

De l'eau chaude jusqu'au dernier

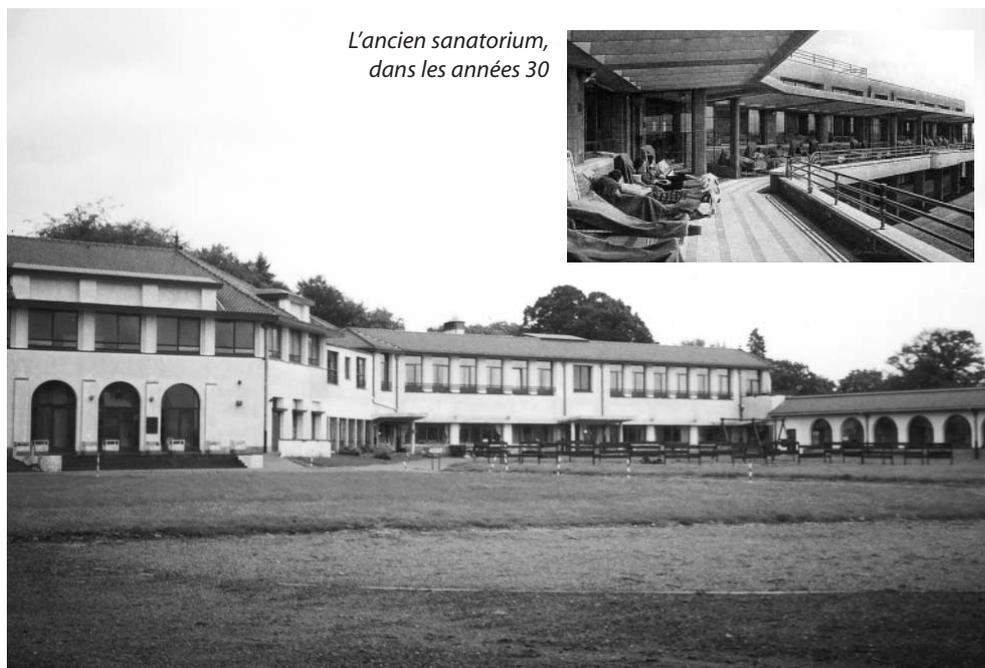
Amélioration de la production d'eau chaude
sanitaire au Centre de Hemptinne



DE L'EAU CHAUDE JUSQU'AU DERNIER

AMÉLIORATION DE LA PRODUCTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE AU CENTRE DE HEMPTINNE.

Le centre de Hemptinne fut créé en 1974, sous l'impulsion de l'Association Nationale d'Aide aux Handicapés Mentaux, en collaboration avec la fondation familiale de Hemptinne. Il héberge maintenant 54 personnes adultes atteintes de déficience mentale et profonde.



*L'ancien sanatorium,
dans les années 30*

Le centre de Hemptinne

Son objectif est de construire avec ces personnes un monde adapté à leurs capacités, leurs besoins et leurs envies. Il doit allier sécurité et réalisation de soi par le biais d'activités rurales, physiques et créatives.

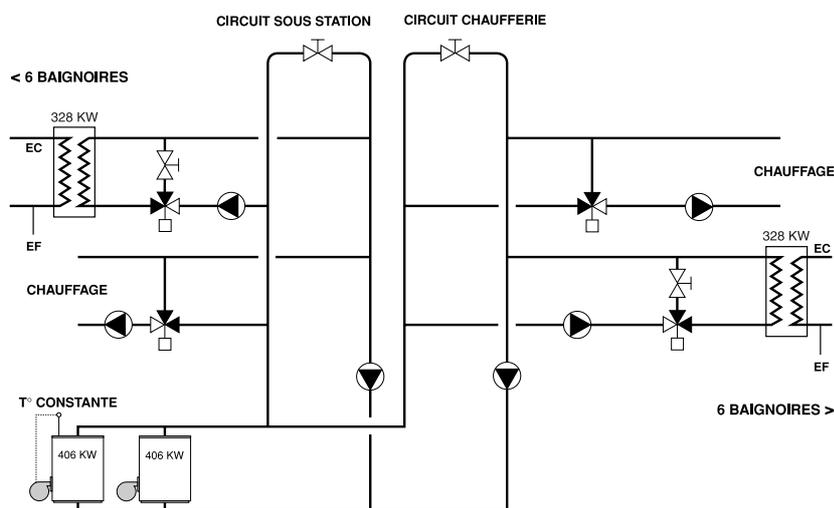
Le centre, situé à Jauche au milieu des bois et des champs, est installé dans les bâtiments d'un ancien sanatorium datant des années 30. Celui-ci est en cours de rénovation et d'adaptation aux spécificités de sa population. En particulier, les pensionnaires y vieillissent. Pour répondre à cette problématique, plusieurs projets sont en chantier : aménagement des salles de bain, adaptation des activités, construction d'ateliers occupationnels et de loisir, rue intérieure, ...

