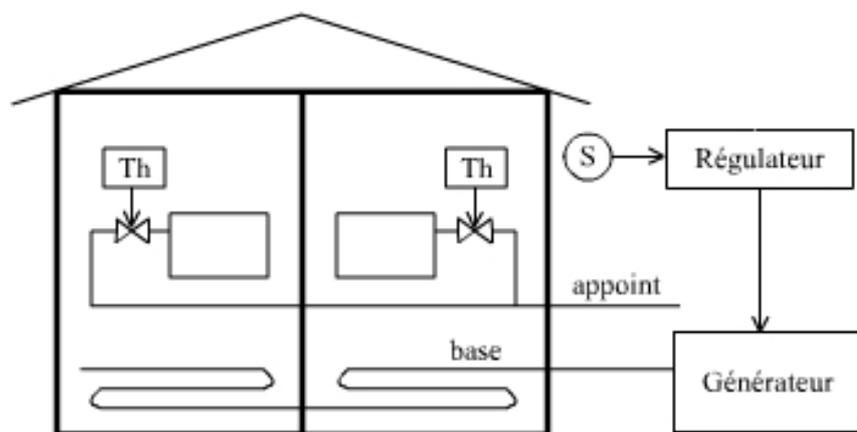
Chauffage mixte :

Deux types d'émetteurs sont installés (plancher chauffant et radiateurs par exemple). Il s'agit de faire un réglage : "base + appoint".

La base : (plancher chauffant) assure la plus grande partie du chauffage. Le réglage est assuré en fonction de l'extérieur.

L'appoint : est réglé en fonction de l'extérieur par un thermostat ou un robinet thermostatique sur chacun des émetteurs.

Remarque : le plancher chauffant est un système économique mais qui manque de souplesse à l'utilisation du fait de la grande inertie du plancher. Aussi est-il judicieux d'ajuster les écarts rapides des températures grâce à un appoint plus souple (radiateurs).



CHAPITRE III :
LES VANNES DE REGLAGE

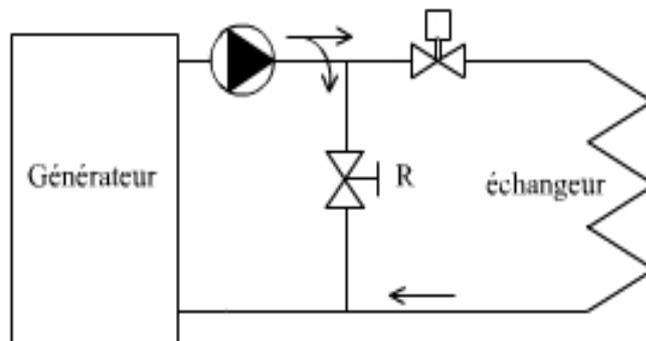
III – LES VANNES DE REGLAGE

1 – Les types de vannes :

1 – 1 – Réglage de la puissance par variation du débit dans l'échangeur :

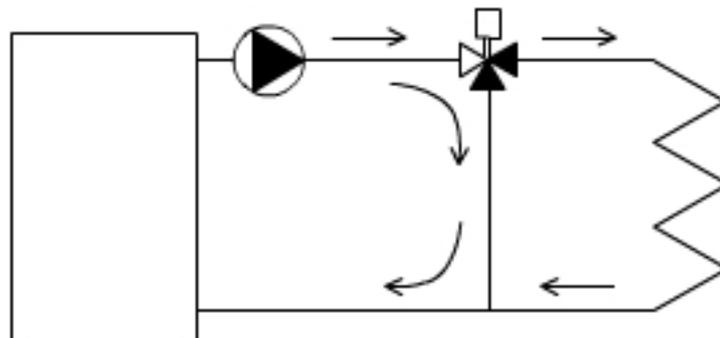
VANNE À 2 VOIES :

Lors de la fermeture de la vanne, le circulateur doit pouvoir assurer un débit constant (par exemple sur un circuit bi-passe "R")

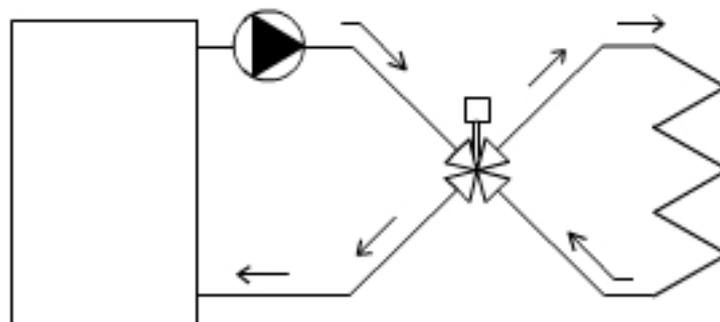


VANNE À 3 VOIES :

Montage en décharge

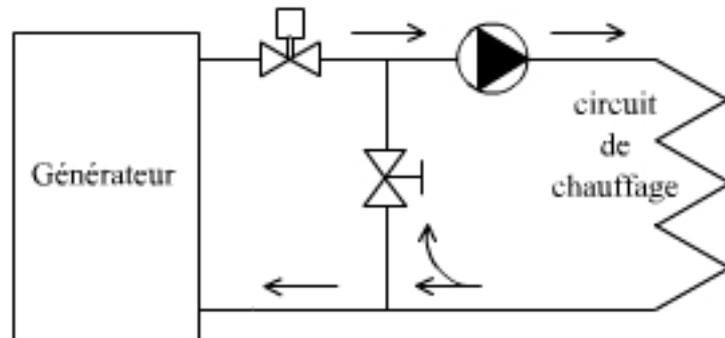


VANNE À 4 VOIES :

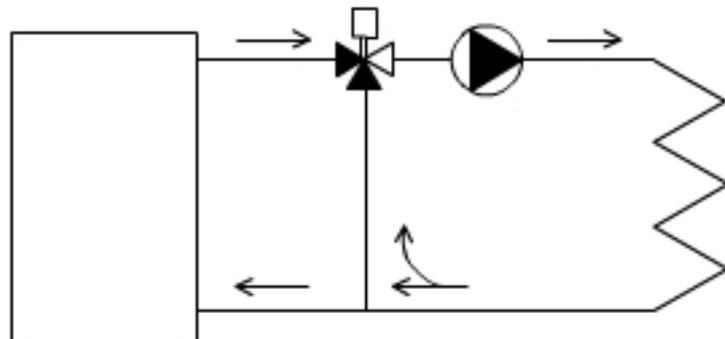


Dans les 3 cas précédents, la vanne règle simplement le débit dans l'échangeur, qui peut être par exemple un accumulateur d'eau chaude sanitaire, un aérotherme, etc....

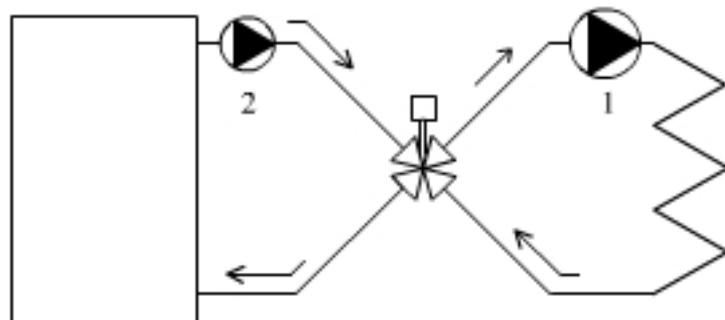
La vanne sera généralement placée à proximité de l'appareil à réguler .

1 – 2 – Réglage de la puissance au moyen d'un mélange :**VANNE À 2 VOIES :****VANNE À 3 VOIES :**

Montage en mélange

**VANNE À 4 VOIES :**

Le circulateur 2 assure un débit constant sur le retour du générateur afin d'éviter le 'point de rosée'.



