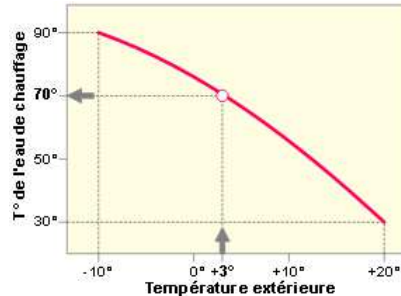




Les régulateurs climatiques et le réglage des courbes de chauffe

Beaucoup d'installations de chauffage sont réglées en fonction d'une ou de plusieurs sondes extérieures. Ce type de régulation établit une correspondance entre la température de l'eau de l'installation et la température extérieure. Cette correspondance est appelée courbe de chauffe.



Par exemple, quand la température extérieure est de 3°C, la température de l'eau de chauffage est réglée à 70°C.

Une courbe de chauffe, dépend du type de bâtiment, de l'installation et du confort recherché.

Théoriquement, elle ne doit varier que si un de ces 3 paramètres est modifié. Par exemple, si une isolation complémentaire est apportée au bâtiment. Peu de gestionnaires savent comment on effectue le réglage de la courbe de chauffe. Voici donc comment optimiser le réglage en fonction des différentes situations que l'on peut rencontrer : nouvelle installation, rénovation des bâtiments, plaintes des occupants, ...

Elle doit ainsi permettre de tirer un profit maximum de la régulation que ce soit du point de vue de la consommation d'énergie ou du point de vue du confort.

- **Pourquoi une courbe de chauffe ?**
- **La courbe de chauffe : besoins variables, température variable**
- **Représentation de la courbe de chauffe sur les régulateurs**
- **Fonctions complémentaires des régulateurs climatiques**
- **Le réglage de la courbe de chauffe dans la pratique**
- **Situation 1 - Premier réglage**
- **Situation 2 - Ajustement en mi-saison**
- **Situation 3 - Ajustement en hiver**
- **Situation 4 - Isolation de l'enveloppe**

Pourquoi une courbe de chauffe ?



Des installations de chauffage surpuissantes

Dans la pratique, toutes les installations de chauffage sont, durant la majeure partie de la saison de chauffe, surpuissantes par rapport aux besoins réels.

Exemple.

La puissance des installations de chauffage est proportionnelle à la différence de température maximale entre l'intérieur et extérieur. Pour la région de Namur, la puissance calculée est proportionnelle à $20^\circ - (-9^\circ) = 29^\circ$.

Or la température extérieure moyenne durant la saison de chauffe est de 5°C.

Donc, en moyenne, la puissance nécessaire est proportionnelle à $20^\circ - 5^\circ = 15^\circ$. Il en résulte un facteur moyen de surdimensionnement de $29^\circ / 15^\circ = 2$.

Et c'est sans compter sur les majorations pour sécurité et imprécisions de calcul.

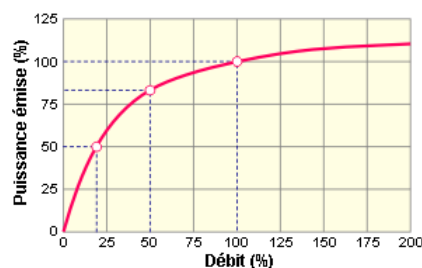
Comment adapter la puissance des corps de chauffe aux besoins réels ?

La puissance calorifique émise par un corps de chauffe donné dépend de la température de l'eau l'alimentant, de son débit d'irrigation et de la température ambiante.

Adapter le débit en fonction des besoins : une solution limitée !

La première adaptation que l'on pourrait imaginer est la réduction du débit d'eau en fonction des besoins. C'est le rôle qui est généralement dévolu aux **vannes thermostatiques**. Cette solution est rarement satisfaisante.

En effet, la puissance d'un radiateur varie peu en fonction de son débit.



