

# Notes techniques

## Règles de bonnes pratiques pour la conception énergétique des bâtiments basse consommation

**Auteur : Olivier SIDLER**

Note technique n°120514

Mai 2012



**INGENIEURS CONSEILS**

26160 Félines sur Rimandoule

☎ 04 75 90 18 54 - [sidler@enertech.fr](mailto:sidler@enertech.fr)

**CHAPITRE 1 : CHAUFFAGE****CHAUFFAGE*****1 - Mieux soigner la réalisation des enveloppes (pose isolants, menuiseries extérieures)***

Les principaux problèmes rencontrés sur la réalisation des enveloppes et qui peuvent conduire à une dégradation des performances sont les suivants :

***A - Au niveau de la conception***

- Ne surtout pas oublier de comptabiliser dans les déperditions les accrochages de bardages, surtout si l'isolant n'est pas en couches croisées. On a vu que le coefficient U courant d'une paroi pouvait être augmenté de plus de 50 % uniquement à cause des accrochages de bardages qui sont bien souvent non pris en compte dans les calculs.

- Penser également à prendre en compte les éléments d'entretoise des doubles murs solidarissant le mur de structure et le mur de doublage. Il apparaît là aussi des ponts thermiques qui ne sont pas négligeables.

- A chaque fois que c'est possible, mettre en œuvre l'isolant en couches croisées afin de réduire le plus possible tous les ponts thermiques structurels.

***B - Au niveau de la réalisation***

- bien veiller d'abord au respect des résistances thermiques mises en œuvre. Il est toujours regrettable en fin d'opération de s'apercevoir qu'il manque 4 cm d'isolant sur la façade. C'est pourtant déjà arrivé....

- veiller également à ce que la pose de l'isolant soit faite de manière très rigoureuse : ne jamais écraser l'isolant avec les rosaces de fixation, ne pas laisser en périphérie des fenêtres 3 cm de mur non isolé, ne pas accepter de portions d'isolant dégradées avant la pose du bardage, etc.

- Vérifier que la glace comportant le revêtement peu émissif sur les vitrages est bien posée du bon côté, c'est-à-dire vers l'intérieur.

***2 - Réaliser une étanchéité à l'air parfaite***

- la réalisation d'une étanchéité à l'air de très bonne qualité est un impératif pour réaliser un bâtiment réellement à basse consommation. Mais on se souviendra que la réussite d'une étanchéité à l'air est d'abord une question de bonne conception, de bon dessin. C'est à l'architecte qu'il revient de traiter tous les détails d'étanchéité en façade grâce à une analyse de tous les points critiques figurant sur ses plans. On peut suggérer la méthode opérationnelle suivante :

1 - d'abord identifier, au moyen de coupes longitudinales et transversales aussi nombreuses que nécessaire, l'ensemble des points imposant un traitement. Lorsqu'une coupe

---

*Règles de bonnes pratiques pour la conception des bâtiments basse consommation*

---

est réalisée, on doit pouvoir suivre au moyen d'un crayon la continuité de l'étanchéité à l'air tout autour de la coupe sans avoir jamais à lever le crayon par suite d'un défaut de continuité dans l'étanchéité. La méthode est radicale et ne laisse rien passer ! Le traitement des défauts ainsi mis à jour s'effectuera au moyen d'assemblages bien étudiés, de chambres de décompression judicieuses, de films, de joints ou de bandes adhésives au butyl, etc

2 - Cesser de considérer le joint au pistolet comme une solution de base. C'est au mieux un «ersatz» de médiocre qualité dont on se souviendra qu'il vieillit très mal, ne supporte ni les rayons ultra violets ni les variations dimensionnelles des supports (dilatation) sur lequel il est fixé. Utiliser du joint au pistolet c'est faire fi de la pérennité de l'étanchéité à l'air.

3 - Réaliser ensuite des carnets de détails qui permettront à l'entreprise de comprendre exactement ce qu'elle doit exécuter, et dans quelles conditions elle doit le faire. Ces carnets nécessitent donc de la part de la maîtrise d'ouvrage de confier à l'architecte un minimum de la mission d'exécution. Mais il ne s'agit pas là d'un travail très important. Moins de dix détails suffisent en général pour décrire les éléments nécessaires à l'étanchéité d'un bâtiment.

4 - Décrire ensuite dans les CCTP les tâches à réaliser au titre de l'étanchéité à l'air, toujours dans l'idée d'être le plus clair possible vis-à-vis des entreprises. Ceci va nécessiter de définir très clairement les limites de prestation de chaque entreprise dans la réalisation de l'étanchéité à l'air. Cet aspect doit être examiné avec beaucoup de soin par l'architecte car une mauvaise définition des limites de prestations induit toujours et de façon inévitable des conflits sur le chantier. Il est donc nécessaire de bien analyser dans quel ordre les entreprises interviendront et donc quelle tâche doit être à la charge de quel lot et à quel moment.

5 - Faire figurer dans le DPGF les tâches à accomplir au titre de l'étanchéité à l'air. Ce peut être sous la forme d'un poste regroupant lot par lot l'ensemble de la mission, mais ceci n'est pas conseillé car l'évaluation globale est alors assez délicate, donc approximative. Il est préférable d'attacher à chaque opération la part de l'étanchéité à l'air qui lui revient. À titre d'exemple on parlera de la fourniture et pose d'une menuiserie extérieure, toutes suggestions d'étanchéité à l'air incluses conformément au CCTP.

6 - Démarrer le chantier par une présentation très pédagogique de l'ensemble du projet : pourquoi est-ce qu'on réalise ce bâtiment là, avec ces exigences là, dans ce contexte-là ? Faire comprendre à chacun la particularité de l'opération qui démarre, mais aussi donner un sens à sa mission, ce qui fait de plus en plus défaut sur les chantiers aujourd'hui...

Puis on fera, lors d'une autre réunion, de la pédagogie propre à chaque particularité technique, en l'occurrence l'étanchéité à l'air. On expliquera ce qu'on attend, comment il faut la mettre en œuvre, etc. Face à un sujet aussi nouveau que l'étanchéité à l'air c'est une nécessité élémentaire visant à ne pas dégoûter tous ceux pour qui ce sera la première expérience de ce genre. Accompagner plutôt que sanctionner, telle est la philosophie qu'il faut adopter sur ces opérations d'un genre nouveau.

7 - Il est recommandé de faire un test à la porte soufflante au moment où le clos et le couvert seront terminés. Ceci permettra de vérifier la qualité de l'étanchéité, mais surtout de modifier facilement ce qui ne serait pas au point. Mais attention, il arrive fréquemment que le test final, lors de la réception, soit moins bon que ce test en cours de chantier. Ceci est dû aux nombreuses dégradations de la barrière étanche par les corps d'état secondaires (électricien, chauffagiste, plaquiste, etc) après le premier test.

### ***3 - Calorifuger les pieuvres hydro câblées***

On a vu les inconvénients liés à la transmission de chaleur des pieuvres hydrocâblées. Ce phénomène a été décrit il y a fort longtemps par le Costic, mais personne n'y a alors prêté attention. Il est évident que le phénomène est d'autant plus exacerbé qu'il existe un déséquilibre entre les « besoins » de chauffage de chacun. Dès lors qu'on met à disposition des usagers des thermostats d'ambiance dans chaque pièce, on prend le risque que certains les utilisent sans modération, et par là même sollicitent en permanence le réseau de distribution du chauffage, ce qui a pour effet de surchauffer la dalle sur une largeur importante la transformant ainsi en un plancher chauffant dont les émissions s'ajoutent à celles des radiateurs. Le risque est la surchauffe, donc la surconsommation non contrôlée et non contrôlable.

La solution préconisée est simple : elle consiste à n'utiliser que des tubes préisolés au moyen de 5 mm de mousse, ce qui limitera les conséquences sur le diamètre des fourreaux et sera compatible avec l'épaisseur des dalles de béton.

### ***4 - Utiliser des régulations terminales à réponse rapide***

La régulation terminale est généralement assurée par des robinets thermostatiques. Mais les caractéristiques réelles de ces matériels une fois mis en place ( $K_{vs}$  beaucoup trop élevé supprimant toute autorité à la vanne, pré-réglage inexistant, bande proportionnelle trop élevée) rendent parfaitement inopérante la régulation. Celle-ci réagit beaucoup trop lentement et on observe que les robinets thermostatiques ne sont complètement fermés que lorsque la température atteint 21 ou 22°C. Or, si la consigne a été fixée à 19°C, tout dépassement de cette température conduit à des pertes, donc à une surconsommation. La conclusion est simple : dans son état technologique actuel et réel le robinet thermostatique n'est plus adapté dans les installations à très basse consommation. Il faut lui trouver un substitut permettant une réponse beaucoup plus rapide arrêtant le chauffage dès que la température de consigne est atteinte.