Impossible d'assurer les bains en hiver !

Actuellement, le centre comprend 6 salles de bains avec 2 baignoires. Chaque matin et chaque soir, ce sont ainsi 54 bains qui sont donnés. Malheureusement, depuis de nombreuses années, les problèmes apparaissent avec l'hiver : par grand froid, seuls 12 bains peuvent être remplis avec une température d'eau convenable. A partir du 13ème remplissage, la température de l'eau chute rapidement.

Avant de devenir le responsable technique du centre, Mr Jallet y était éducateur. Il connaît donc parfaitement les difficultés qu'engendre cette situation. L'inconfort est évidemment intolérable pour les résidents et leur encadrement en est d'autant plus difficile.

C'est pourquoi, sous l'impulsion de son directeur, Mr Asselbourg, il se met un point d'honneur à corriger le plus rapidement possible la situation.



Installation de production combinée de chauffage et d'eau chaude sanitaire

Trois offres différentes.

L'eau chaude est produite par deux échangeurs instantanés, combinés à l'installation de chauffage. Au moment des bains, les chaudières ne peuvent pas être dédiées uniquement à la production d'eau chaude. En effet, cette période de plus d'une heure est trop longue et une coupure de chauffage serait trop inconfortable. Chauffage et eau chaude doivent donc pouvoir coexister.



Deux chaudières de 406 kW chacune



Deux échangeurs sanitaires de 328 kW chacun

Dans un premier temps, Mr Jallet demande à trois installateurs de lui remettre une offre pour la rénovation de la production d'eau chaude sanitaire. Les réponses reçues l'interpellent. En effet, les trois demandes débouchent sur trois solutions différentes. Le premier installateur estime que la puissance des chaudières est insuffisante pour chauffer simultanément les bâtiments et l'eau chaude. Il propose donc d'installer une nouvelle chaudière de 575 kW et de la coupler aux deux anciennes. Le deuxième installateur suit un raisonnement semblable mais préfère découpler le chauffage de la production d'eau chaude en installant des nouvelles chaudières indépendantes dédiées uniquement aux échangeurs sanitaires. Enfin, la troisième société décide, elle, de compléter les échangeurs par quatre ballons tampon de 500 litres chacun. Ceux-ci auraient une capacité suffisante pour subvenir aux besoins de pointe et se réchaufferaient lentement entre les périodes de bains.

Face à ces propositions, Mr Jallet s'interroge. Tout d'abord, pourquoi trois solutions différentes? Ceci signifie-t-il que le problème est plus complexe qu'il n'en a l'air? Les installateurs ont-ils pris le temps de l'examiner avec précision? De plus, les investissements préconisés sont importants. Dans ces conditions, comment faire son choix? Quelle garantie de résultat a-t-on?

Comprendre avant d'agir.

La réflexion de Mr Jallet se précise : en 1979, l'installation de chauffage avait été conçue par un bureau d'études. Celui-ci disposait de tous les éléments de dimensionnement et a sûrement pris des coefficients de sécurité importants. C'était la coutume à l'époque. Alors, tout compte fait, l'installation comprend peut-être tous les éléments nécessaires à un fonctionnement correct. Un simple réglage ou le remplacement d'un équipement défectueux suffisent peut-être simplement pour obtenir le confort recherché. Ceci serait sûrement nettement moins coûteux.