Puissance émise par un radiateur en fonction de son débit d'eau. Par exemple si on veut diminuer de 50 % la puissance ($T_{ext} = +5^{\circ}\text{C}$ au lieu de -10°C), le débit dans le radiateur doit être abaissé à $\pm 20\%$ de son débit nominal.

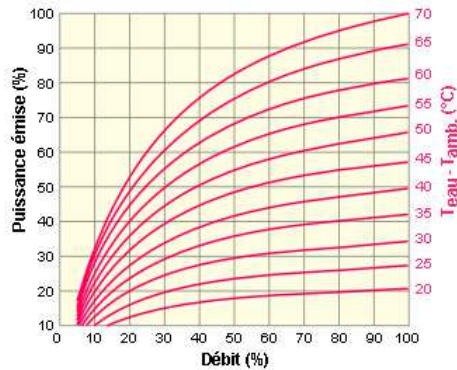
La course utile des vannes thermostatiques étant extrêmement petite (environ 0,5 mm), exiger d'importantes réductions de débit (plus de 80 %) les oblige à fonctionner dans des conditions extrêmes (moins de 0,1 mm d'ouverture). Cela leur est impossible.

Par ailleurs, on remarque que pour les faibles débits, une petite variation de position de la vanne provoque une importante variation de puissance du radiateur. La température ambiante fluctuera en conséquence. Dans ces conditions, la vanne thermostatique s'ouvrira et se fermera perpétuellement, essayant de corriger ses erreurs. Jamais elle ne trouvera son point d'équilibre.

Les vannes thermostatiques ne peuvent donc être utilisées que comme organe de réglage final et non comme réglage principal.

La solution : régler la température de l'eau

Dans nos régions, la puissance des corps de chauffe est généralement dimensionnée pour un régime d'eau de 90/70, c'est-à-dire une température d'entrée de l'eau dans les radiateurs de 90° et une température de sortie de 70° .



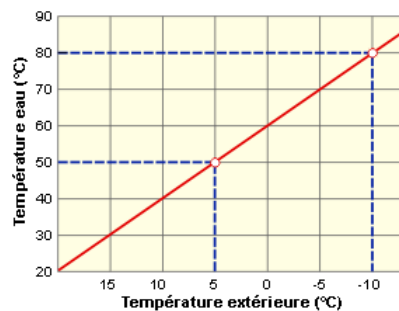
Puissance émise par un radiateur en fonction de son débit et de la température de l'eau.

On remarque que la puissance peut être réduite de moitié si on abaisse la température de l'eau à 60°C (on a alors $T_{eau} - T_{amb} = 40^{\circ}\text{C}$), tout en maintenant le débit nominal (100 %).

La courbe de chauffe : besoins variables, température variable

La courbe de chauffe, via un régulateur dit "climatique", établit une correspondance entre les besoins en chaleur du bâtiment et la température de l'eau qui alimente les corps de chauffe.

Le plus souvent, la grandeur qui sera prise comme représentative des besoins sera la température extérieure, éventuellement compensée en fonction de l'ensoleillement et/ou de la vitesse du vent si l'orientation du bâtiment l'exige.

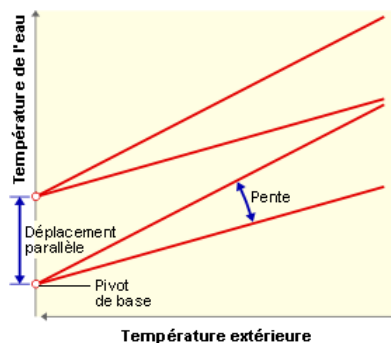


Lorsque la température extérieure est de 5° , la température de l'eau alimentant les radiateurs est de 50°C si ceux-ci ont été sélectionnés pour 80°C par -10°C de température extérieure de base.

Représentation de la courbe de chauffe sur les régulateurs

La plupart des régulateurs définissent la courbe de chauffe grâce à trois grandeurs dont deux sont réglables :

- la pente,
- le point pivot de base,
- le déplacement parallèle.