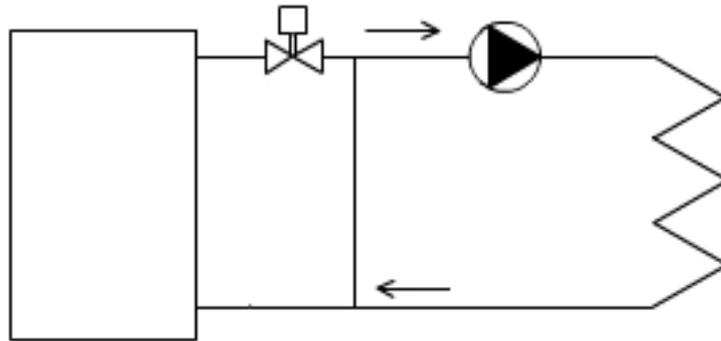
La vanne permet dans les 3 cas précédents, un débit constant vers l'installation et assure une variation de température par mélange entre l'eau chaude sortant du générateur et l'eau refroidie en provenance de l'installation.

C'est ce type de réguler la température d'une installation de chauffage centrale par radiateurs, plancher chauffant, etc....

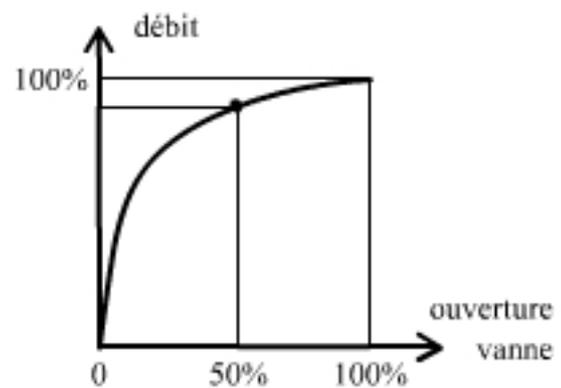
La vanne sera alors généralement placée en chaufferie.

2 – Choix de la vanne :**2 – 1 – L'autorité d'une vanne "a" :**

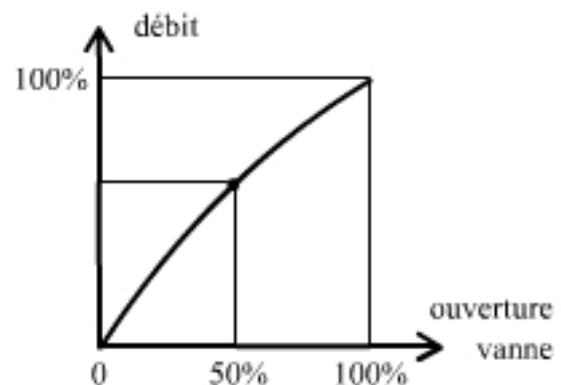
Considérons une vanne à 2 voies montée sur un circuit :



Si la vanne a une résistance hydraulique faible par rapport à celle de l'échangeur, sa fermeture à partir de la position d'ouverture totale ne procure qu'une faible variation de débit.



Si la résistance de la vanne est importante par rapport à la résistance de l'échangeur, son action sur le débit sera plus sensible.



On obtient une variation du débit en fonction du 'Kvs' de vanne, qui dépend de son autorité "a".

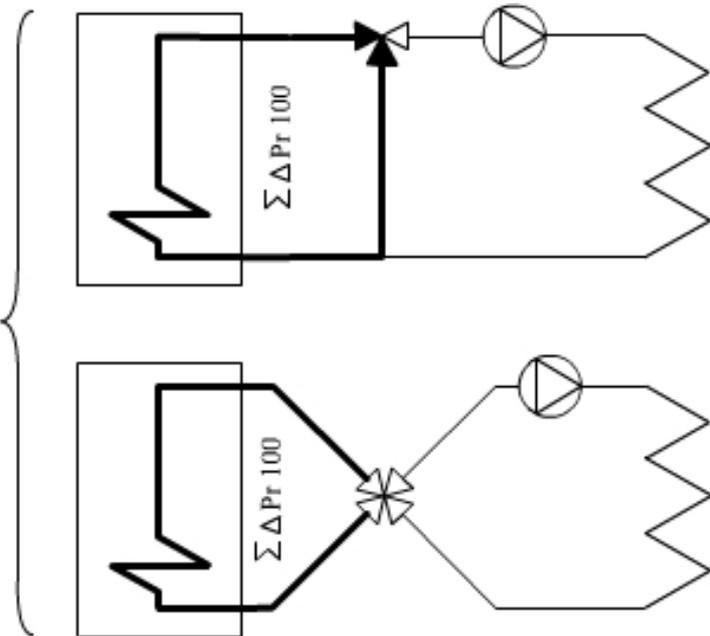
$$a = \frac{\Delta P_v 100}{\Delta P_v 100 + \sum \Delta P_r 100}$$

$\Delta P_v 100$ = perte de charge dans la vanne ouverte.

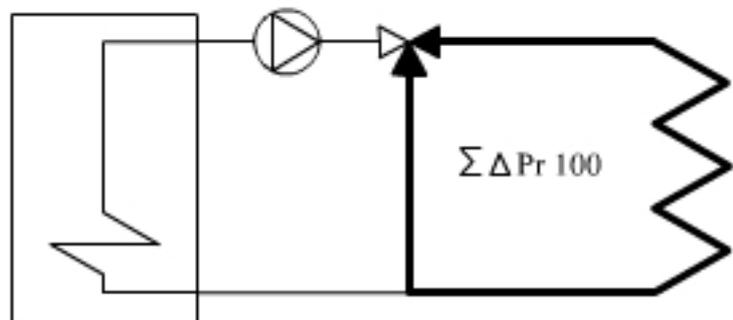
$\sum \Delta P_r 100$ = somme des pertes de charge dans le circuit parcouru par le débit variable, c'est-à-dire le circuit dans lequel le débit est nul lorsque la vanne est fermée.

Exemples :

Dans le cas d'une vanne 3 voies montées en mélange ou d'une vanne 4 voies, c'est le circuit générateur qui est à prendre en considération.



Dans le d'une vanne 3 voies montée en décharge, c'est le circuit échangeur dont les pertes de charge seront estimées.



Si $a=1$: la perte de charge est trop grande.

Si $a=0$: la vanne fonctionne en tout ou rien (elle pompe)

Dans la pratique on prend généralement :

$$a = 0,5$$

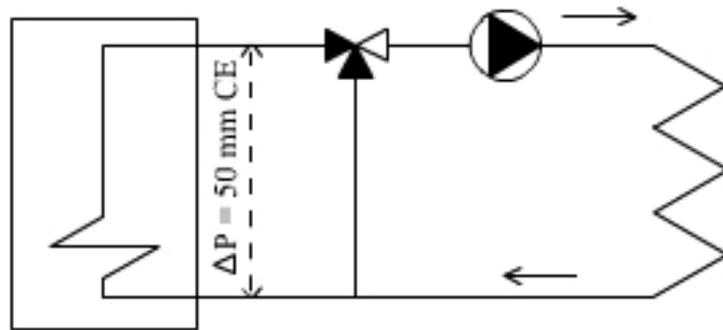
Soit : $\Delta P_v 100 = \Delta P_r 100$

C'est-à-dire que la perte de charge dans la vanne ouverte sera égale aux pertes de charge du circuit défini ci avant. On remarque que la vanne aura toujours une résistance supérieure ou à défaut au moins égale à celle de l'appareil placé sur le circuit à débit variable (générateur).