Avec l'aide de l'Institut wallon, les responsables du centre décident alors de prendre le temps d'analyser plus en profondeur et surtout de façon "neutre" le comportement de leur installation. Ils pourront décider en connaissance de cause.

"Comprendre avant d'agir !" Cette affirmation paraît des plus évidentes. Malheureusement, elle est bien souvent négligée dans le feu de l'action.

En tout premier lieu, il faut observer les circonstances exactes d'apparition des problèmes : où et quand apparaît l'inconfort? Voici 3 questions qui peuvent orienter les débats :

- **Les problèmes sont-ils récents ou ont-ils toujours existés?**

S'ils ont toujours existé, c'est la conception de l'installation qui est en cause (dimensionnement des équipements, mauvais dessin de l'installation, ...). S'ils sont récents, il faut repérer les circonstances d'apparition des plaintes. Par exemples, le repiquage d'un nouveau circuit sur l'installation existante peut perturber le fonctionnement hydraulique de celle-ci, des travaux sur l'installation peuvent provoquer un transfert de sédiments et bloquer des éléments, un échangeur peut s'entartre progressivement, un circulateur tomber en panne,...

- **Les problèmes sont-ils saisonniers?**

S'ils n'apparaissent qu'en hiver, c'est que la collaboration avec le chauffage se passe mal. S'ils apparaissent aussi en été, ce sera plutôt l'appareil de production d'eau chaude seul qui sera mis en cause. Par exemple, la puissance de l'échangeur est peut-être insuffisante.

- **Y-a-t-il des problèmes pour tous les utilisateurs?**

Si seuls les utilisateurs les plus éloignés de la production sont concernés, c'est du côté de la distribution d'eau chaude qu'il faut chercher. Si par contre, tous les points de puisage sont touchés, c'est la production qui devrait être suspectée.

Dans le cas présent, le manque d'eau chaude survient pour tous les utilisateurs lorsque les demandes d'eau sanitaire et de chauffage sont maximales, c'est-à-dire, en plein hiver, au moment des bains.

Dans ce cas, en quoi le chauffage peut-il influencer la production d'eau chaude?

Premièrement, une puissance insuffisante des chaudières ne permettra pas aux échangeurs d'être alimentés à la bonne température. C'est la cause directement retenue par les installateurs consultés.

Un deuxième phénomène peut cependant intervenir. En plein hiver, les vannes (mélangeuses, thermostatiques, ...) sont pour la plupart ouvertes en grand. La demande en débit des circuits de chauffage est donc maximum. Si leurs circulateurs ont été surdimensionnés, les débits appelés risquent d'être trop importants. Les échangeurs sanitaires sont alors privés d'un débit suffisant.

Vérification des puissances installées.

Pour vérifier la puissance des chaudières, il faut connaître les besoins en chauffage et en eau chaude sanitaire. On peut estimer les besoins en eau chaude sanitaire par un relevé des puisages effectués durant les heures de pointe.

Les estimations ont été confirmées par le placement d'un compteur d'eau sur l'alimentation de chaque échangeur. Les relevés des compteurs ont indiqué un puisage de pointe en 10 minutes de 727 l d'eau à 60°C.

Estimation des puisages maximum simultanés	
Utilisation	Besoins en eau à 60°C
12 baignoires	12 x 60 l/10 min.
5 lave-linge	5 x 10 l/10 min.
12 éviers SDB	12 x 4 l/10 min.
6 bacs cuisine	6 x 12 l/10 min.
Total	890 l à 60°C puisée en 10 min.

Les compteurs d'eau sont indispensables pour connaître précisément les besoins en eau chaude et donc pour dimensionner correctement les installations de production. Par la suite, ils permettent de suivre les consommations d'eau chaude et donc de détecter des fuites éventuelles, des dérives ou encore l'impact de points de puisage économiques.