Les paramètres d'une courbe de chauffe.

La pente

La pente de la courbe est représentée sur la plupart des régulateurs, par un nombre décimal (souvent de 0 à 4,5).

Exemple.

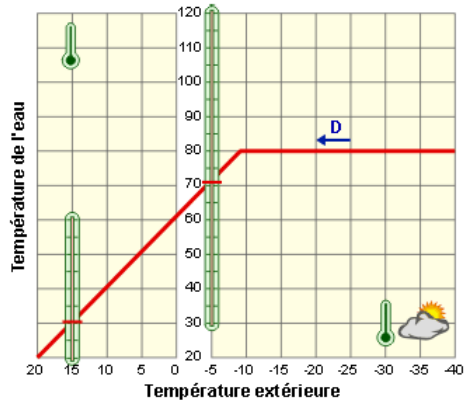
Une pente = 2,3 signifie que pour une variation de 1°C de la température extérieure, la température de l'eau varie de 1°C x 2,3 = 2,3°C.

Certains régulateurs multiplient la valeur de la pente par 10 (réglage de 0 à 45).

Dans la pratique, le mode de réglage varie suivant le type de régulateur.

On peut rencontrer :

- une visualisation immédiate de la courbe de chauffe,
- un potentiomètre,
- un boîtier de dialogue.



Régulateur analogique avec visualisation directe de la courbe de chauffe.



Potentiomètre de réglage de la pente.



Boîtier de dialogue pour régler la courbe de chauffe sur un régulateur électronique.

Le point pivot de base

Le point pivot est le point fixe autour duquel tourne la courbe de chauffe lorsque l'on fait varier la pente. Un point pivot de base est généralement prédéfini sur les régulateurs ((20°, 20°), (35°, 15°),...). La valeur de celui-ci est reprise dans la notice technique de l'appareil.

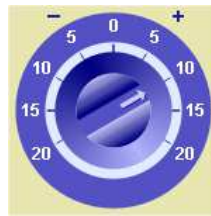
Le déplacement parallèle

Le point pivot prédéfini dans le régulateur ne correspond pas forcément aux besoins réels du bâtiment.

Il est possible de choisir un nouveau point pivot grâce à une translation verticale par rapport au point pivot de base. Celle-ci induira un déplacement parallèle de la courbe de chauffe par rapport à la courbe de base.

Dans la pratique, le déplacement parallèle de la courbe de chauffe peut s'effectuer grâce à :

- un potentiomètre gradué en température d'eau. Chaque graduation correspond à un certain nombre de degrés de déplacement parallèle en plus ou en moins,



Potentiomètre gradué en température d'eau.

- un potentiomètre gradué de 0 à 10. Dans ce cas, la documentation technique de l'appareil donne la correspondance entre les graduations et l'amplitude de déplacement,

Exemple.

1 graduation = 5°C de déplacement (ou 5°C de température d'eau en plus ou en moins).

- une visualisation de la courbe de chauffe cela permet un choix immédiat,
- un boîtier de dialogue.

CALCULS

Tracer la courbe de chauffe programmée sur le régulateur.

Fonctions complémentaires des régulateurs climatiques

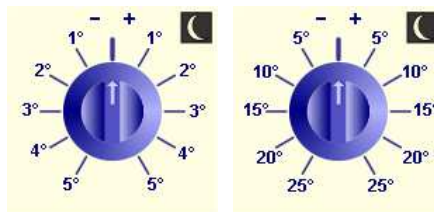


Le ralenti nocturne

Lorsque le bâtiment est occupé de façon intermittente, un ralenti nocturne des installations de chauffage s'impose. Dans une régulation à température d'eau variable, cela se traduit souvent par un changement de courbe de chauffe programmé pour les périodes d'inoccupation, bien que cela ne soit pas la **manière la plus performante de pratiquer l'intermittence**.