La valeur de l'autorité est déterminée à partir des données utilisées dans les calculs de dimensionnement de l'installation. A défaut de connaître ces données on prendra une valeur de perte de charge de vanne, comprise entre la valeur et 2 fois la valeur de la perte de charge de l'appareil (générateur ou échangeur) donnée par le constructeur.

Exemple :

Si pour une vitesse de circulation donnée, le constructeur de la chaudière indique une perte de charge de 50mm de CE :



On pourra prendre une vanne 3 voies ayant un ΔP_v 100 compris entre 50 mm et 100 mm de CE.

2 – 2 – La caractéristique "Kv"

Le coefficient "Kv" représente un débit en m^3/h traversant une pression différentielle de 1bar (différence entre la pression à l'entrée de la vanne et la pression à la sortie)

Cette définition ne trouve pas son application dans la pratique, puisque la pression différentielle n'est pas égale à 1 bar et augmente sur la vanne lors de la fermeture. Mais elle permet au constructeur de définir les caractéristiques d'une vanne indépendamment du circuit qu'elle devra réguler.

La valeur maximale de « Kv », vanne ouverte, est appelée « Kvs ».

« K_{VS} » est utilisée par les constructeurs pour caractériser la vanne et permettre son dimensionnement.

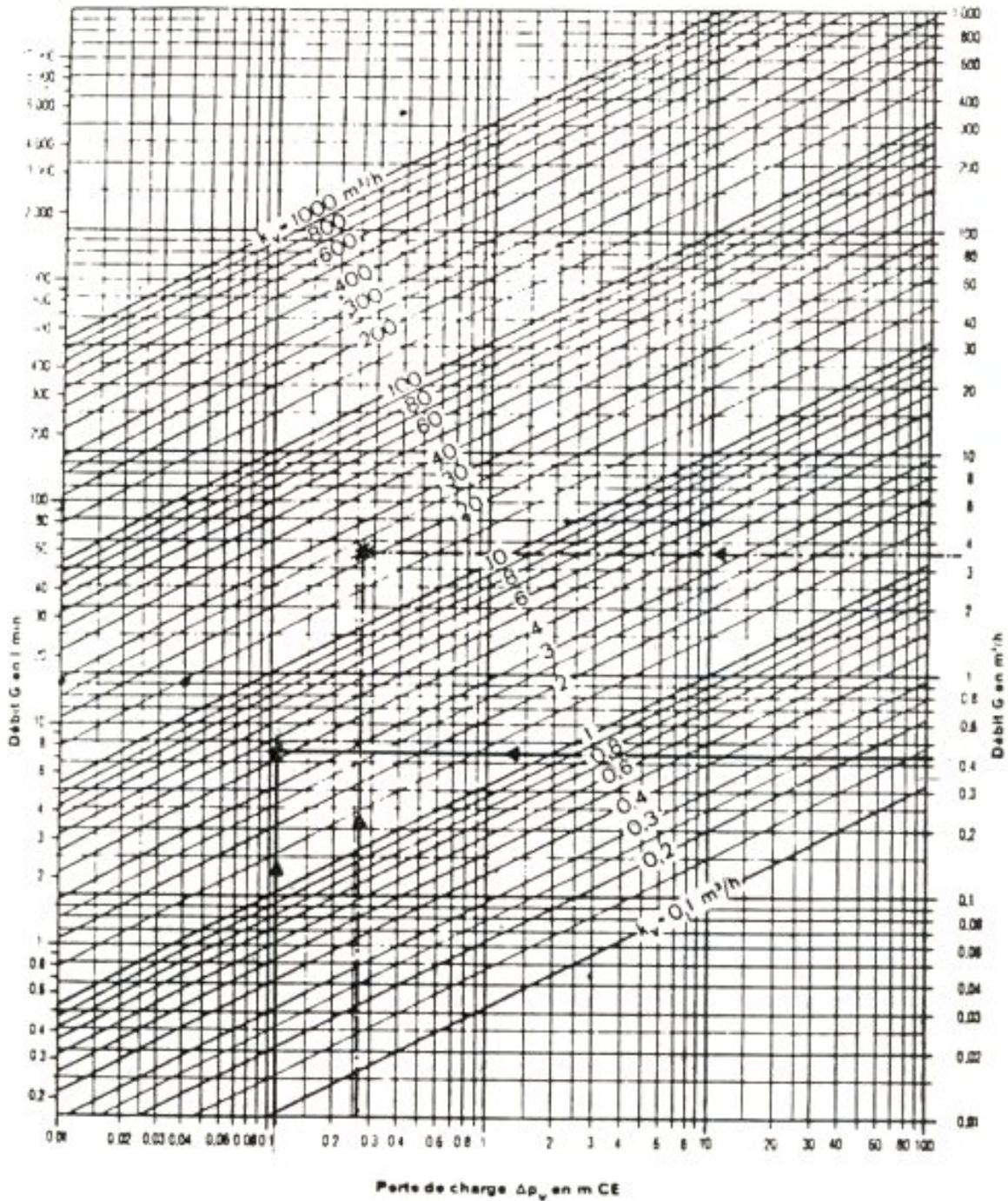
Diagramme des « Kv » :

La page 20 présente un diagramme permettant de relier débit et charge de la vanne. L'intersection des deux caractéristiques permet de lire directement le « KV » sur une oblique.

Dans les catalogues des constructeurs, chaque oblique est parfois repérée directement par le modèle de la vanne à la place de sa valeur.

ECP 004 12 12

Diagramme I pour la détermination du coefficient de vanne k_v (m^3/h) pour l'eau



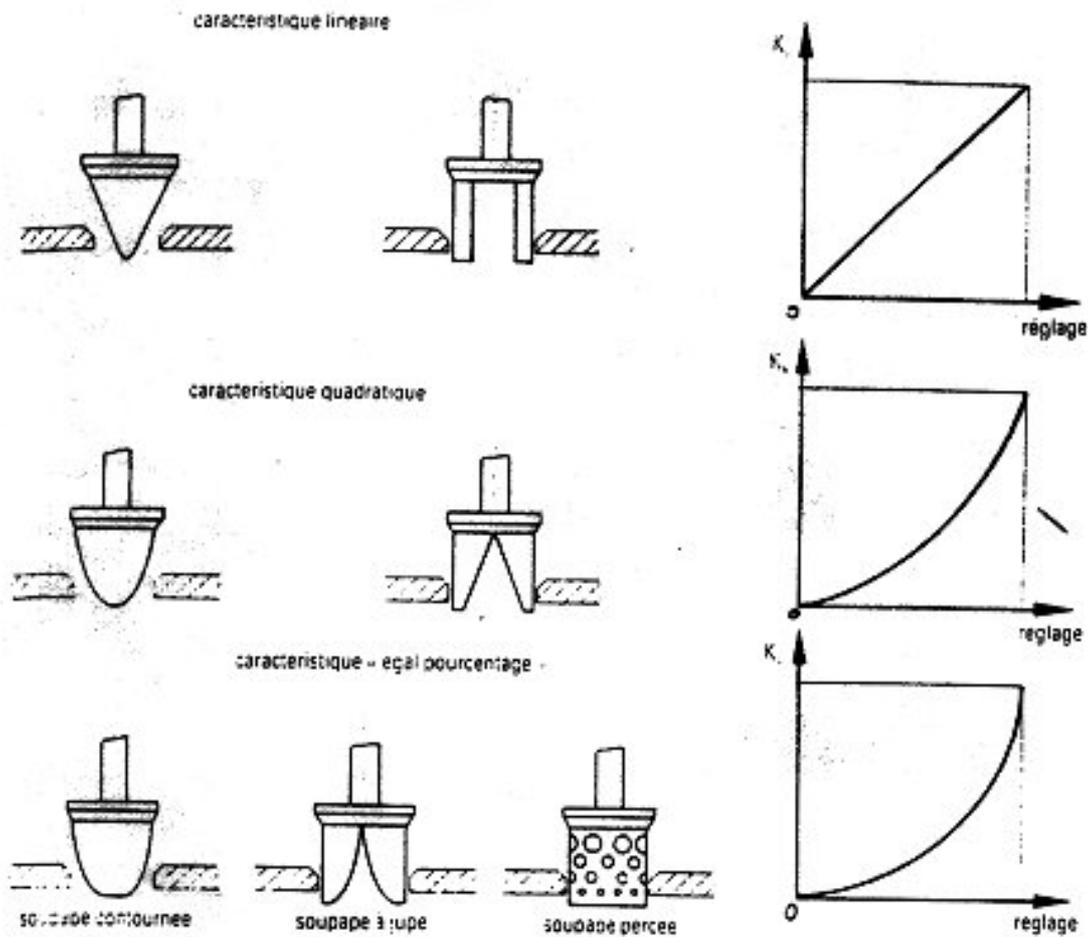
1^{er} Exemple illustré: $Q = 72\ 000$ kcal/h, $\Delta t = 20^\circ C$, $\Delta p_v = 0,25$ m CE
 Résultat: $k_v = 23$ m³/h ($G = 3,7$ m³/h)