Les besoins maximaux en chauffage ont été estimés grâce à un calcul des déperditions thermiques des bâtiments.

	Puissance estimée
Besoins en eau chaude	2 x 155 kW
Besoins en chauffage	500 kW
Besoins totaux	810 kW
Puissance nominale chaudières	812 kW
Puissance nominale échangeurs	2 x 328 kW

Connaître la puissance ...

pour produire en 10 minutes, 1 litre d'eau chaude à 60°C

$$P \text{ (kW)} = 1.16 \text{ (Wh/l}^\circ\text{C)} \times 1 \text{ (l)} \times [60^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}] / 1000 / 0,1667 \text{ (h)}$$

de charge d'une chaudière au mazout :

On retrouve sur l'attestation d'entretien les valeurs suivantes :

- gicleur "a" gal/h
- pression pompe "b" bar

$$P \text{ (kW)} = 10 \times \text{"a"} \text{ (gal/h)} \times 3,78 \times \sqrt{\text{"b"} \text{ (bar)}} / 7$$

On constate deux choses. Premièrement, les échangeurs installés sont surpuissants. Ensuite la puissance des chaudières est théoriquement suffisante pour répondre à la demande. "Théoriquement" parce que, comme on le découvrira un peu par hasard ensuite, elles doivent fonctionner dans leurs conditions nominales. Or il n'a pas été possible de vérifier leur puissance de charge au travers des fiches d'entretien, celles-ci ayant été complétées erronément.

De plus, on peut observer que par les plus grands froids, les chaudières ont du mal à maintenir leur température de consigne en période de bains.

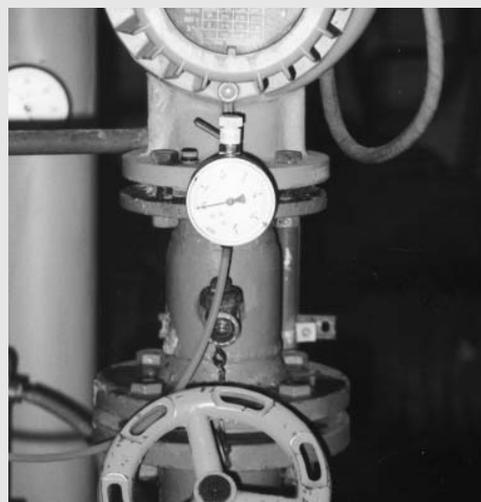
En première approche, on peut cependant supposer que le léger manque de puissance des chaudières n'est pas la cause principale de l'inconfort.

Interférence entre les circuits

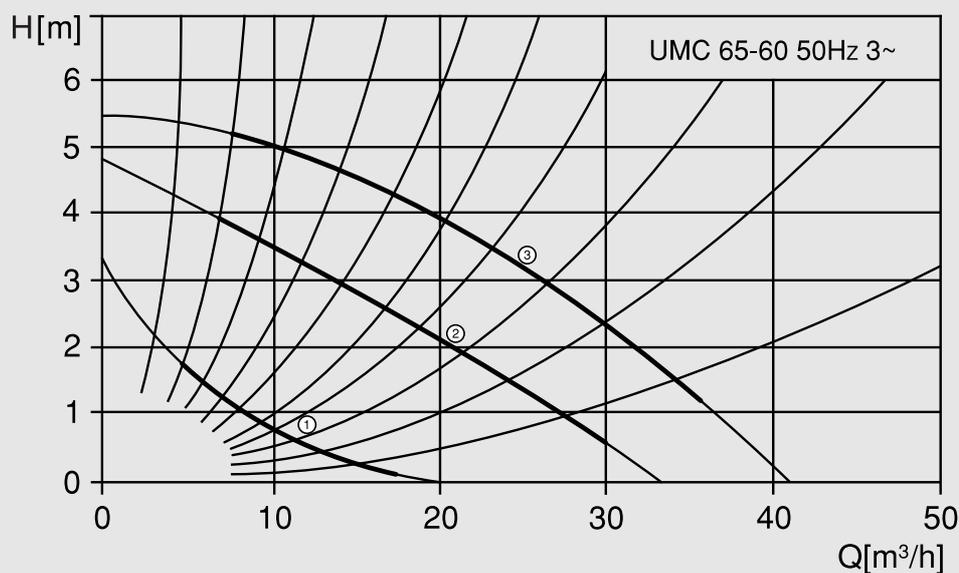
Si la production de chaleur n'est pas en cause, il faut se tourner vers la distribution. En hiver, les échangeurs sont-ils alimentés à leur débit nominal?