Les solutions ne manquent pas. La première d'entre elles est le moteur électrothermique. Il s'agit d'une petite résistance chauffante de 1,5 W placée dans l'élément sensible de la tête thermostatique, et reliée à un thermostat d'ambiance. Dès que la température de consigne est atteinte, le thermostat se ferme, et en cinq ou six minutes l'élément sensible s'est suffisamment dilaté pour fermer totalement le robinet. Ce faisant, on a transformé un robinet thermostatique lent et mal adapté en une vanne deux voies capable d'une réponse rapide. L'inconvénient de cette solution est son coût. Non qu'il soit très élevé, mais il est quand même plus important que celui d'un simple robinet thermostatique. Le second inconvénient tient à la présence d'un thermostat d'ambiance dans chaque pièce, ce qui aurait dû être une plus-value pour le bâtiment mais apparaît en réalité comme un inconvénient majeur lié à l'usage désordonné et peu citoyen qui en est fait par certains essayant de se chauffer à 23 ou 24°C. La solution eût été de brider les thermostats. Mais les constructeurs ne s'y sont pour l'instant pas résolus et le bridage par picots est tout à fait inopérant et inutile.

Enfin, on observe également que dans les logements à très basse consommation, la constante de temps du bâtiment est très élevée, ce qui se traduit par des variations extrêmement lentes de la température intérieure. On observe également une homogénéisation des températures entre les différentes pièces, homogénéisation elle-même liée à la très forte isolation des parois empêchant la chaleur de migrer vers l'extérieur et favorisant donc la circulation de celle-ci à l'intérieur d'un même logement.

Fort de ces observations, l'idée vient alors de proposer une régulation unique à l'intérieur du logement, fondée sur un thermostat d'ambiance placé dans le séjour, pilotant une vanne deux voies sur l'alimentation générale du chauffage. Cette approche peut être mise en œuvre indifféremment dans des bâtiments collectifs ou dans des maisons individuelles. En théorie, ceci n'est pas conforme à la réglementation qui exige une régulation individuelle dans chaque pièce. Mais la réglementation devra probablement s'adapter à cette nouvelle réalité : les régulations par pièce ne sont plus efficaces car les variations de température intérieure sont lentes du fait des caractéristiques des bâtiments. Leur présence conduit seulement à augmenter le coût sans apporter d'éléments de confort ou d'économie supplémentaires.

### ***5 - Brider les thermostats d'ambiance à 19 ou 20°C***

Comme pour la réglementation de vitesse sur la route dont on ne comprend pas pourquoi elle autorise de construire des voitures capables de rouler à 250 km/h alors que la limite est à 130, on ne comprend pas non plus pourquoi il est impossible de disposer de thermostats d'ambiance bridables interdisant des températures supérieures par exemple à 20°C (précisons que cette revendication ne vaut que pour les bâtiments neufs, très bien isolés, pas pour des passoires thermiques anciennes dans lesquelles la température ne peut pas être de 19 ou 20°C) puisque la loi impose depuis 1979 que la température maximum moyenne ne dépasse pas 19°C.

Le Code de la Construction et de l'Habitation précise en effet en son article R 131-20 que la température moyenne maximum des logements (et de la plupart des bâtiments tertiaires) ne doit pas excéder 19°C.

Si l'on peut effectivement remettre en cause le bien-fondé de cette température dans les logements anciens constitués essentiellement de parois froides, voire très froides, il demeure parfaitement possible de vivre dans des bâtiments très isolés avec une température de 19°C car il n'y a plus aucune paroi froide. On rappellera que la surconsommation de chauffage est de l'ordre de 15 % par degré supplémentaire. Se chauffer à 23°C, c'est donc un dépassement garanti de la consommation de chauffage de plus de 50 %....

On entend souvent dire qu'on vit dans un pays libre, et que la température de chauffage fait partie des libertés fondamentales. Un usager a même affirmé que puisqu'il avait de l'argent il voulait pouvoir se chauffer à 23°C. Certes, mais on sait tous que la liberté de chacun prend fin là où commence celle des autres. Si la température a été limitée à 19°C en 1979 c'est à la suite du second choc pétrolier qui annonçait la pénurie énergétique que nous connaissons aujourd'hui. Depuis, le réchauffement climatique à ajouter une couche de contraintes. Chacun doit comprendre et accepter cette situation qui rappelle tant celle de la ceinture de sécurité qui s'est imposée à nous malgré une hostilité généralisée, ou plus récemment celle de la limitation de vitesse sur route dont on ne peut pas dire qu'elle était inscrite dans nos gènes. Nous devons donc prendre les dispositions qui nous permettront de vivre confortablement avec une température intérieure ne dépassant plus 19°C. Est-ce si difficile que cela ? Bien sûr que non ! Il suffit d'adapter ses vêtements à la saison ce que plus personne ne fait puisque dans les enquêtes que nous avons menées 100% des usagers répondent vivre en T-shirt l'hiver. Certes, 40 % reconnaissent qu'il s'agit d'un T-shirt à manches longues !.... Mais quand même, on se demande où est passé le bon sens qui nous avait habitués à utiliser des vêtements chauds en hiver et plus légers en été. Ce bon sens doit revenir, car sans lui nous n'irons que de conflits en conflits avec les utilisateurs qui se plaindront de ces bâtiments d'un nouveau type, comme ils ont commencé à le faire. Il n'est plus ni acceptable, ni concevable de s'entendre dire, notamment en logement social, que « le bon chauffage, c'est celui qui maintient 25°C, et quand on a trop chaud on ouvre la fenêtre ». Chacun doit désormais assumer sa part de responsabilités dans cette lutte collective contre le

changement climatique et la pénurie énergétique. La démagogie doit disparaître des discours, et même les promoteurs doivent cesser de s'abriter derrière l'argument selon lequel le client est roi... La loi doit s'appliquer à tous, sans exception. Sinon, comment justifier sans risque d'anarchie qu'il faut respecter certaines lois et pas d'autres ? A défaut faisons abroger celles qui ne sont pas adaptées. Mais dans le cas de la température intérieure, cela paraît quand même délicat....

Voilà pourquoi il est nécessaire que les constructeurs acceptent de mettre au point des thermostats qui soient électroniquement bridables, ce qui rendrait impossible ou presque leur déverrouillage. C'est une affaire de civisme.

### ***6 - Régler soigneusement les courbes de chauffe (lois d'eau).***

La « loi d'eau » est une régulation primaire qui fixe la température d'eau en fonction de la température extérieure. Il ne peut donc s'agir que d'un pré-réglage qui devra toujours être complété par une régulation terminale. L'intérêt d'utiliser une loi d'eau est double : d'une part permettre à la régulation terminale de travailler dans de très bonnes conditions en ayant pour seule mission d'affiner les réglages (ce qui aurait été très difficile si la régulation terminale avait été la seule à agir), et d'autre part réduire les pertes de production (parfois) et de distribution de chaleur (toujours) en réduisant la température de l'eau chaude.

Mais on observe dans de nombreux cas que la loi d'eau est très mal réglée, et ceci a pour conséquence d'autoriser un niveau de température dans les logements beaucoup trop élevé si les utilisateurs le souhaitent. La conséquence est une augmentation de la consommation de chauffage très significative (de l'ordre de 15% par degré supplémentaire).

Lors de la conception, le bureau d'études a en principe défini une loi d'eau. Il faudrait donc *a minima* que cette loi soit programmée sur le régulateur. Ce n'est bien souvent pas le cas. Mais en réalité, il faut même que la loi d'eau soit ajustée aux besoins réels du bâtiment qui sont toujours inférieurs au calcul théorique. Car celui-ci est établi en l'absence de tout apport de chaleur gratuit, qu'il s'agisse des apports internes ou des apports solaires. Dans la réalité ces apports conduisent à ce que les températures de la loi d'eau réelle sont toujours inférieures à celles de la loi d'eau théorique. Il est important de procéder à cette optimisation et à ces réglages car ils sont sources d'économies importantes et évitent les dérives que l'on peut observer chez certains usagers dans l'utilisation de températures intérieures trop élevées.