2^{ème} Exemple: Débit = $9,46$ m³/h $\Delta p_v = 9,4$ m CE
 Résultat: $KV = 4,5$ m³/h

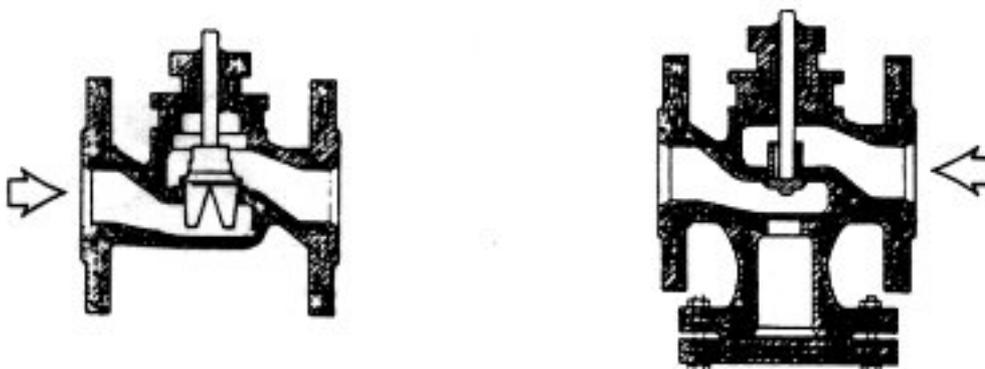
3 – Les vannes à 2 voies :

Les corps des vannes à 2 voies pour un réglage progressif sont presque toujours des vannes à soupapes.

L'évolution du Kv de la vanne pour toute la course de réglage, dépend de la forme de la soupape (voir les figures ci-dessous) :



A l'inverse des électrovannes, le sens du fluide doit aider à lever le clapet, ceci pour éviter les risques de claquement à l'approche de la fermeture.



Ce type de vanne est prévu pour effectuer le réglage d'un débit et non la fermeture d'un circuit.

La vanne doit conserver une bonne étanchéité pendant toute sa durée d'utilisation. Pour ce faire il est recommandé de placer des filtres sur les tuyauteries afin d'éviter la détérioration du siège.

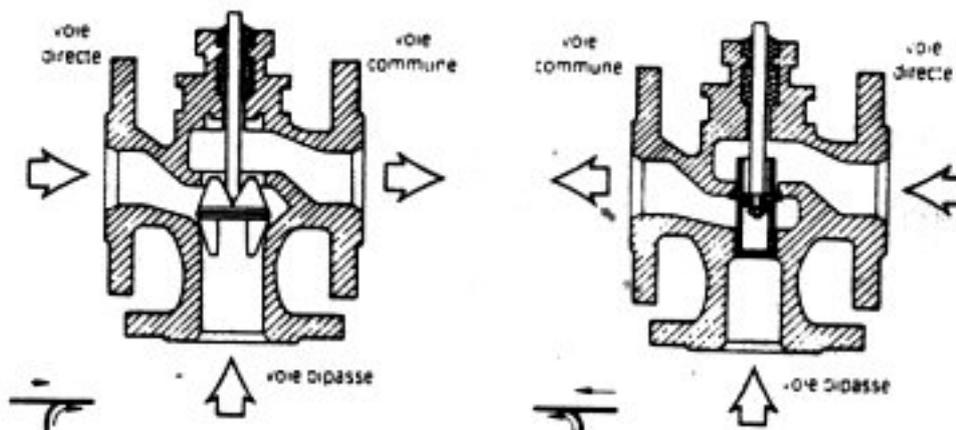
L'usure par frottement de la soupape, entraîne une modification de la soupape (régulation qui "pompe").

4 – Les vannes à 3 voies :

Elles sont de deux types :

4 – 1 – à soupape:

Elles sont actionnées par le déplacement linéaire de la tige. La soupape est profilée comme celle des vannes à 2 voies.



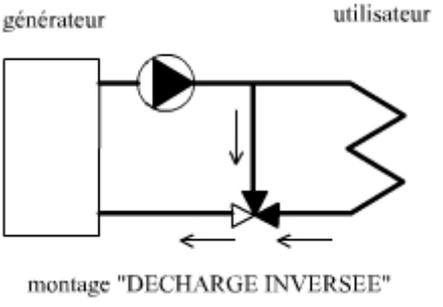
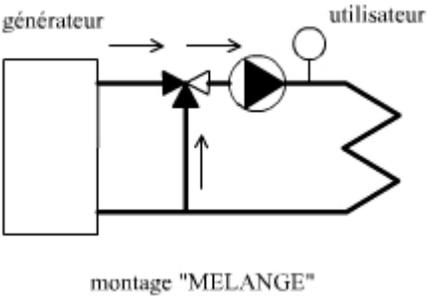
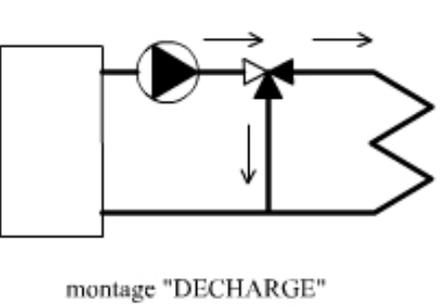
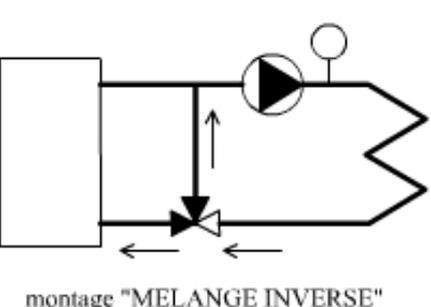
- Coupe de vanne à trois voies à soupape. Les sens de circulation doivent tendre à lever le clapet. La circulation du fluide est donc ici convergente.

4 – 2 – à secteur :

La totalité de la course est obtenue par une rotation de l'axe de 90°.

L'étanchéité de ces vannes est généralement moins bonne que celle des vannes à soupape. Aussi il est souvent conseillé de les alimenter en "décharge" ou en "mélange inversé" pour que la pression différentielle exercée sur le secteur améliore l'étanchéité.