Les régulateurs proposent généralement un déplacement parallèle de la courbe de chauffe pour la nuit via :

- un potentiomètre gradué en température d'eau,
- un potentiomètre gradué en température ambiante,
- un potentiomètre gradué de 0 à 10,
- un boîtier de dialogue.

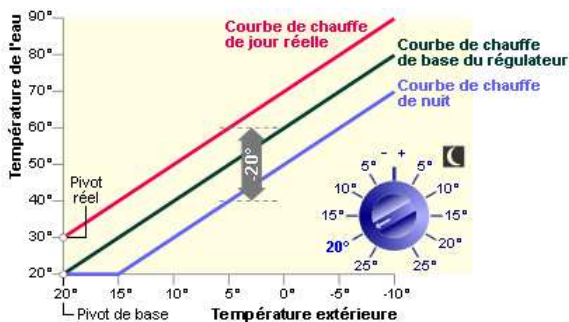
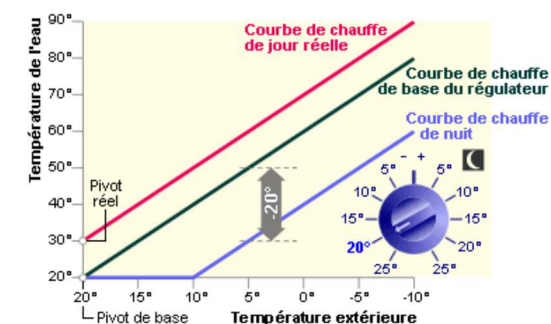


Potentiomètres gradués en température ambiante ou en température d'eau.

Pour des corps de chauffe dimensionnés en 90/70, on considère généralement qu'une variation de 4 - 5°C de température d'eau entraîne une variation de température ambiante de 1°C.

En fonction du type de régulateur, le déplacement parallèle de nuit proposé correspond :

- soit à une translation par rapport à la courbe réelle de jour que l'on a définie;
- soit à une translation par rapport à la courbe de base du régulateur qui correspond au point pivot pré-réglé du régulateur.



Abaissement de la température de l'eau par rapport à la courbe de base ou par rapport à la courbe réelle de jour.

Il est donc important de vérifier dans la documentation de l'appareil de régulation le mode de ralenti que celui-ci applique.

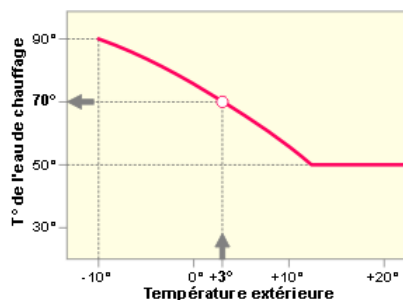
Limites de température basse et haute

Certains régulateurs proposent une limite basse et une limite haute de température de l'eau.

La limite basse permet par exemple de :

- limiter les retours à trop basse température vers la chaudière si celle-ci ne les supporte pas,
- garantir une température de fonctionnement suffisamment élevée pour les convecteurs (voisine de 50°C).

La limite haute de température est notamment utile lors de l'utilisation de planchers chauffants.



Courbe de chauffe avec limite basse de température à 50°C.

La compensation

Sur beaucoup de régulateurs, le réglage de la température de l'eau en fonction de la température extérieure peut être corrigé de façon automatique par exemple, en fonction d'une mesure de température intérieure, en fonction d'une sonde d'ensoleillement, ...

La solution la plus courante est le placement d'un thermostat d'ambiance dans un local témoin. En fonction de l'écart entre la température réelle la consigne, le régulateur va corriger le réglage de sa courbe de chauffe.

Cette possibilité ne signifie cependant nullement que la courbe de chauffe ne doit pas être réglée au préalable. En effet, l'ampleur de la correction possible est limitée pour éviter l'influence du comportement des occupants du local témoin sur la courbe de chauffe (ouverture des fenêtres, "occultation" de la sonde, ...).