Dernière remarque : on observe souvent que les lois d'eau destinées aux batteries air/eau placées dans les réseaux d'air fonctionnent avec des départs à la température maximum (par exemple 80°C) quelle que soit la température extérieure. Or ces batteries, généralement dédiées au préchauffage de l'air extérieur, peuvent dans la quasi totalité des cas fonctionner également avec une loi d'eau variable, et leurs caractéristiques d'émission très linéaires permettent qu'elles fonctionnent sur la même loi d'eau que les radiateurs, moyennant une petite régulation terminale qui aurait de toute façon été nécessaire. En d'autres termes, cela permettrait de n'avoir qu'un seul réseau hydraulique alimentant les radiateurs et les batteries au lieu d'en avoir deux disposant chacun de leur régulation de départ, ce qui permettrait de réduire les pertes de distribution des réseaux batteries. Cette technique mise en œuvre depuis de longues années sur des chantiers a toujours donné de très bons résultats. Elle coûte moins cher et consomme moins d'énergie.

### ***7 - Ne plus prévoir de ralenti de nuit centralisé en sous-station ou en chaufferie***

L'une des observations les plus étonnantes faites dans ces bâtiments à très basse consommation est la très faible évolution des températures intérieures au cours d'une journée.

Il a été clairement montré qu'un ralenti de nuit opéré dans une chaufferie ou une sous-station n'avait en réalité que peu d'impact sur la température intérieure des logements. Par voie de conséquence on s'est aussi aperçu que la programmation d'un ralenti de nuit n'avait plus aucun intérêt et pouvait même constituer une source de désordre dans certains cas. C'est évidemment une surprise majeure puisque le ralenti de nuit a toujours été un pilier de l'économie d'énergie. Mais il faut accepter cette réalité.

En conséquence, il est proposé de supprimer définitivement le ralenti de nuit centralisé et de laisser chacun piloter son thermostat d'ambiance en anticipant par exemple la baisse des températures la nuit, ou même la baisse des températures d'une manière générale, ce qui amènerait à un meilleur confort durant les nuits (on dort mieux lorsque la température est plus basse).

### ***8 - Ne plus surdimensionner les installations***

Surdimensionner les installations de chauffage, depuis la production jusqu'à l'émission de chaleur, coûte cher et dégrade le rendement annuel d'exploitation ce qui conduit à augmenter la facture de chauffage. Cette dégradation très importante, à charge partielle, de la performance des installations est la principale raison pour laquelle il faut à tout prix lutter contre le surdimensionnement des équipements.

La principale raison évoquée lorsqu'on parle du surdimensionnement, c'est la capacité qu'aurait une installation à la fois de ne jamais manquer à sa fonction qui est de chauffer, et de pouvoir remonter rapidement la température en fin de nuit ou après une période de ralenti prolongé.

Pour ce qui est du manque de chaleur, les règles sont extrêmement claires. Tout concepteur doit permettre à son installation d'assurer une température intérieure (19°C) pour une température extérieure dite « de base », qui est une température minimale atteinte statistiquement pendant 5 jours/an sur une période de 30 ans. Il est donc admis que si la température extérieure est inférieure à cette température de base, l'installation ne sera pas en mesure d'assurer la température de confort. Mais c'est une question économique : on ne dimensionne jamais des équipements pour des pointes dont la fréquence d'occurrence est trop faible.

Concernant la baisse de température consécutive à une période de ralenti, elle n'affecte en réalité que les bâtiments tertiaires à usage intermittent. Ce qui précède a montré qu'en logement le ralenti même programmé n'avait plus aucun impact et était inopérant. Le problème de la remontée de température ne se pose donc plus.

Dans le secteur tertiaire, on peut parfaitement éviter le surdimensionnement en supprimant toute forme de ralenti dès lors que la température extérieure atteint une valeur trop faible qui pourrait poser des problèmes à la remise en route de l'installation. On peut par exemple décider que si la température extérieure est inférieure à 0°C on ne fera plus de ralenti. Ceci évite définitivement toute difficulté à la remise en chauffe.

Enfin, quoi qu'on fasse, on dispose déjà d'un excès de puissance lorsqu'on dimensionne au plus juste son installation, c'est-à-dire en supposant qu'on ne bénéficie d'aucun apport ni interne ni solaire ! Il n'est donc pas nécessaire de rajouter de la puissance supplémentaire, les campagnes de mesures montrent qu'on dispose systématiquement d'une réserve telle qu'on n'atteint jamais plus de 70 % de la puissance nominale. La seule conséquence visible d'un surdimensionnement sera d'une part l'augmentation du prix de l'installation et d'autre part l'augmentation de la consommation de chauffage.

***9 - Il n'est plus nécessaire de placer les radiateurs sous les fenêtres***

Depuis 30 ans, il n'existe plus aucune surface froide à l'intérieur des bâtiments. L'habitude de placer les radiateurs sous les fenêtres (lieu d'infiltration d'air et de surface froide s'il en est) n'a donc plus de raison d'être. Elle oblige souvent à tirer de longs réseaux depuis le noyau central des habitations jusqu'aux façades, consommant des matières premières et occasionnant ainsi des coûts importants devenus parfaitement inutiles.

Le dernier argument pouvant encore être avancé en faveur de la pose de radiateurs sous les fenêtres est qu'on ne peut guère meubler cet espace. C'est exact. Mais il existe bien d'autres possibilités de placer des radiateurs au centre de l'habitation, c'est-à-dire sur les cloisons séparant les pièces principales et les circulations, tant la taille des radiateurs est aujourd'hui réduite. Il est même possible de les placer derrière les portes, là où on ne peut pas non plus mettre de meubles !

Quel est le but de cette démarche ? Uniquement réduire le coût des installations de chauffage, ce qui permet de réinjecter l'économie ainsi faite dans les surcoûts réellement utiles et nécessaires.



**CHAPITRE 2 : VENTILATION**

La ventilation est ce qui marche le plus mal dans tous les bâtiments que nous avons suivis. Au demeurant c'est aussi elle dont les usagers se plaignent le plus. Il faut donc commencer par concevoir, faire fonctionner et entretenir correctement les installations de ventilation. Mais il faudra aussi se pencher sur la réduction de leur consommation d'électricité qui est aujourd'hui leur talon d'Achille. Comme c'est très structurant pour le reste, commençons par cela.

Pour bien comprendre comment se construit la consommation d'électricité des installations de ventilation il faut repartir de la relation qui définit cette consommation.

La puissance électrique absorbée par un moto-ventilateur vaut :

$$P_{\text{él}} = D * \Delta P / \eta$$

où :

- $P_{\text{él}}$  : puissance électrique en [W]
- $D$  : débit [m<sup>3</sup>/s]
- $\Delta P$  : différence de pression totale aux bornes du ventilateur [Pa]  
N.B. : la pression totale est la somme de la pression statique et de la pression dynamique (qui vaut quant à elle  $\rho / 2 * V^2$ )
- $\eta$  : rendement du moto-ventilateur

Cette loi fait apparaître que la puissance électrique nécessaire sera d'autant plus faible que le rendement du moto ventilateur sera élevé, que le débit véhiculé et l'écart de pression totale aux bornes du ventilateur seront faibles, ce qui implique très peu de pertes de charge dans le réseau. D'où les points de vigilance suivants :

***1 - Concevoir l'installation pour disposer des débits nominaux exactement nécessaires***

En France, les débits de ventilation sont tous fixés de manière réglementaire, soit par les arrêtés de 1982 et 1983 pour le logement, soit par le Règlement Sanitaire Départemental Type pour les bâtiments tertiaires à l'exception des bâtiments soumis au Code du Travail, et enfin le Code du Travail pour les autres bâtiments, notamment de bureau.

Dans certains cas il peut être nécessaire d'aller au-delà de ces débits pour des raisons sanitaires. Mais dans toutes les configurations, il faudra impérativement que les débits soufflés vers l'installation soient strictement égaux aux débits nominaux recherchés. On ne doit pas observer de débits supérieurs à ces débits nominaux, ou alors à peine supérieurs afin de compenser des défauts mineurs d'étanchéité de la distribution d'air.