Une vanne à 3 voies permet de régler une puissance par variation du débit ou de la température. Ces deux solutions offrent quatre possibilités de montage (voir figures page 26) :

	Réglage de la puissance par VARIATION DE DEBIT	Réglage de la puissance par VARIATION DE TEMPERATURE PAR MELANGE
Vanne à soupape (débits convergents dans la vanne)	 <p>montage "DECHARGE INVERSEE"</p>	 <p>montage "MELANGE"</p>
Vanne à secteur (débits divergents dans la vanne)	 <p>montage "DECHARGE"</p>	 <p>montage "MELANGE INVERSEE"</p>

Les précautions d'emploi des vannes à 3 voies sont les même que pour les vannes à 2 voies, cependant il est important de s'assurer que les pertes de charges du circuit à débit variable y compris la vanne, sont inférieurs à la moitié de la pression motrice de la pompe et que le circuit en biseau présente un minimum de résistance.

Les voies ne sont pas interchangeables .Elles sont repérées par des gravures sur le corps.

La voie biseau est généralement perpendiculaire aux deux autres.

Il est important de respecter les spécifications des constructeurs.

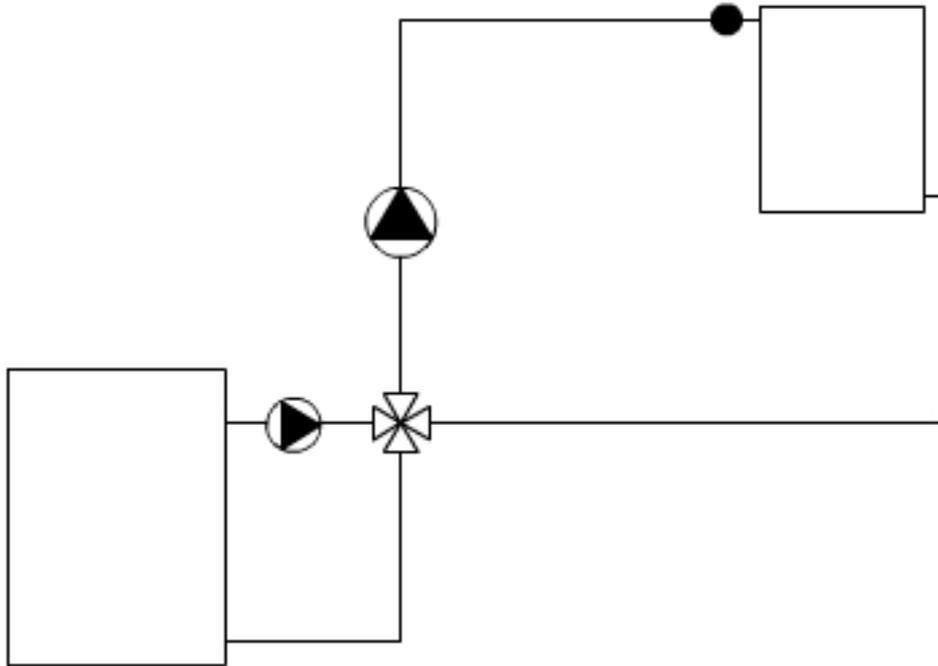
5 – Les vannes à 4 voies:

Leur conception est identique à celle des 3 voies à secteur. Une rotation de l'axe de 90° assure la totalité de course.

Les vannes à 4 voies ne sont utilisées que pour le réglage de la température de l'eau au départ des petites installations de chauffage.

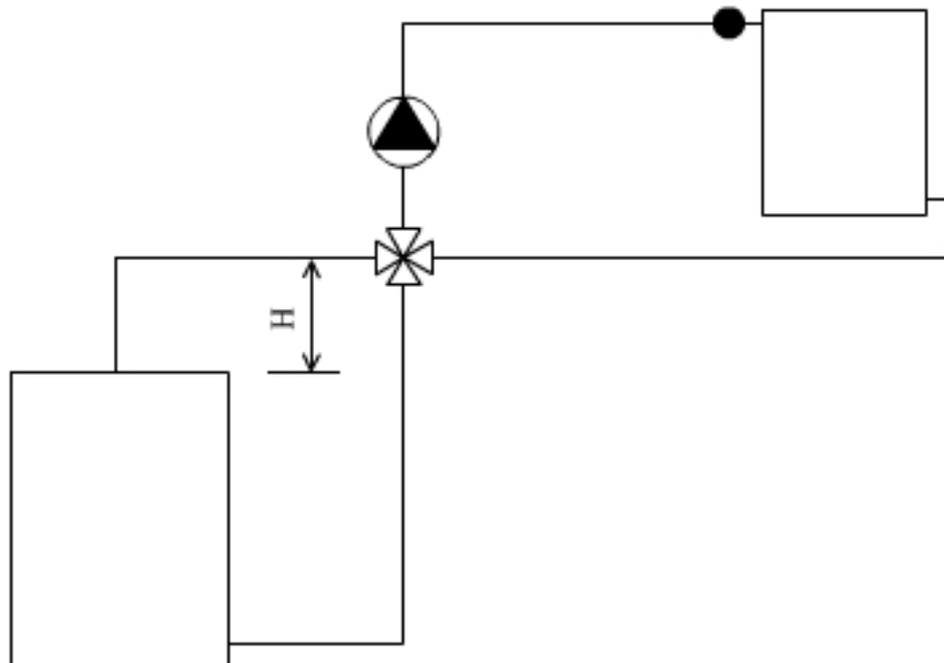
Elles ont l'avantage de permettre un mélange au retour de la chaudière pour réchauffer celui-ci et limiter les effets de condensation dans le foyer (point de rosée).

Les deux circuits sont alors pourvus d'une pompe :



En installation individuelle, il est possible de profiter de l'effet thermosiphon pour permettre une circulation dans le circuit chaudière.

Il est cependant prudent pour assurer cette circulation, de placer la vanne le plus haut possible au dessus de la chaudière ("H" sur figure ci dessous), tout en conservant son accessibilité.



Pour assurer une bonne régulation des débits, il est important de suivre les recommandations du constructeur de la vanne.

CHAPITRE IV :
CHOIX DU SYSTEME DE REGULATION

IV – CHOIX DU SYSTEME DE REGULATION

PRINCIPAUX CRITERES :

- La "régulation centralisée" doit être adaptée aux exigences du générateur et de l'installation.
- Une "régulation décentralisée"(robinets thermostatiques) sera plus appropriée pour récupérer les chaleurs gratuites.
- Une horloge de programmation doit permettre à l'usager d'adapter aisément les températures à son mode de vie.

1 – Régulation par l'ambiance ou par l'extérieur ? :

Le choix doit être fait principalement en fonction du type d'habitation :

a) Pour un appartement ou une maison individuelle de plain-pied, il est préférable de choisir une régulation canalisée en fonction de l'ambiance plus des robinets thermostatiques dans les pièces où il y a des apports de chaleur gratuite (figure "a" [page 80](#)).

Une régulation par l'extérieur est également possible mais cette solution est inutilement plus sophistiquée et plus onéreuse.