Mesurer le débit d'un circuit de chauffage.

Les fabricants de circulateur commercialisent des kits simples de mesure de la hauteur manométrique des circulateurs. Il s'agit d'un manomètre que l'on peut raccorder aux bornes de la plupart des circulateurs. Grâce aux courbes caractéristiques du circulateur, on peut alors connaître le débit circulant dans le circuit concerné. Si on veut simuler les conditions de plein hiver, il suffit de forcer l'ouverture de toutes les vannes du circuit.



kit de mesure



courbes caractéristiques d'un circulateur

Il est possible de mesurer le débit d'un circulateur avec un simple manomètre. On peut dès lors comparer les mesures aux besoins estimés tant en chauffage que pour les échangeurs. Les résultats obtenus sont significatifs. Lorsque l'on force les vannes mélangeuses des circuits de chauffage à s'ouvrir en grand (simulation du plein hiver), le débit dans les échangeurs chute en dessous du débit minimum nécessaire. Ceci signifie que les circulateurs "chauffage" sont surdimensionnés et qu'à l'ouverture des vannes, ils "court-circuitent" une partie du débit dédié aux échangeurs. On retrouve d'ailleurs un indice de ce surdimensionnement à l'intérieur des locaux où la vitesse excessive de l'eau se fait entendre dans les radiateurs.

Le surdimensionnement des circulateurs est chose courante. Tout d'abord parce que lors de la conception, les bureaux d'études appliquent un certain nombre de coefficients de sécurité. Par la suite, au cours de la vie de l'installation, un circulateur défectueux est remplacé au mieux par un circulateur identique, au pire par le circulateur que l'on possède en réserve et qui a des caractéristiques suffisantes par rapport à l'ancien modèle. De fil en aiguille, les caractéristiques des circulateurs originaux sont oubliées et l'installation ne correspond plus aux calculs de dimensionnement.

Indices de surdimensionnement des circulateurs.

On peut se rendre compte du surdimensionnement des circulateurs en vérifiant les éléments suivants :

- Vérifier la différence de température d'eau entre l'aller et le retour en plein hiver. Par une température de -10 °C à l'extérieur, on doit avoir une différence de température d'eau de 20 °C . Par 0 °C extérieur, on doit logiquement avoir une différence de température d'eau de $12-13\text{ °C}$. Si l'on a moins de 10 °C d'écart, le surdimensionnement est manifeste, de même si la température de départ est nettement inférieure à 60 °C par 0 °C .
- Vérifier si le circuit possède des éléments de réglage de débit fixes sur l'ensemble du circuit (vannes de réglage, tés de réglages). Si des éléments fixes provoquent un étranglement permanent, la pompe est surdimensionnée. Attention toutefois aux éléments qui servent seulement à équilibrer les débits dans certains circuits hydrauliques parallèles et qui ne signifient pas qu'un surdimensionnement général existe.

La plupart des circulateurs actuels possèdent un réglage de vitesse (de 1 à 3 ou 4 vitesses). La tendance naturelle veut, comme c'était le cas au Centre de Hemptinne, que tous les circulateurs soient réglés sur leur vitesse maximum. Ceci nous laisse cependant une possibilité d'amélioration. Par mesure de débit, on constate en effet qu'il est possible d'assurer le chauffage avec les circulateurs réglés en vitesse 2, ce qui a pour conséquence d'augmenter les débits dans les échangeurs sanitaires.