Mais attention : tous les débits proposés dans la réglementation le sont à la pression atmosphérique et pour une température de 20°C. Autrement dit, la réglementation fixe un

débit massique. Il s'ensuit qu'il est nécessaire de corriger le débit volumique en fonction de la température de l'air au point de mesure.

À titre d'indication, pour un débit nominal de 100 m<sup>3</sup>/h, voici les valeurs du débit volumique pour différentes températures d'air :

Température [°C]	20	30	40	50	70
Débit [m <sup>3</sup> /h]	100	103,4	106,8	110,2	117,1

On se souviendra également qu'à vitesse de rotation donnée, un ventilateur centrifuge pulse un débit volumique constant alors que le débit massique variera en fonction de la température et de la pression.

De là on tire une règle simple : puisque la réglementation impose un débit massique et non un débit volumique, il faut toujours placer les ventilateurs à l'endroit où les veines d'air sont les plus froides, par exemple avant une batterie chaude plutôt qu'après, car on minimise ainsi sa consommation d'électricité à débit massique constant.

## ***2 - Rendre le plus étanches possible les réseaux***

Si la puissance électrique des ventilateurs est fonction du débit, **les réseaux aérauliques doivent être extrêmement étanches**, car tout défaut d'étanchéité augmentera le débit que le ventilateur doit pulser pour assurer un débit donné au soufflage ou à l'extraction.

L'étanchéité des réseaux en partie courante sera obtenue soit par des emboîtements avec mastic et bande adhésive aluminisée, soit par des conduits munis de joint à lèvres. On utilisera uniquement des pièces de transformation et on refusera tout piquage fait à la grignoteuse. La fixation des manchettes souples sur les centrales de traitement de l'air seront particulièrement soignées, et les brides de fixation seront recouvertes d'une bande adhésive les solidarissant de la tôle des caissons. On attachera un soin tout particulier aux assemblages des réseaux sur les centrales de traitement d'air car ils sont souvent le siège de fuites très importantes.

## ***3 - Equilibrer le plus parfaitement possible les débits soufflé et extrait***

Il est évident que **les débits soufflé et extrait doivent être égaux** ce qui n'est pratiquement jamais le cas. Lorsqu'ils ne sont pas égaux, cela traduit le fait que de l'air est soit infiltré soit exfiltré par l'enveloppe du bâtiment, ce qui dans les deux cas se traduit d'une part par une augmentation des pertes de chaleur liées au renouvellement d'air, et d'autre part par un accroissement des consommations électriques du ventilateur. On comprend pourquoi il faut non seulement équilibrer les débits mais aussi rendre le plus étanche possible les enveloppes des bâtiments.

Petit conseil : pour voir si un bâtiment est en surpression, en dépression ou en zone neutre, il suffit d'entrouvrir à peine une fenêtre, voire une porte. Si celle-ci tend à se refermer, c'est que le bâtiment est en surpression. *A contrario* si elle tend à s'ouvrir, c'est que le bâtiment est en dépression. Si elle reste en position, c'est que la pression est à peu près bien équilibrée, et donc les débits aussi. Ce test ne fonctionne bien sûr qu'à la condition expresse que la menuiserie est correctement montée et que son ouverture ou sa fermeture ne présente pas de résistance mécanique particulière.

#### *4 - Faire fonctionner les installations à débit variable chaque fois que c'est possible*

Normalement, il faudrait faire fonctionner les installations à débit variable, mais toutes celles que nous avons observées et qui étaient conçues pour cela n'ont jamais fonctionné correctement. Difficile de distinguer entre ce qui est dû à la conception, à la réalisation, ou à la non qualité des matériels mis en oeuvre. Ce dernier aspect semble aujourd'hui assez préoccupant et mérite qu'un travail approfondi soit mené rapidement avec les fabricants afin de vérifier que ce qui a été posé fonctionne comme on est en droit de l'attendre.

Pour comprendre l'intérêt de la variation de débit, il faut se souvenir que la puissance électrique d'un moto ventilateur centrifuge varie avec le cube du débit dans un circuit dont les caractéristiques ne seraient pas modifiées. Lorsque les vannes s'ouvrent ou se ferment, la puissance électrique varie alors, selon le type d'asservissement, en fonction au moins du carré du débit (l'exposant peut atteindre 2,5). L'enjeu de la variation de vitesse est donc majeur sur la consommation d'électricité des moto-ventilateurs et cette technique permettrait à elle seule de réduire considérablement les consommations observées. Malheureusement on ne peut pas considérer à ce jour qu'elle soit maîtrisée sur les opérations réalisées.

Pour utiliser de la variation de vitesse, il faut d'abord faire en sorte que le débit puisse varier. Dans les logements, cette variation est acquise par la présence en cuisine de bouches d'extraction bi-débits. Mais il faut ensuite faire en sorte que lorsque le débit en cuisine est réduit, seul le débit de soufflage du logement concerné soit affecté par la variation de débit général. Ceci suppose des régulateurs de débit fonctionnant avec la commande de bi-débit en cuisine. On observe que ces régulateurs ne marchent presque jamais d'une part, et d'autre part que la variation de vitesse des ventilateurs de la centrale de traitement d'air n'est pratiquement jamais réalisée. L'une des causes souvent observées est la fixation d'un niveau de pression à maintenir constant en sortie de la CTA beaucoup trop élevé. Dans ce cas, le ventilateur a beau augmenter sa vitesse il n'arrive jamais à atteindre le niveau de pression exigée, et quelles que soient les variations de débit constatées sur l'installation, la ventilation tourne toujours au maximum de ses capacités sans jamais présenter de réduction de débit.

En tertiaire, on peut obtenir une variation de débit dans une installation en asservissant pièce par pièce le soufflage et l'extraction d'air à une sonde de présence qui pilote les clapets placés dans les conduits de soufflage et d'extraction. Dès que la sonde détecte une présence, elle ouvre les clapets et la ventilation se met en route. Dans une installation comme celle-ci, on maintient constante la pression statique à l'extrémité de l'installation. Ce type de disposition fonctionne correctement.

#### *5 - Concevoir des réseaux aérauliques en " étoile " et courts*

Pour avoir les pertes de charges les plus faibles possibles il faut d'abord **placer le ventilateur au centre du réseau aéraulique** (et non pas à une de ses extrémités) afin que celui-ci ait une architecture proche de l'étoile plutôt que de celle d'une colonne vertébrale distribuant de manière linéaire l'ensemble des bouches. Ce faisant, la distance, donc la perte de charge, pour aller du ventilateur à l'extrémité de l'une quelconque des branches sera deux fois plus faible que si l'architecture avait été toute en longueur. Mais cette disposition permettra également un auto équilibrage de l'installation, puisque toutes les branches auront sensiblement la même longueur et la même perte de charge. Il faut aussi se souvenir que c'est le tronçon le plus défavorisé, donc en général le plus long, qui présente la plus forte perte de charge, même s'il n'alimente qu'une bouche de 30 m<sup>3</sup>/h, et c'est lui qui imposera le niveau de perte de charge que devra assurer le ventilateur. Veiller à ce que ce tronçon ait sensiblement la même perte de charge que tous les autres.

**6 - Concevoir des réseaux aérauliques à très faible pertes de charge linéiques**

Il faut bien sûr s'intéresser au réseau lui-même. La stratégie sera simplement d'avoir de très faibles pertes de charge linéiques, ce qui conduira à adopter généralement des diamètres un peu supérieurs à ce qui se pratique de façon courante. Ajoutons que surdimensionner légèrement les sections de passage de l'air conduit à travailler avec des vitesses beaucoup plus faibles générant également beaucoup moins de bruit. Le surinvestissement sera extrêmement rentable.

**7 - Minimiser la perte de charge des organes spécifiques (échangeurs, batteries, etc.)**

Dans la plus part des cas, le dimensionnement des gros organes spécifiques ne peut pas être fait par le bureau d'études qui le confie donc au fabricant. C'est ainsi que, sans y prendre garde, le bureau d'études se dessaisit d'une part de la conception ayant un impact très important sur la consommation du poste ventilation. Car il faut bien sûr réduire la perte de charge de tous les organes se trouvant sur les circuits aérauliques et présentant en général de très fortes résistances : il s'agit essentiellement des échangeurs de chaleur air/air et des batteries air/eau. Dans les deux cas, il faut demander aux fabricants qui procèdent au dimensionnement de bien vouloir fournir un modèle présentant de très faibles pertes de charge pour le débit considéré. Il est vrai que ceci conduit à un léger surdimensionnement des équipements, mais le bénéfice de ce petit surcoût portera ses effets sur toute la durée de vie et de fonctionnement du ventilateur. C'est donc un investissement extrêmement rentable.