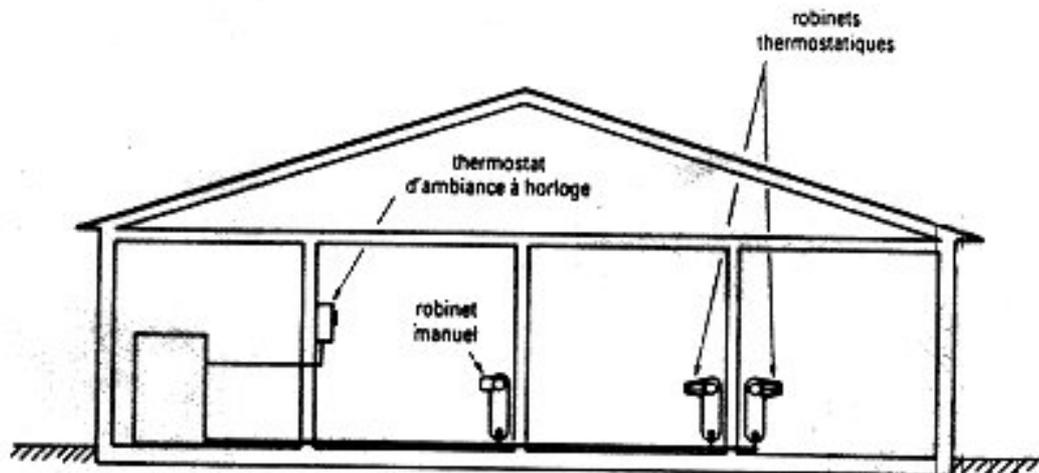
b) Pour une habitation plus importante et dont les pièces sont thermiquement indépendantes (étages, locaux non occupés en permanence, etc...), il est préférable de choisir une régulation centralisée en fonction de l'extérieur plus des robinets thermostatiques (fig. b [page 80](#))

Si la régulation centralisée est placée dans un local d'accès difficile, il faut installer une commande à distance à portée de la main, dans l'une des pièces à vivre.

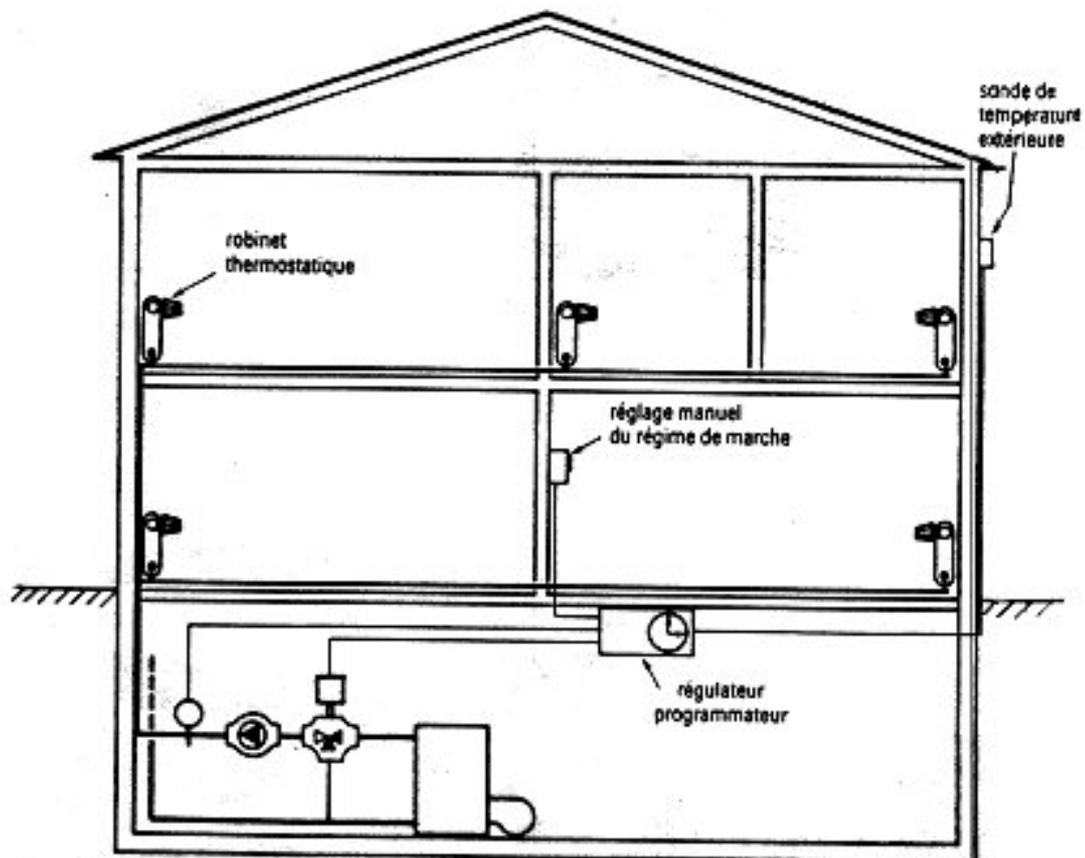
Nota : Dans tous les cas la régulation est équipée d'une horloge journalière ou hebdomadaire.

EXEMPLES DE SOLUTION POUR LA REGULATION
D'UNE INSTALLATION DE CHAUFFAGE INDIVIDUELLE

a) En fonction de l'ambiance:



b) En fonction de l'extérieur:



2 – Les chaudières à fioul ou gaz :

La régulation centrale doit permettre :

- De commander la marche et l'arrêt du brûleur de la chaudière.
- De régler la température de l'eau du chauffage en fonction des besoins.

Le choix de la régulation dépend avant tout de la possibilité ou non de faire varier la température de l'eau de la chaudière.

A – CHAUDIERE A TEMPERATURE CONSTANTE :

La chaudière est maintenue à température constante dans les deux cas :

- La chaudière risque d'être endommagée par la corrosion (c'est souvent le cas des chaudières en acier).

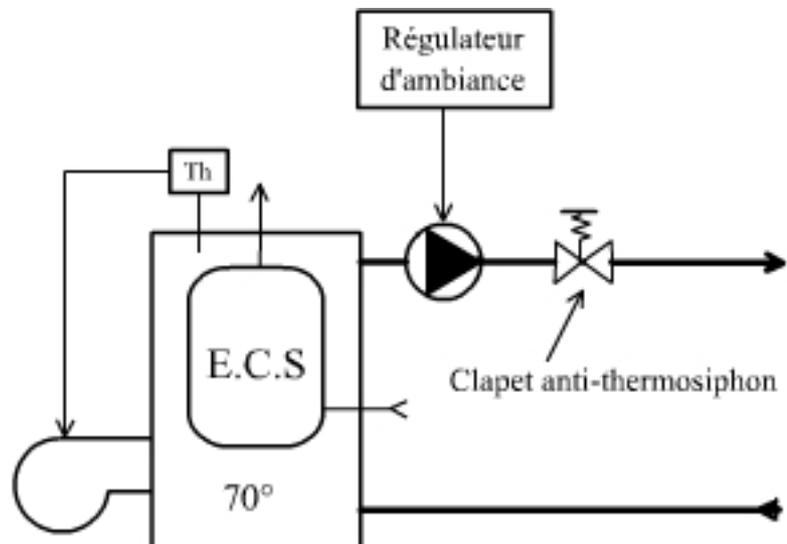
La température de l'eau de retour doit être supérieure à 55°C .De ce fait l'aquastat doit être réglé au moins à 65° ou 70°C.

- La chaudière assure la production d'eau chaude sanitaire

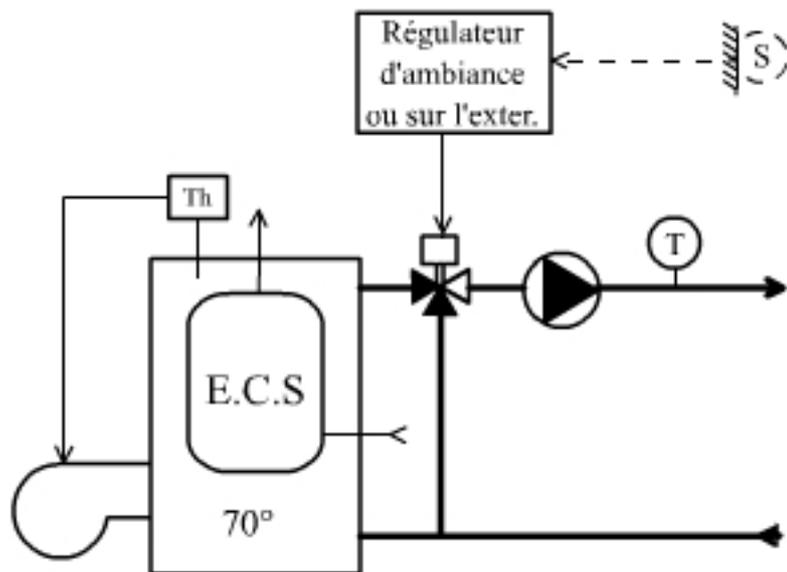
Deux solutions peuvent satisfaire ces besoins :

1°) La commande marche-arrêt du circulateur. La solution est simple mais entraîne des inconvénients :

- Evolution des températures ambiantes avec forte amplitude.
- Risque de bruits de dilatation.