Le réglage de la courbe de chauffe dans la pratique

Quatre situations peuvent se présenter à l'utilisateur :

1. Premier réglage de la courbe de chauffe (par exemple à l'installation).
2. Ajustement de la courbe de chauffe en mi-saison.
3. Ajustement de la courbe de chauffe en plein hiver.
4. Ajustement de la courbe suite à l'amélioration de l'enveloppe du bâtiment.

Dans chacun des cas, il s'agira de définir la pente de la courbe et le déplacement parallèle de celle-ci pour satisfaire aux besoins.

Notons ici, que beaucoup de régulateurs peuvent être "compensés" par une mesure de température ambiante. Dans ce cas, la température d'eau établie par la courbe de chauffe est affinée en fonction d'un thermostat d'ambiance situé dans un local témoin.

Cela ne dispense cependant pas de choisir une courbe de chauffe relativement correcte au départ, car l'ampleur des ajustements reste réduite.

Précautions préalables

Pour apprécier le réel impact d'une modification des paramètres de la courbe de chauffe lorsque l'installation est équipée de vannes thermostatiques, il est important de maintenir celles-ci en position ouverte durant la durée du réglage.

Toute modification des paramètres de la régulation doit être consignée par écrit :

- réglages existants,
- date de la modification,
- nouveaux réglages,
- réactions des occupants.

Définitions

Température extérieure de base

La température extérieure de base est la température extérieure minimum qui est prise en considération pour le dimensionnement des installations de chauffage. Celle-ci est définie dans la norme [NBN B62-003](#).

Température maximale de l'eau

En théorie la température maximale de l'eau est la température de l'eau pour laquelle on a dimensionné toute l'installation de chauffage et qui doit garantir le confort en plein hiver. Souvent on dimensionne l'installation pour un régime d'eau 90/70. La température maximale de l'eau est alors de 90°C.

Cependant, dans la pratique, les corps de chauffe sont presque toujours surdimensionnés. Si les radiateurs ne sont pas équipés de vannes thermostatiques, une température d'eau de 90°C conduit alors inévitablement à des surchauffes, même en plein hiver.

Suite aux plaintes des occupants, le responsable des installations aura sûrement déjà diminué la température de l'eau au niveau de la chaudière. En premier réglage, on choisira donc comme température maximum de l'eau la température à laquelle le responsable règle par expérience la température des chaudières lors des moments les plus froids de l'hiver, pour éviter les plaintes.

Température extérieure de non-chauffage

La température extérieure de non-chauffage est la température extérieure au-delà de laquelle il n'est plus nécessaire de chauffer.

Intuitivement, on pourrait imaginer que cette température est de 20°C. En fait, l'arrêt des installations de chauffage intervient pour des températures extérieures inférieures à 20°C. Dans nos régions, on considérera souvent une température moyenne extérieure de 15°C comme une température raisonnable de non-chauffage. Le complément de chaleur alors nécessaire au confort est fourni par les apports internes (occupants, éclairage, ...) et les apports externes (soleil).

Température minimale de l'eau

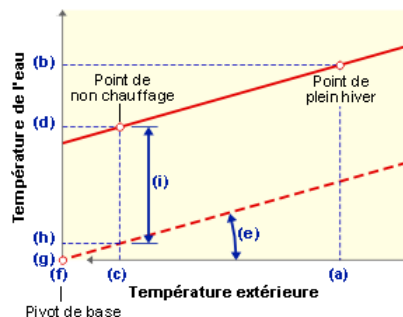
Lorsque la température extérieure a atteint la limite définissant l'arrêt des installations, la température de l'eau aura atteint un minimum. Ici aussi, on pourrait imaginer que ce point correspond pour une température intérieure de consigne de 20°C à une température extérieure de 20°C (besoins nuls) et à une température d'eau d'entrée et de sortie des corps de chauffe de 20°C (émission calorifique nulle).

Dans la pratique, la température de l'eau de chauffage ne peut descendre jusqu'à 20°C. Il est généralement convenu qu'une température minimum de 35°C est nécessaire pour compenser la sensation de fraîcheur due à l'important taux d'humidité ambiante régnant dans nos régions en mi-saison.