**8 - Choisir un moto-ventilateur offrant un point de fonctionnement à haut rendement**

Le rendement d'un moto ventilateur a trois composantes : le rendement du moteur, celui de la transmission et celui de l'aubage. En principe ses caractéristiques dépendent uniquement du fabricant. Mais tous n'ont pas encore fait le choix des technologies les plus performantes, et c'est un peu regrettable. Les moteurs électriques ont fait d'énormes progrès ces derniers temps, que ce soit avec l'utilisation de nouvelles technologies ou celle des aimants permanents. Quant à la transmission (source d'importantes pertes par frottement des courroies), le plus simple était de la supprimer, ce qu'ont fait un certain nombre de constructeurs qui ont adopté la « transmission directe » accouplant directement la turbine sur l'arbre du moteur. Enfin, l'arrivée des aubages à réaction a mis fin aux piètres performances des aubages à action (les fameuses cages d'écureuil). Mais là encore tous les fabricants n'ont pas adopté cette technologie, ce qui est dommage.

La première tâche du bureau d'études est donc de bien sélectionner les moto-ventilateurs de façon pertinente car ils ne se valent pas tous lorsqu'on les juge à l'aune de leur rendement. Mais cela ne suffit pas car, à vitesse de rotation constante, le rendement d'un moto-ventilateur n'est absolument pas constant et dépend de la position du point de fonctionnement sur les courbes caractéristiques débit/pression.

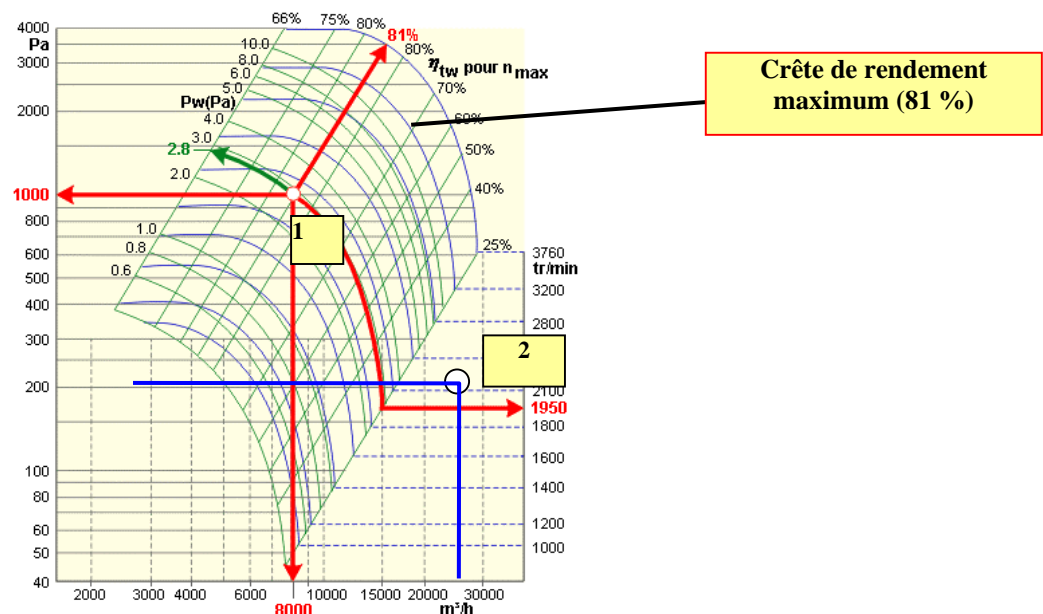
**9 - Déterminer avec soin le point de fonctionnement du moto-ventilateur**

La figure qui suit représente les courbes caractéristiques d'un ventilateur à vitesse variable. On voit qu'il existe une « crête » de rendement maximal (81 % sur ce modèle) de

laquelle il faudra au maximum se rapprocher et sur laquelle il faudra absolument tenter de positionner le point de fonctionnement nominal de l'installation, comme le point 1 (8000 m<sup>3</sup>/h – 1000 Pa). En revanche, le point 2 est quant à lui très mal choisi puisque son rendement, de l'ordre de 27%, est trois fois plus faible que celui du point 1. En ne tenant pas compte de l'extrême variation du rendement sur les courbes débit/pression et en se contentant de choisir le premier ventilateur venu, on peut connaître ce genre de désillusion. Il convient donc de rechercher la machine la plus adaptée au régime débit/pression du projet. Mais il est vrai qu'il **faudrait que les constructeurs prennent l'habitude de fournir pour leurs moto-ventilateurs, des abaques détaillées incluant les courbes de rendement, ce qui n'est pratiquement jamais le cas**. Avec ces abaques, le concepteur peut savoir très précisément quelle sera la puissance de son ventilateur. Par exemple au point 1, dont le débit est de 8000 m<sup>3</sup>/h (soit 2,22 m<sup>3</sup>/s), la pression totale de 1000 Pa, et le rendement de 81 %, la puissance électrique nécessaire sera de :

$$P_{el} = 2,22 * 1000 / 0,81 = 2745 \text{ W}$$

On le voit parfaitement sur cet exemple, la position réelle du point de fonctionnement peut faire varier la consommation dans un rapport de un à trois, ce qui suffirait amplement à expliquer les écarts considérables observés sur la figure 4.5.11.



*Courbes caractéristiques d'un motoventilateur à vitesse variable (doc Université de Louvain)*

Choisir correctement le moto-ventilateur afin de travailler dans une zone de fonctionnement optimal doit devenir une véritable obsession des concepteurs d'installations aérauliques. Le problème, c'est que bien souvent l'étude d'exécution est à la charge de l'entreprise, et dans bien des cas, celle-ci n'a pas encore perçu ce type d'enjeu : elle choisit le moto ventilateur le moins cher, ou celui du fabricant avec lequel elle a l'habitude de commercer. Tout cela ne peut guère conduire à de la performance énergétique. Le bâtiment doit sortir de « l'à peu près » et doit entrer dans l'ère de la rigueur.

**10 - Positionner correctement les ventilateurs par rapport à un échangeur à roue**

Les échangeurs à roues sont souvent utilisés dans les installations de ventilation car ils présentent une efficacité très élevée, un encombrement réduit, et ils permettent d'éviter l'utilisation de batteries anti-givre qui sont des organes parfois très consommateurs d'électricité et qui sont généralement très mal pilotés. Contrairement à une idée reçue, les échangeurs à roue ne sont pas forcément le siège d'un recyclage de l'air, l'air vicié traversant l'échangeur et étant repris par l'air neuf. À titre d'exemple, en Allemagne, les échangeurs à roues sont admis dans les salles d'opération des hôpitaux.

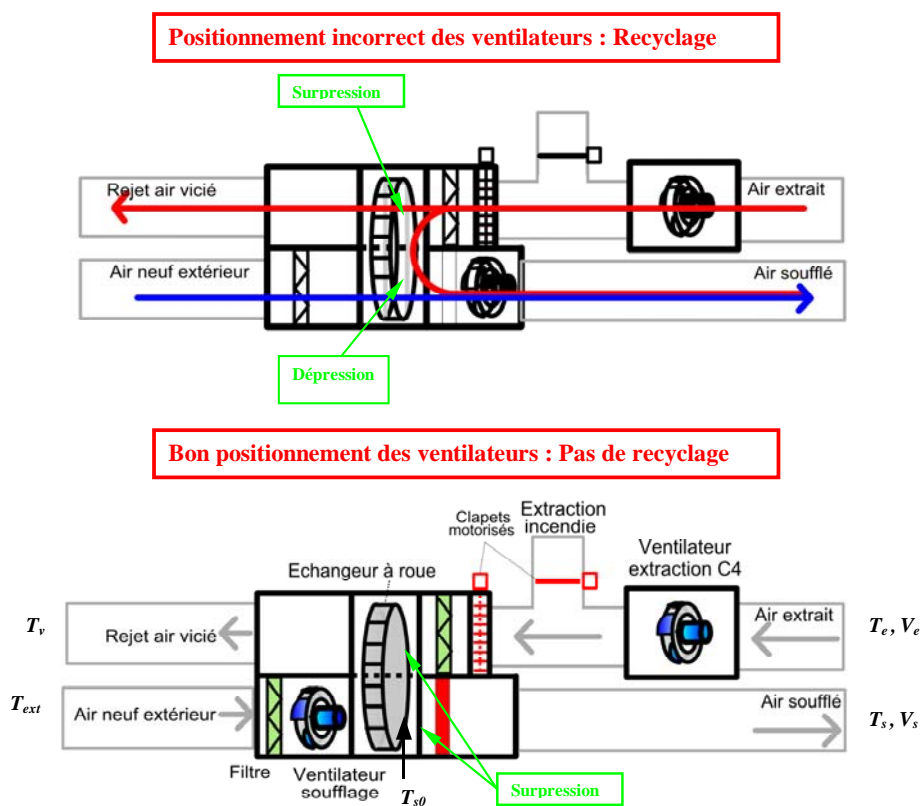
Toutefois, si l'on n'y prend pas garde et que le montage est incorrect, les échangeurs à roue peuvent parfaitement être le siège d'un recyclage parfois massif d'air vicié.