Mesure des débits pour le circuit 1

Vitesse du circulateur chauffage	Débit circuit chauffage	Débit échangeur ECS
1410 tr/min	15 m ³ /h	7 m ³ /h
1140 tr/min	14 m ³ /h	11 m ³ /h
680 tr/min	8,5 m ³ /h	11 m ³ /h
Besoins calculés	12 m ³ /h	9 m ³ /h

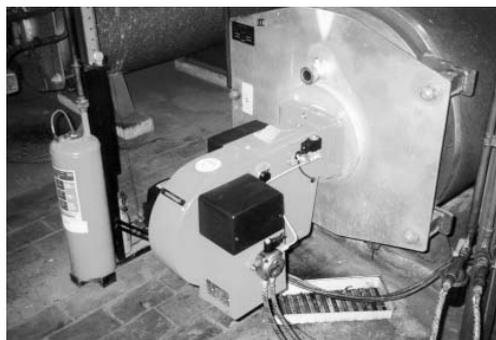
Jamais deux sans trois!

Cependant, malgré un débit primaire maintenant suffisant, les échangeurs ne donnent pas entière satisfaction. La température de consigne de l'eau chaude (55°C) ne peut être atteinte. Tout au plus délivre-t-on une eau à 45°C. En fait l'échange de chaleur au sein de l'échangeur sanitaire se fait très mal. L'eau en provenance de la chaudière retourne pratiquement aussi chaude qu'elle n'est arrivée.

L'échange de chaleur peut être freiné soit par un entartrage du côté secondaire, soit par un embouage du côté primaire. On penche pour la première solution. En effet, les échangeurs ne sont détartrés que manuellement une fois par an par le service technique du Centre. Celui-ci est conscient que le travail ne peut être correctement réalisé (pas de mise sous pression, pas de dosage correct des réactifs, ...). Cependant puisqu'en été, la quantité d'eau chaude délivrée est suffisante, ce problème avait été considéré comme secondaire.

Perte de puissance des chaudières

Entretemps, le brûleur d'une des deux chaudières a rendu l'âme. Lors du démontage et de l'entretien, on remarqua que certains tubes de fumées des chaudières étaient pratiquement bouchés par des agglomérats de suies et d'acier corrodé. Il apparut clairement alors que les chaudières dont la puissance nominale totale dépassait à peine l'estimation des besoins, ne pouvaient plus délivrer une puissance suffisante.



Un des deux brûleurs modulants rend l'âme

Trois améliorations

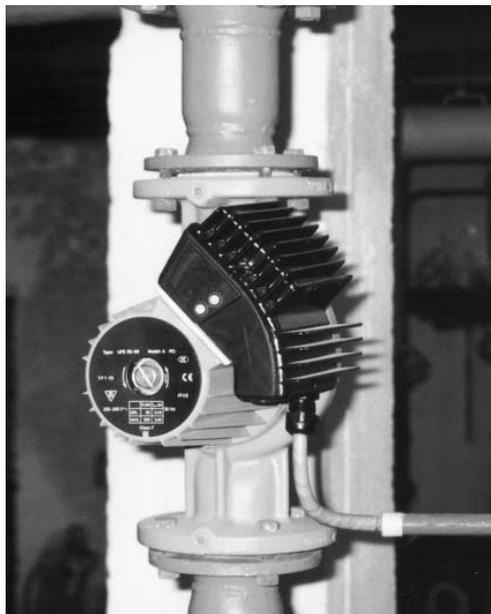
On voit que la solution au problème posé n'est pas unique. C'est à une combinaison de trois éléments que l'on a affaire :

- manque de débit dans les échangeurs sanitaires,
- entartrage de ces échangeurs,
- manque de puissance des chaudières.

Il n'est dès lors même pas certain que les trois premières propositions d'amélioration remises par les installateurs auraient, toutes, donné satisfaction. Rajouter une chaudière dans la cascade sans jouer sur l'hydraulique n'aurait en tout cas servi à rien. Les investissements à consentir pour mettre en ordre l'installation sont, en outre, nettement moindres que ce qui avait d'abord été prévu.