35°C de température d'eau pour 15°C de température extérieure est donc souvent recommandé comme point de non-chauffage.

Situation 1 - Premier réglage

La méthode décrite ci-après, s'applique au réglage de la courbe de chauffe à l'installation des appareils ou encore lorsque l'on veut supprimer complètement les anciens réglages qui paraissent erronés et repartir à zéro.



Premier réglage.

1. Définir les besoins

En hiver :

T° extérieure de base = (a)

T° maximale de l'eau = (b)

En saison chaude :

T° extérieure de non-chauffage = (c)

T° minimale de l'eau = (d)

Remarquons que certains régulateurs permettent un réglage immédiat de la courbe par définition des températures de plein hiver et de non-chauffage (visualisation directe de la courbe de chauffe, boîtier de dialogue).

2. Calcul de la pente

Pente = $[(b) - (d)] / [(c) - (a)] = \dots\dots\dots (e)$

3. Connaître le point pivot de base du régulateur (défini dans la notice technique)

T° extérieure de non-chauffage = (f)

T° minimum de l'eau = (g)

4. Calculer le déplacement parallèle

Température de l'eau pour une pente égale à (e), le point pivot de base du régulateur [(f), (g)] et une température de non-chauffage égale à (c) = $(g) + [(f) - (c)] \times (e) = \dots\dots\dots (h)$

Déplacement parallèle = $(d) - (h) = \dots\dots\dots (i)$

CALCULS Exemple de premier réglage.

CALCULS Déterminer votre propre réglage.

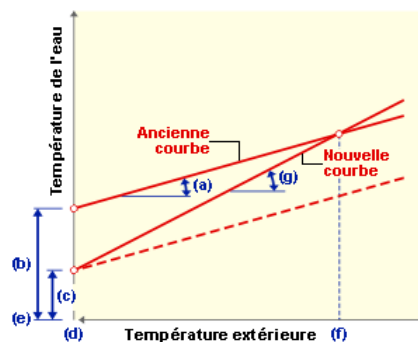
Situation 2 - Ajustement en mi-saison

Lorsqu'un inconfort se fait ressentir (trop chaud ou trop froid) en mi-saison, il y a lieu de corriger le déplacement parallèle.

De même, si on veut optimiser le rendement énergétique de l'installation de chauffage, on abaissera progressivement la courbe de chauffe jusqu'à ce que les premières plaintes des occupants apparaissent.

Dans cette situation, une correction de la pente s'impose pour ne pas perturber le fonctionnement d'hiver.

Les ajustements se feront pas par pas (une graduation à la fois), un jour ou deux devant s'écouler entre deux modifications successives pour donner au bâtiment le temps de s'adapter à la modification.



Ajustement en mi-saison.

1. Connaître les réglages actuels

Pente = (a)

Déplacement parallèle (en degrés) = (b)

2. Définir le nouveau déplacement parallèle

Le nouveau déplacement parallèle = l'ancien +/- une graduation (c)

3. Connaître le point pivot de base du régulateur (défini dans la notice technique)

T° extérieure de non-chauffage = (d)

T° minimale de l'eau = (e)

4. Connaître la température extérieure de base

T° extérieure de base = (f)

5. Calculer la nouvelle pente

Pente = [(b) - (c)] / [(d) - (f)] + (a) = (g)

CALCULS

Exemple de réglage en mi-saison.

CALCULS

Déterminer votre propre réglage.

Situation 3 - Ajustement en hiver



Lorsqu'un inconfort (trop chaud ou trop froid) se fait ressentir durant l'hiver, il y a lieu de corriger la pente de la courbe.

Ici aussi, par souci d'optimisation du fonctionnement des installations, la courbe de chauffe sera abaissée jusqu'au minimum n'engendrant pas de plainte.