La première figure ci-dessous représente un type de montage incorrect : trois erreurs ont été commises :

- le ventilateur de soufflage est en aval de l'échangeur (dans le sens de l'écoulement), si bien que le conduit de soufflage au droit de cet échangeur est en forte dépression,

- le ventilateur d'extraction est en amont de l'échangeur, si bien que le conduit d'extraction au droit de cet échangeur est en surpression. Immanquablement l'air vicié (en surpression) va donc circuler en direction de l'air neuf (en dépression). Telles sont les lois de la mécanique des fluides....

- il n'y a pas de « secteur de purge ». Il s'agit d'une pièce métallique ayant la forme d'un secteur (au sens géométrique du terme) permettant d'éviter le recyclage de l'air pris dans la roue au moment où elle passe de la zone « air extrait » à la zone « air neuf ».



*Schémas de positionnement incorrect (en haut) et correct (en bas) des ventilateurs de soufflage et d'extraction associés à un échangeur à roue*

Dans la partie basse de la figure, on a représenté une solution qui fonctionne. La principale disposition consiste à placer le ventilateur de soufflage en amont de l'échangeur à roue. Dans cette configuration, le ventilateur d'extraction peut se trouver en amont de l'échangeur à roue. Mais il est aussi possible, en reliant le conduit d'air vicié sortant de la centrale et le conduit prévu pour l'extraction des fumées en cas d'incendie, d'implanter le ventilateur en aval de cette confluence plaçant ainsi l'échangeur coté « air vicié » en dépression. Dans ce cas de figure, il est totalement impossible à l'air vicié d'être recyclé.

### ***11 - En cas de batteries anti-givre, les piloter de façon optimum***

La présence de batteries anti-givre est rendue nécessaire lorsqu'on utilise par exemple un échangeur à plaques. En effet, lorsque l'air extérieur est à température négative, il induit une condensation de la vapeur d'eau contenue dans l'air extrait. Celle-ci se dépose sur les plaques de l'échangeur et prend en glace, obstruant ainsi les canaux de passage de l'air extrait, ce qui a pour effet de supprimer toute ventilation du bâtiment de façon durable. Les batteries anti-givre ont donc pour mission d'éviter ce givrage. Mais elles doivent d'abord être dimensionnées au plus juste, car ce sont généralement des batteries électriques, et un surdimensionnement conduit à des abonnements extrêmement coûteux. Il faut ensuite que la batterie soit programmée avec soin de manière à n'entrer en fonctionnement que lorsqu'il y a réellement un risque de givre c'est-à-dire à partir de -2°C. Il est inutile de programmer un fonctionnement des batteries pour des températures positives jusqu'à +5°C comme on l'a vu. Ceci conduit à une consommation d'électricité très importante, et donc à un coût d'exploitation considérable alors même qu'on a fait d'énormes efforts pour réduire la facture de chauffage.

### ***12 - Mesurer les débits effectifs de l'installation au moment de la livraison***

Il est très fréquent que les installations ne fonctionnent pas du tout “de façon nominale”. Et pour cause, les débits ne sont très souvent pas les bons, voire même parfois nuls (volets fermés, moteur à l'arrêt). Il arrive aussi que les débits soient très déséquilibrés.

On ne peut plus accepter de tels dysfonctionnements, d'abord parce qu'ils conduisent à ne plus satisfaire le service “ ventilation ”, ce qui peut conduire à de graves pathologies dans un bâtiment étanche à l'air, et parce qu'ils conduisent à des surconsommations d'énergie.

Il est nécessaire que la réception des installations se fasse avec un minimum de mesures. Les débits doivent être mesurés aux bouches de prise et rejet d'air d'une part, et sur de nombreuses bouches de soufflage et d'extraction. L'équilibrage des débits doit être vérifié.

### ***13 - Maintenance : changer les filtres d'air neuf tous les 4 mois***

Les campagnes de mesures ont montré de façon spectaculaire que les filtres d'air neuf devaient être changés tous les trois ou quatre mois si on acceptait une réduction maximum de 10 % du débit nominal. Elles ont aussi montré que si on ne change pas de filtres, au bout de neuf mois il ne reste plus que 25 % du débit nominal. Ceci ne concerne que le préfiltre lorsque l'installation comprend un filtre G4 suivi d'un filtre F7. Ce dernier est protégé par le préfiltre et peut-être changé beaucoup moins fréquemment. Ces changements doivent être rendus obligatoires, et figurer dans les CCTP.

---

***Règles de bonnes pratiques pour la conception des bâtiments basse consommation***

---

Concernant les filtres sur l'extraction d'un air, il apparaît qu'ils peuvent être changés seulement tous les six mois. Mais là aussi, cette maintenance doit être assurée avec une grande rigueur.

Rappelons que l'encrassement des filtres d'air neuf a deux conséquences graves : d'abord réduire le débit insufflé dans des proportions considérables pouvant créer des problèmes sanitaires aux usagers, et ensuite constituer une surconsommation d'énergie qui peut atteindre  $8 \text{ kWh/m}^2_{\text{Shab}}/\text{an}$  par suite de la mise en dépression du bâtiment et des infiltrations d'air consécutives à cette dépression.



**CHAPITRE 3 : EAU CHAUDE SANITAIRE*****1 - Mettre en œuvre des dispositifs hydro économes***

L'eau chaude sanitaire c'est d'abord de l'eau puis de l'énergie pour la chauffer. Pour réduire les consommations d'énergie liée à l'eau chaude sanitaire, il faut donc commencer par réduire les volumes d'eau puisés, tout en rendant le même service bien entendu. La manière la plus simple pour y parvenir consiste à utiliser tous les dispositifs hydro économes qui existent aujourd'hui et dont l'efficacité n'est plus à prouver. Cela concerne notamment :

- la pose d'un détendeur lorsque la pression statique de l'eau du réseau est supérieure à trois bars. Attention, dans les bâtiments de grande hauteur la pression disponible dans les étages diminue à raison d'environ un bar tous les trois niveaux.

- La pose au nez de tous les robinets des lavabos et des éviers (mais surtout pas des baignoires !) de limiteurs de débit auto régulés et calibrés. On peut à titre d'exemple recommander des limiteurs calibrés à 4 l/min. Les usagers en logement social nous ont dit qu'ils en étaient très satisfaits.

- La pose de douchettes à économie d'eau, type douchettes à turbulences, qui réduisent le volume d'eau prélevé tout en augmentant la surface d'eau en contact avec la peau. On recommandera des débits de 7,5 l/min sous 3 bars.

Mais, préconiser des systèmes permettant l'économie d'eau ne suffit pas. L'expérience montre qu'il est nécessaire de vérifier sur chantier, d'abord que les dispositifs ont effectivement été posés, et ensuite que leur débit (et donc leur modèle) correspond bien à ce qui a été prescrit. Malheureusement c'est assez rarement le cas. Il est donc nécessaire de se munir d'un dispositif permettant la mesure du débit. Il en existe dans le commerce qui donnent directement ce débit, mais on peut aussi se munir d'un bac gradué de 1 litre et d'un chronomètre.

Ces dispositifs permettent une économie d'eau importante, de l'ordre de 40 à 50 %, et ils constituent le moyen le plus économique de réduire la consommation d'énergie associée à la production d'eau chaude sanitaire. Il est donc recommandé d'y avoir recours sans modération !