Pour rétablir le confort, il faut donc agir sur trois fronts.

- Tout d'abord, diminuer la vitesse des circulateurs "chauffage". Ceci n'est possible que sur un des deux circulateurs, le deuxième ne possédant pas de sélecteur de vitesse. Des mesures effectuées sur le premier circulateur ont montré que le passage de la vitesse maximum à la vitesse intermédiaire serait suffisant pour garantir le débit nominal dans l'échangeur. L'autre circulateur doit être remplacé. Il fut, malgré tout, décidé de remplacer les deux circulateurs par des circulateurs à vitesse variable. Ceux-ci ont deux avantages : un réglage précis du débit maximum et une variation automatique de la vitesse en fonction de la demande de chaleur. Il en résulte une économie d'énergie électrique et une diminution du sifflement des vannes thermostatiques lorsque beaucoup d'entre elles se ferment.



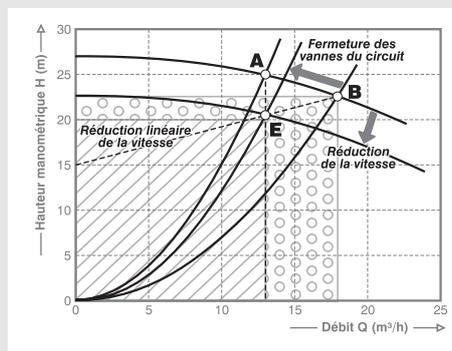
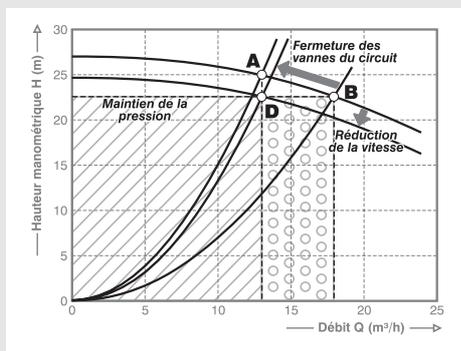
Nouveau circulateur à vitesse variable

La variation de vitesse dans les installations de chauffage

Dans une installation de chauffage, il est certainement possible de réguler la vitesse du circulateur en fonction de la température ambiante. Dans la pratique, pour les circuits de chauffage munis de vannes thermostatiques, deux autres solutions sont souvent proposées par des fabricants sous forme de pompes avec régulateur de vitesse intégré :

La pompe diminue sa vitesse de rotation afin d'assurer le maintien d'une pression constante en un point déterminé du réseau.

La diminution de la vitesse se fait en réalisant une réduction linéaire de la pression avec la variation de débit. Du point de vue de l'énergie consommée, cette solution est plus économique que la précédente.



- B = point de fonctionnement de départ
- A = point de fonctionnement lorsque les vannes se ferment
- D = point de fonctionnement en réduisant la vitesse du circulateur

- = consommation électrique de départ
- = consommation électrique avec réduction de vitesse

- Un des deux échangeurs fut détartré en usine par le fabricant. Cette opération fut réalisée en moins d'une journée. L'échangeur fut enlevé après les bains du matin et remplacé avant la toilette du soir. Le fabricant n'a pas garanti la résistance mécanique du deuxième échangeur. Celui-ci fut donc immédiatement remplacé par un nouvel échangeur à plaques.



Nouvel échangeur à plaque

- Enfin, le brûleur défectueux fut remplacé par un nouveau brûleur à deux allures. Celui-ci fut choisi pour pouvoir être adapté, dans le futur, à une chaudière légèrement plus puissante. Dans les deux chaudières, les tubes de fumée bouchés furent nettoyés et les pièces abîmées (spirales) furent remplacées.