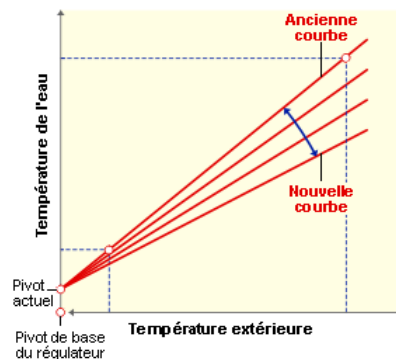
Les corrections doivent s'effectuer pas par pas (une graduation à la fois). Un jour ou deux doivent s'écouler entre deux actions successives.

Dans le cas d'une modification de la pente, deux méthodes peuvent être appliquées :

- Si la modification de pente est légère (0,1 .. 0,6), les conditions de mi-saison ne seront que peu modifiées. On n'envisagera donc pas de changement de déplacement parallèle.
- Par contre, si la modification de pente devient importante (plus de 0,6), un changement de déplacement parallèle s'impose pour ne pas engendrer un inconfort en mi-saison.

Démarche 1 (faible modification)

Nouvelle pente = ancienne pente +/- une graduation.

Démarche 2 (importante modification)*Ajustement en hiver.*

Nouvelle pente = ancienne pente +/- une graduation.

La mi-saison venue, si des plaintes apparaissent, on appliquera la méthode de la 2ème situation.

CALCULS

Exemple de réglage en hiver.

CALCULS

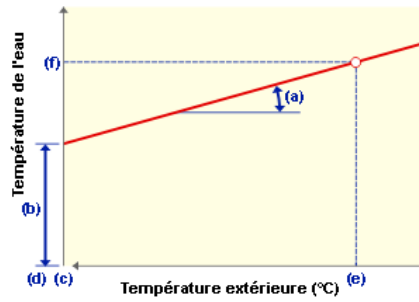
Déterminer votre propre réglage.

Situation 4 - Isolation de l'enveloppe



Lorsqu'une rénovation énergétique du bâtiment a été réalisée (placement de double vitrage, isolation des combles, ...) la puissance calorifique nécessaire au confort diminue. Il convient donc d'ajuster la courbe de chauffe.

Mise en garde : lorsque la rénovation ne touche pas l'ensemble des locaux alimentés par le circuit à réguler, une modification de la courbe de chauffe risque d'entraîner une insuffisance de chaleur dans les locaux non rénovés. Dans ce cas une des solutions serait de maintenir l'ancienne courbe de chauffe et d'équiper les locaux rénovés d'éléments de réglage locaux (vannes thermostatiques) ou lors d'une rénovation plus importante des installations de chauffage, de séparer hydrauliquement les locaux ayant des besoins différents et de munir chaque circuit d'une régulation propre.



Ajustement après modification de l'enveloppe.

1. Connaître les paramètres de l'actuelle courbe de chauffe

Pente actuelle = (a)

Déplacement parallèle actuel = (b)

2. Connaître le point pivot de base du régulateur (défini dans la notice technique)

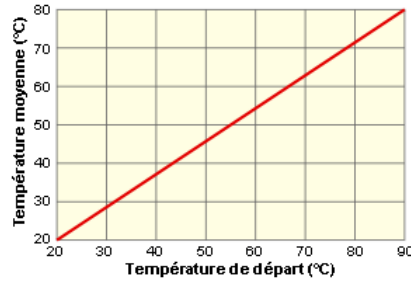
T° extérieure de non-chauffage = (c)

T° minimale de l'eau = (d)

3. Déterminer la température moyenne de l'eau en plein hiver avant rénovation

T° extérieure de base = (e)

T° de l'eau de départ en plein hiver = (b) + (d) + (a) x [(c) - (e)] = (f)



Température moyenne de l'eau dans un corps de chauffe dimensionné en régime 90/70.