***2 - Réduire dans les calculs les volumes des pointes à 10 minutes et à l'heure***

Les campagnes de mesures ont mis clairement en évidence, et de manière récurrente, un très fort surdimensionnement des volumes de pointe, que ce soit à 10 minutes ou à l'heure. Et ceci n'est pas en lien direct avec ce qui précède. Car de nombreuses opérations suivies n'étaient pas dotées de dispositifs hydro économes. Certes pour celles qui en étaient dotées, le surdimensionnement a l'air encore plus sensible.

Ce surdimensionnement des équipements de production d'eau chaude a pour conséquence une augmentation du coût des installations d'une part et une dégradation des performances conduisant à une augmentation des consommations d'énergie d'autre part.

Proposer de revisiter les règles admises par la profession depuis des années est évidemment assez iconoclaste. L'idéal serait bien sûr qu'un comité d'experts examine cette question, commande éventuellement d'autres campagnes de mesures, et propose de nouvelles règles de dimensionnement. Mais voilà 10 ans que nous observons les mêmes

phénomènes, qu'aucune exception n'a jamais échappé à la règle, si bien qu'on est effectivement en droit de se demander, puisque la maîtrise d'œuvre a une obligation de résultats plus que de moyens, s'il ne serait pas temps de commencer à modifier ces règles, au moins en partie.

Le débit de pointe à 10 minutes, est systématiquement 2,5 à 3 fois trop élevé, et on pourrait par exemple considérer qu'un surdimensionnement d'un facteur 1,5 serait déjà un progrès. En clair cela reviendrait à **adopter un débit de pointe à 10 minutes situé entre 50 et 60 % du débit calculé par les méthodes conventionnelles.**

Pour le débit à l'heure, l'écart est un peu plus faible et on peut convenir **qu'un débit correspondant aux deux tiers du débit à l'heure calculé par les méthodes conventionnelles serait déjà très suffisant.**

Ce choix devrait conduire à une réduction des volumes et des puissances installés, donc à une réduction du coût des installations. Cet aspect est quand même très important à l'heure où l'évolution réglementaire induit des augmentations de coût, même si celles-ci sont minimales.

### ***3 - Travailler sur les longueurs de boucle en les réduisant au maximum***

Les mesures ont permis de s'apercevoir que les réseaux de bouclage de l'eau chaude sanitaire étaient de très importantes sources de pertes de chaleur et qu'il était fréquent que ces pertes soient aussi importantes que toute la chaleur livrée à l'ensemble des robinets de toutes les douches, toutes les baignoires et tous les lavabos ou éviers du bâtiment !

La priorité est donc, pour réduire les consommations d'énergie de la production ECS, de réduire les pertes de bouclage. Pour cela il faut d'abord repenser le dessin des réseaux et imaginer des réseaux les plus courts possibles. L'une des stratégies consiste à ne pas faire passer la distribution en gaine palière car cette solution a de nombreux inconvénients :

- depuis la gaine palière il faut ensuite franchir de très longs tronçons horizontaux pour atteindre chaque logement, et ces tronçons sont en mono-tubes (ils ne sont pas irrigués par la boucle). A chaque puisage, fusse pour remplir un verre à dent, il faut vider la canalisation de son eau froide, la remplir avec de l'eau chaude qui va d'abord servir à réchauffer le tube et le support dans lequel il chemine (c'est à dire souvent la dalle), avant que l'eau chaude arrive jusqu'à l'utilisateur final. Tout ceci constitue d'énormes pertes de chaleur.

- la distribution depuis la gaine palière jusqu'au logement s'effectue le plus souvent au moyen d'un fourreau noyé dans la dalle, ce qui a pour effet en été de provoquer un dégagement de chaleur important dans les circulations occasionnant d'importantes surchauffes qui ne peuvent s'évacuer que vers...les logements. Inconfort garanti.

- l'utilisateur quant à lui n'est pas du tout satisfait du service rendu car il est obligé de faire couler beaucoup d'eau froide avant que n'arrive l'eau chaude, et pourtant tout ce volume d'eau froide lui est facturé au prix de l'eau chaude. D'où des conflits sans fin, notamment avec les bailleurs sociaux.

La proposition faite consiste à faire passer la distribution d'eau chaude dans une gaine si possible unique par logement (cela marche bien jusqu'au T3, voire au T4), autour de laquelle on disposera les 3 pièces « humides » (salle de bains, cuisine et éventuellement WC). Ce faisant, on minimise la distribution propre à chaque logement (il faut 3 m verticalement pour passer d'un logement à un autre, mais il faut 10 m pour aller de la gaine palière à un logement), on réduit considérablement le temps d'attente pour obtenir de l'eau réellement chaude, et ce faisant on réduit les volumes d'eau puisés, ce qui génère d'importantes économies d'énergie tout en supprimant les conflits entre usagers et bailleurs.

### ***Règles de bonnes pratiques pour la conception des bâtiments basse consommation***

D'une manière générale il faudra donc toujours, en phase de conception, que le bureau d'études et l'architecte se concertent afin de systématiquement rechercher les trajets les plus courts possibles pour la distribution d'eau chaude. Cette stratégie a de nombreux avantages :

- elle est bien sûr économe en eau (réduction des puisages d'eau froide) et en énergie,
- elle réduit la consommation d'électricité de la pompe de bouclage (boucle plus courte),
- elle coûte moins cher.

#### ***4 - Hyper isoler la boucle et l'ensemble des éléments liés à la production d'eau chaude***

Après avoir réduit la longueur de la boucle, il faut bien sûr veiller à réduire les pertes thermiques en apportant un soin presque maniaque à son calorifugeage.

Finies les isolations avec 11 ou 13 mm de mousse que l'on trouve pourtant encore très fréquemment. Il faut adopter une vraie stratégie d'isolation conduisant par exemple à ne jamais avoir de pertes par mètre linéaire qui dépasse 4 ou 5 W/m. Pour cela, on utilisera des épaisseurs jamais inférieures à 30 mm de laine minérale, mais qui seront bien sûr adaptées en fonction du diamètre :

- |                  |                          |
|------------------|--------------------------|
| - DN <= 20       | e = 30 mm laine minérale |
| - 25 <= DN <= 32 | e = 40 mm laine minérale |
| - 40 <= DN <= 50 | e = 50 mm laine minérale |

Mais il faudra aller encore beaucoup plus loin en :

- supprimant tous les ponts thermiques constitués par les colliers de fixation métalliques non calorifugés, ancrés souvent dans les murs en béton très conducteurs de chaleur,

- calorifugeant TOUS les organes se trouvant sur la production et la distribution d'eau chaude sanitaire. Il s'agit d'abord de l'échangeur (quand il n'est pas immergé dans le ballon). C'est un véritable radiateur de plusieurs kW qui ne sert qu'à dissiper de la chaleur en chaufferie ou en sous station. Mais il faudra aussi calorifuger toutes les vannes, tous les compteurs, tous les corps de pompe (mais pas le moteur !), tous les clapets et autres organes qui sont toujours nus et constituent de très importantes fuites de chaleur. En réalité, il va falloir traiter la production d'eau chaude sanitaire exactement comme on traite aujourd'hui les installations de production d'eau glacée : pour éviter qu'il y ait de la condensation et quelques gouttes par terre, on calorifuge tout avec un immense soin et il n'y a pas un seul cm<sup>2</sup> qui soit nu. Et bien, pour éviter de perte de l'énergie, on va faire désormais la même chose pour la production d'eau chaude sanitaire.

#### ***5 - Se méfier des mitigeurs pour la régulation de la température de départ de la boucle***

Traditionnellement, les mitigeurs sont alimentés par deux circuits (eau chaude et eau froide) qui sont généralement à des pressions voisines de la pression du réseau d'eau de ville (donc à plusieurs bars), si bien qu'il arrive souvent que, pour leur garantir une bonne autorité, il y a en entrée une perte de charge importante qui peut atteindre un bar.

Mais lorsque le retour de boucle est correctement conçu (ce qui n'est malheureusement pas toujours le cas), il existe un tronçon hydraulique bipassant le ballon d'appoint et reliant directement le retour de boucle avec l'arrivée eau froide du mitigeur. En effet, en l'absence de tout soutirage, le mitigeur qui voudrait refroidir l'eau sortant du ballon

d'appoint avant de l'envoyer dans la boucle doit injecter de l'eau froide. Mais sans puisage, l'eau froide ne peut pas être rajoutée dans la boucle ! Le système se bloque. D'où la nécessité de ce tronçon de bipasse permettant de faire le mitigeage par le retour de boucle. Mais, si la perte de charge à l'entrée du mitigeur est de un bar, il est impossible à la pompe de bouclage de fournir cette pression et le mitigeage sera impossible.