Comparaison des solutions proposées	
Premières propositions	Coût (BEF)
Une chaudière en plus dans la cascade	1.225.000 ,-
Chaudières dissociées pour l'eau chaude	575.582 ,-
Quatre ballons complémentaires	772.277 ,-
Solutions retenues	
Deux circulateurs à vitesse variable	48.727 ,-
Un détartrage*	27.650 ,-
Un nouvel échangeur*	176.675 ,-
Deux compteurs d'eau*	35.847 ,-
Nettoyage et réparation des chaudières*	70.954 ,-
Nouveau brûleur*	(145.150 ,-)
Un manomètre	2500 ,-
Total sans brûleur	362.353 ,-

**Les investissements réalisés peuvent aussi être considérés comme de l'entretien ou faisant partie de la gestion courante de l'installation. Par exemple, le brûleur devait être remplacé, les échangeurs devaient de toute façon être détartrés, les compteurs d'eau serviront au suivi des consommations,...*

Vision globale de l'installation

"Il fait trop froid, il faut augmenter la puissance, des chaudières, des circulateurs, des radiateurs, ...!"

Ce raisonnement réducteur est très courant. Il conduit à des investissements parfois importants qui, la plupart du temps ne donnent pas satisfaction ou pire, aggravent la situation.

Il est extrêmement rare de rencontrer des installations sous-dimensionnées. Prenons le cas des circulateurs. A la conception, le calcul des débits nécessaires et des pertes de charge sont souvent approximatifs. En particulier, les pertes de charges sont surévaluées par mesure de sécurité et les pompes choisies fournissent un débit plus important que nécessaire. Une enquête suisse a montré que le débit des circulateurs est en moyenne 2,5 fois trop élevé! Un raisonnement semblable peut être tenu pour les autres éléments de l'installation.

Les causes d'un inconfort sont souvent multiples. Pour les définir et établir des priorités d'intervention, il faut prendre le temps d'examiner de façon globale l'ensemble de l'installation, de la production à l'émission en passant par la distribution et la régulation. Il faut aussi aiguiller les recherches en réperant les circonstances d'apparition des plaintes : où et quand se plaint-on?

On en arrive souvent ainsi à soupçonner un dysfonctionnement hydraulique : déséquilibre de l'installation, interférence entre les circuits. Qui n'a pas dans son bâtiment une zone plus froide par rapport aux autres. Neuf fois sur dix, une partie du réseau de distribution présentant moins de résistance court-circuite une partie importante du débit au détriment d'autres.

Un autre aspect que l'on néglige aussi est la diminution des besoins. Plutôt que d'essayer d'augmenter la puissance des installations, pourquoi n'essayerait-on pas de diminuer les besoins. C'est ce qui sera réalisé prochainement au Centre de Hemptinne. Dans le cadre de la rénovation des salles de bain, les baignoires seront en partie remplacées par des douches. Celles-ci consomment au minimum deux fois moins d'eau chaude.

Pour conclure, prenons un autre exemple, celui du Foyer International des Etudiants à Liège.

Dans ce centre d'hébergement, les locataires se plaignaient aussi d'un manque d'eau chaude sanitaire. Les responsables de l'institution ont dès lors envisagé de placer des ballons supplémentaires. Un élément leur a cependant sauté aux yeux : la consommation d'eau importante de l'institution. En effet, cette dernière s'élevait à 217 litres par jour et par personne, alors que ce ratio n'est que de 80 litres dans un ménage moyen! Dès lors plutôt que d'augmenter la capacité de production d'eau chaude, il fallait en diminuer la consommation. Des simples mesures avec un seau et un chronomètre ont montrés que certaines douches débitaient pas moins de 30 litres par minutes (une douche de 5 minutes consommait 150 litres d'eau chaude!). Actuellement, les pommeaux de douche économiques permettent de ramener ces débits à moins de 8 litres par minute pour une sensation de confort identique. Cette solution a permis de diminuer les consommations d'eau et d'énergie et d'éviter un investissement nettement plus important.

Réalisation :



Institut Wallon ASBL
Boulevard Frère Orban 4
5000 Namur
Tél. 081/25 04 80

Editeur responsable :

DGTRE - Service de l'Energie
Avenue Prince de Liège, 7 - 5100 Jambes
Tél. : 081/32 12 11

Reproduction autorisée moyennant indication de la source.