2°) Le réglage de température de l'eau du départ au moyen d'une vanne mélangeuse à 3 ou 4 voies, motorisée est commandée par un régulateur d'ambiance ou par l'extérieur. Cette solution est souvent plus coûteuse; mais permet une meilleure stabilité de la température ambiante.



B – CHAUDIERE A TEMPERATURE VARIABLE :

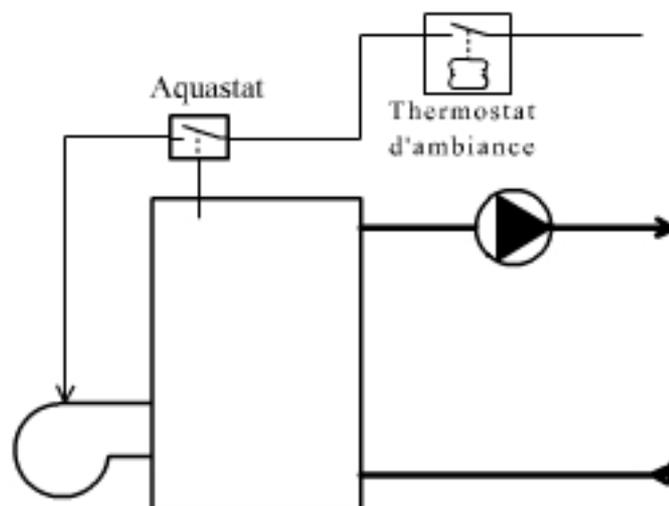
a) pour le chauffage uniquement :

Certaines chaudières fioul ou gaz à brûleur soufflés peuvent fonctionner à des températures inférieures à 55°C sans risque de corrosion (chaudière à très basse température).

Les chaudières **gaz à brûleurs** atmosphériques peuvent généralement fonctionner à des températures inférieures à 55°C sans inconvénient.

Si la chaudière n'assure pas le réchauffage de l'eau sanitaire, la régulation la plus simple consiste à commander la marche ou l'arrêt du brûleur sous l'action du thermostat d'ambiance.

Le thermostat est alors raccordé en série avec l'aquastat, qui sert dans ce cas de limitation (sécurité) de la température de l'eau de la chaudière. (fig. ci-dessous)



L'aquastat sera réglé manuellement au cours de la saison de chauffe en fonction des besoins.

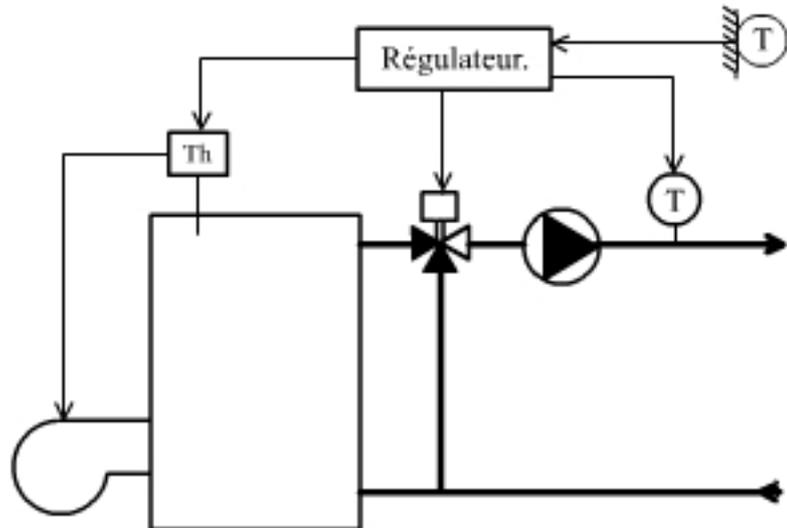
Cette solution permet de réduire les pertes par rayonnement et par les fumées, mais entraîne des "gains de chaleur" dans la distribution de l'eau du chauffage.

Pour palier à cet inconvénient il est possible de placer une vanne à 3 ou 4 voies sur le circuit.

Le régulateur agira sur le brûleur et sur la vanne pour affiner la température du départ de l'eau chaude.

Le régulateur règle la température de la chaudière pour limiter les pertes et **affine la température** par la commande de la vanne.

Ce type de régulateur est souvent en fonction de l'extérieur.



b) Pour la production mixte (chauffage + sanitaire) :

Une chaudière à température variable est généralement prévue pour une production alternée du chauffage et de l'eau chaude sanitaire, avec une priorité à l'ECS.

C'est le cas des chaudières murales qui peuvent de ce fait être réglées par un simple thermostat d'ambiance.

La solution proposée par la figure ci-dessus peut également convenir pour une chaudière mixte :

La vanne mélangeuse compense les modifications de la température de la chaudière au moment des demandes en ECS.

Les chaudières murales à gaz utilisant les technologies les plus variées. Il **est** nécessaire de suivre les indications données par chaque constructeur.

C) LES INSTALLATIONS BI-ENERGIES :

a) Chaudière électrofioul :

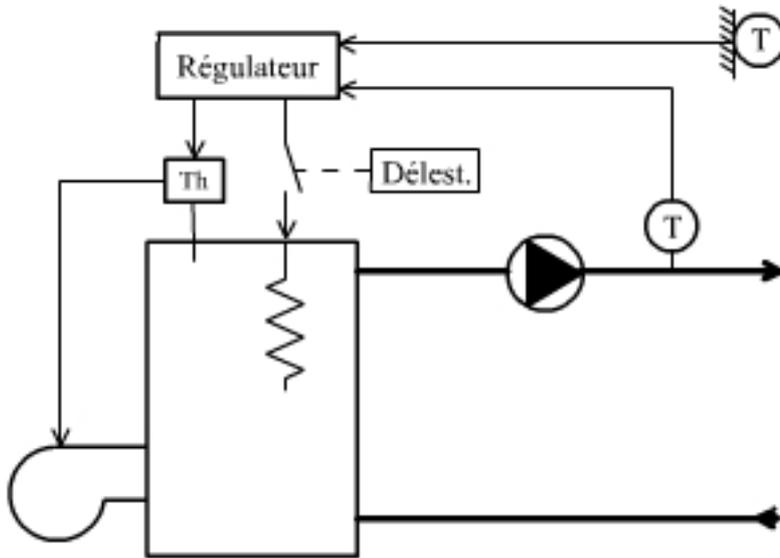
La chaudière est équipée d'un brûleur fioul et de résistance de chauffage électrique.

Les résistances couvrent 50 % des besoins en chauffage alors que le brûleur assure la totalité de ses besoins.

Dans ce système l'énergie électronique étant utilisée avec un tarif préférentiel, les résistances enclenchées en priorité par le régulateur.

Ce dernier ne commandera le brûleur fioul que si les résistances électriques ne suffisent pas à maintenir la température.