T° moyenne de l'eau = (g)

4. Connaître le facteur d'émission des corps de chauffe

Définition :

Le facteur d'émission "f" compare l'émission réelle (E) d'un corps de chauffe à son émission normalisée. Celle-ci est calculée pour une différence entre la température moyenne de l'eau du corps de chauffe et la température intérieure de 60°C et est appelée émission normalisée (E60).

Ainsi f (= E / E60) vaut 1 lorsqu'en fonctionnement cette différence de température vaut 60°C

Exemple :

- T° intérieure = 20°C
- T° du corps de chauffe : T° aller = 90°C, T° retour = 70°C, T° moyenne = 80°C
- Différence de T° = 80° - 20° = 60°, f = 1

T moy eau - T amb	0°C	1°C	2°C	3°C	4°C	5°C	6°C	7°C	8°C	9°C
20°C	0,24	0,26	0,27	0,28	0,30	0,32	0,34	0,35	0,37	0,39
30°C	0,41	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,51	0,53	0,55	0,57
40°C	0,59	0,61	0,63	0,65	0,67	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77
50°C	0,79	0,81	0,83	0,85	0,87	0,89	0,91	0,94	0,96	0,98
60°C	1,00	1,02	1,04	1,07	1,09	1,11	1,13	1,15	1,18	1,20
70°C	1,22	1,24	1,27	1,29	1,31	1,34	1,36	1,38	1,41	1,43
80°C	1,45	1,48	1,50	1,52	1,55	1,57	1,60	1,62	1,65	1,67
90°C	1,69	1,72	1,74	1,77	1,79	1,82	1,84	1,87	1,89	1,92

Tableau 1 : Facteur d'émission des corps de chauffe courants en fonction de la différence (T° moyenne de l'eau - T° ambiante).

Exemple : si Tmoyenne = 73°C, Tambiante = 20°C, Tmoyenne - Tambiante = 53°C (= 50°C + 3°C), f = 0,85

Différence de température corps de chauffe - ambiance intérieure = (g) - 20° = (h)

Facteur d'émission du corps de chauffe avant rénovation = (i)

5. Déterminer le pourcentage de réduction des déperditions d'un local suite aux rénovations

Réduction des déperditions = (j)

<i>Exemple.</i>		
Bureau	Rénovation	Réduction des déperditions
<i>classique</i>	<i>double vitrage</i>	30 à 40 %
<i>sous toiture</i>	<i>isolation</i>	55 à 65 %
<i>sous combles</i>	<i>isolation</i>	30 à 40 %

Ces valeurs peuvent être déterminées plus exactement grâce à la norme NBN B 62-003 (calcul des déperditions). On peut également ajuster la courbe de chauffe par tâtonnements comme dans les situations 2 et 3.

6. Déterminer la température moyenne de l'eau dans le corps de chauffe

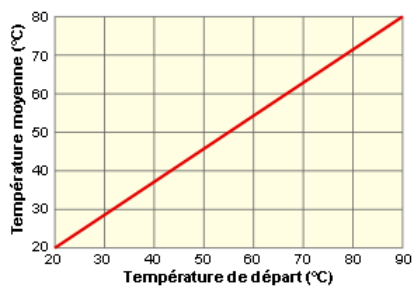
Nouveau facteur d'émission = $(i) \times [1 - (j)] = \dots\dots\dots (k)$

Différence de température ambiance - corps de chauffe = (l) (suivant le [tableau 1](#), à partir du facteur d'émission)

7. Déterminer la température de départ de l'eau pour la température de base

T° moyenne de l'eau du corps de chauffe = $(l) + 20^\circ = \dots\dots\dots (m)$

Température de départ de l'eau en plein hiver = (n)



Température moyenne de l'eau dans un corps de chauffe dimensionné en régime 90/70.

8. Ajuster la courbe de chauffe

A partir de (n), on appliquera la démarche décrite dans la 1ère situation.

CALCULS

Exemple de réglage après rénovation de l'enveloppe.

CALCULS

Déterminer votre propre réglage.

DGO4 · Architecture et Climat · Avertissements et copyrights · Une remarque ?