Pendant ces périodes où le réseau E D F est surchargé (22 jours "E J P "), les résistances sont délestées automatiquement et seul le fioul fonctionne.

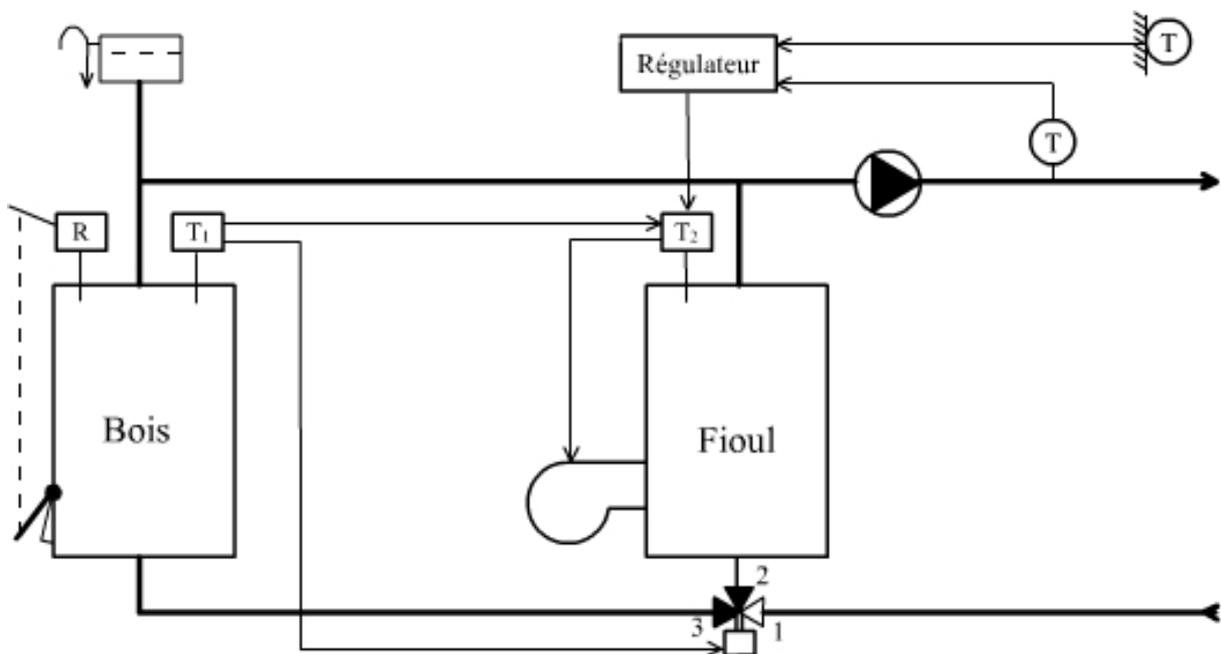


b) Chaudière fioul + chaudière à bois :

Les deux chaudières sont raccordées en parallèle et l'installation fonctionne alternativement.

La chaudière à bois est maintenue à la température désirée au moyen d'un régulateur à chaînette à réglage manuel ("r" sur la figure ci-dessous).

Le chargement du bois et l'allumage sont également des opérations manuelles.



Un aquastat "T1" placé sur la chaudière bois, est réglé à une température fixe (35 °C en moyenne) .

Il commande l'ouverture de la voie "3" de la vanne déviatrice, permettant ainsi l'irrigation de la chaudière bois, et il interdit le fonctionnement de la chaudière fioul.

Lorsque le chargement de bois est totalement consommé et que la température de l'eau de la chaudière descend en dessous de 35°C , l'aquastat "T1" commande la fermeture de la voie "3" et l'ouverture de la voie "2" de la vanne pour irriguer la chaudière fioul .

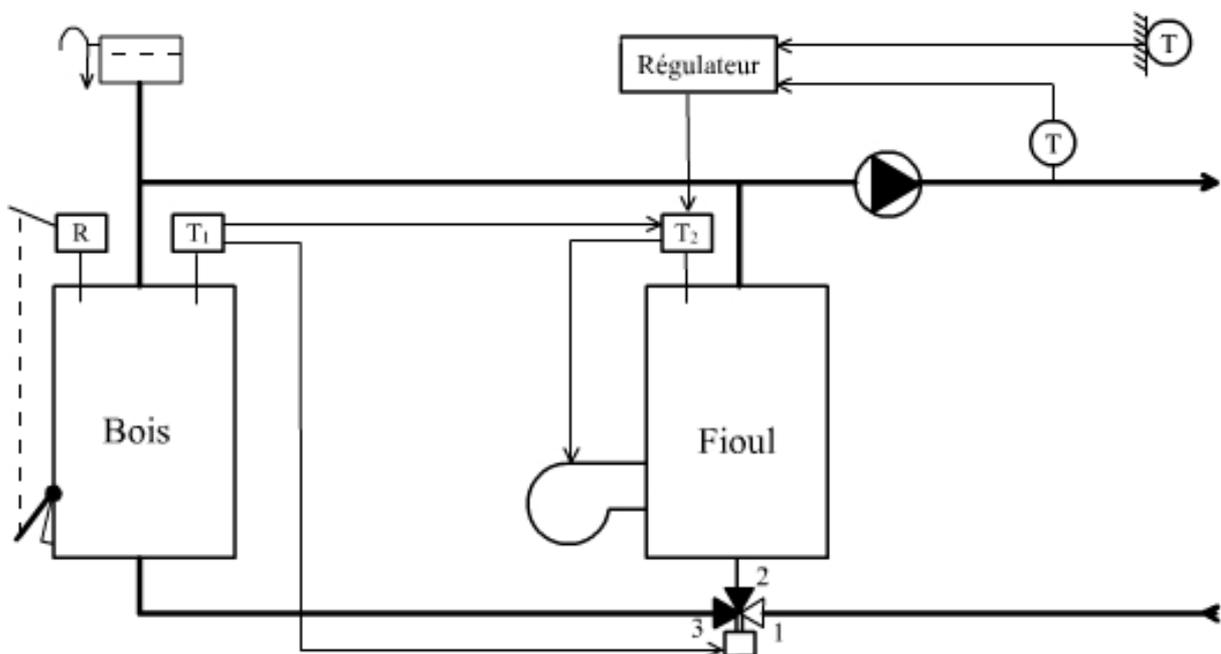
Le contact inverseur de T1, raccordé en série sur T2 permet la mise en route du brûleur fioul après une temporisation de sécurité de 10 à 15 mn.

On choisira dans ce cas la régulation tout ou rien par action sur le brûleur qui permet une bonne irrigation de la chaudière en fonctionnement par la totalité du débit de l'installation.

c) Chaudière fioul + pompe à chaleur :

La pompe à chaleur est montée en dérivation sur le retour de l'installation pour permettre un fonctionnement simultané des deux générateurs.

Si l'installation n'a pas une capacité thermique suffisante ou si son débit risque d'être considérablement réduit par l'action de robinets thermostatiques par exemple, il faut installer un ballon tampon. En effet le condenseur de la P A C doit être irrigué par un débit minimum préconisé par le constructeur.



Evaluation de fin de module

- 1°) Quel est le but de la régulation dans l'habitation ?
- 2°) Décrire l'influence de l'isolation sur l'inertie du bâtiment .
- 3°) Quelle est la différence entre régulation en boucle fermée et celle en boucle ouverte ?
- 4°) Comment se fait le réglage de la puissance par variation d'un débit dans un échangeur ?
- 5°) décrire par un schéma un système de régulation chaudière fioul+chaudière à bois.

Liste des références bibliographique.

Ouvrage	Auteur	Edition
Régulation	A.F.P.A	
Régulation	AICVF	PYC édition