Il faut donc bien faire attention aux caractéristiques du mitigeur qu'on veut mettre en place, et éventuellement recourir à une vanne trois voies à moteur rapide permettant de satisfaire à la même fonction. On choisira alors le  $K_{vs}$  de la vanne en fonction du  $\Delta P$  disponible sur la pompe.

Il faut toutefois faire attention lors de la réalisation de ce petit tronçon de bipasse : il doit s'accompagner de la pose d'un clapet anti-retour permettant d'éviter que l'eau de la boucle puisse remonter la distribution d'eau froide, ce qui lui permettrait de revenir par le bas du ballon d'appoint. Mais en cas de chauffe-eau solaire ce serait même pire puisque c'est dans le bas du ballon solaire que reviendrait le retour de boucle, rendant inopérant le champ de capteurs et supprimant tout apport solaire. C'est malheureusement un cas qui a déjà été rencontré plusieurs fois.

### ***6 - Recourir au chauffe-eau solaire à chaque fois que c'est possible.***

La particularité d'un chauffe-eau solaire c'est de fournir directement de la chaleur à la boucle de distribution (cette chaleur sort du ballon solaire). Seconde particularité : c'est en été que le chauffe-eau solaire fournit majoritairement sa contribution. Or, si cette chaleur n'avait pas été produite par le chauffe eau, elle aurait été produite par la chaudière. Mais en été, la production d'eau chaude est la seule fonction assurée par la chaudière dont le taux de charge est donc très faible. Ce faisant, son rendement est très dégradé, de l'ordre de 30 ou 35 %, si bien qu'un kWh de chaleur solaire permet d'économiser 3 kWh d'énergie primaire. Le rôle du chauffe-eau solaire sur la consommation d'énergie d'appoint est donc important, et toutes les campagnes de mesure l'ont amplement montré. Mais il faut utiliser le chauffe-eau solaire avec parcimonie, car à vouloir lui faire jouer un rôle trop important, on réduit sa productivité. C'est la raison pour laquelle on conseille (en logements collectifs) de ne pas dépasser 1,5 m<sup>2</sup> de capteur par logement, auxquels on associera 75 l de stockage solaire. Aller au-delà ce serait réduire la productivité (les kWh de chaleur par m<sup>2</sup>) du chauffe-eau d'une part, et s'exposer à des problèmes de surchauffes en été d'autre part.

### ***7 - Vérifier sur le chantier que l'installation solaire est en état de marche***

Etonnamment, les installations solaires, qui sont pourtant des installations de plomberie un rien traditionnelles, souffrent de pathologies parfaitement anormales, voire même inadmissibles pourrait-on dire. Eviter ces pathologies serait simple si chacun procédait (installateur et bureau d'étude en charge du suivi de chantier) à une inspection minimale de l'installation. Au titre des pathologies rencontrées on retiendra :

- ballons d'eau chaude ayant pour entrée ET pour sortie le même circuit d'eau froide. Impossible donc d'établir une circulation d'eau dans ces conditions. Il faut inspecter les réseaux et vérifier qu'ils sont « cohérents »,
- circuit capteurs vide de tout fluide (pendant un an...). Vérifier par purge ou par manomètre que le fluide est bien présent,
- ballon solaire réchauffé par le retour de la boucle ECS, ce qui rend impossible le fonctionnement des capteurs. Une erreur malheureusement très fréquente,

- vanne fermée n'autorisant pas la circulation de fluide sur la boucle capteurs, bien que la pompe fonctionne. Ceci se rencontre souvent et peut être identifié par une anomalie figurant sur cette photo :



On remarque que la température du retour vers les capteurs (compteur bleu) est supérieure à la température sortie capteurs (compteur rouge), ce qui est parfaitement anormal. L'explication est simple : une vanne est fermée sur le circuit capteurs, mais la pompe tourne toujours, et en tournant elle chauffe l'eau du compteur bleu. On pourrait aussi imaginer que la régulation ne fonctionne pas correctement et que c'est l'eau chaude du ballon qui est envoyée en direction des capteurs, ou qui remonte par thermocirculation. Mais c'est moins probable....

**CHAPITRE 4 : SERVICES GENERAUX**

Les services généraux sont constitués uniquement d'usages spécifiques de l'électricité. C'est un secteur où le savoir faire pour maîtriser les consommations est encore très peu répandu, car le fonctionnement des usages et leurs consommations sont mal connus des bureaux d'études. Les campagnes de mesures ont permis de faire apparaître les points faibles des principaux usages constituant les services généraux des bâtiments d'habitation. Notons au passage que ce qui va être dit dans ce qui suit s'applique aussi bien aux usages du même type lorsqu'ils se trouvent dans des bâtiments tertiaires.

**4.1 Eclairage*****1 - Asservir le fonctionnement des foyers lumineux des parties communes***

On trouve encore parfois des foyers lumineux situés dans les parties communes dont le fonctionnement est asservi à un interrupteur simple. C'est la pire des solutions que l'on puisse rencontrer. Car chacun sait utiliser l'interrupteur quand il a besoin d'éclairage, mais il n'y a personne pour l'arrêter à la fin du service. On a déjà observé des fonctionnements de 10 journées consécutives sur un foyer lumineux asservi à un inter simple.

L'asservissement peut se faire de deux façons :

- on peut utiliser une minuterie électronique, voire un modèle dit « intelligent ». Le réglage de la durée de fonctionnement s'effectue par le biais d'un potentiomètre et peut prendre des valeurs très faibles (20 à 25 secondes). La version intelligente de ce dispositif permet de déroger à la minuterie pendant une durée qui vaut généralement une heure. Ce système permet d'assurer de très faibles durées de fonctionnement, mais il a l'inconvénient d'être assez onéreux à cause des relais, fileries, etc. qu'il nécessite.

- l'alternative est séduisante sur le papier : il s'agit des détecteurs de présence. Ces dispositifs permettent en théorie une optimisation parfaite du fonctionnement de l'éclairage. Dès que l'utilisateur se présente dans le champ de détection, l'appareil met en route l'éclairage, et dès qu'il quitte le champ de détection l'éclairage peut s'éteindre. Mais la réalité est un peu différente : lorsque l'utilisateur quitte le champ de détection, l'éclairage est encore en fonctionnement pendant une durée de temporisation réglable. Le problème, c'est que tout le monde confond cette temporisation avec une durée de fonctionnement, n'hésitant ainsi pas à programmer quatre ou cinq minutes là où 10 secondes maximum suffiraient. Il s'ensuit que le fonctionnement global de l'éclairage piloté par des détecteurs de présence aussi mal réglés est une catastrophe énergétique à laquelle il conviendra de remédier rapidement, à défaut de quoi les détecteurs de présence seront définitivement rangés au musée des objets sans intérêt.

En cas d'utilisation de détecteurs de présence, la consigne est claire : les temporisations de sortie du champ doivent être réglées au plus juste (10 à 20 secondes).

**Conseil** : n'utiliser que des matériels de très grande qualité, dont les consignes peuvent être protégées par un code, et si possible télécommandables (car les détecteurs sont souvent placés très haut).

## ***2 - Choisir des sources performantes sans exception***

Le moyen le plus efficace de faire des économies est bien sûr d'utiliser des sources lumineuses très performantes. Mais dans les circulations, le fonctionnement de l'éclairage est soumis à une fréquence d'allumage qui doit rendre très prudent. Chaque habitant d'un immeuble actionne l'interrupteur des circulations entre 800 et 1500 fois par an. Les systèmes de commande et les sources lumineuses sont donc très sollicités et doivent être choisis en conséquence. Se borner à ne considérer que la consommation et ne pas prendre en considération le nombre d'allumages annuel peut conduire à de sérieuses désillusions.

Deux sources lumineuses très performantes acceptent un grand nombre d'allumages : les tubes fluorescents de type T5 associés à des ballasts électroniques d'une part, et les leds d'autre part. Une troisième source peut être utilisée sous conditions : ce sont les lampes fluo compactes. Il faut pour cela impérativement utiliser un modèle qui accepte un nombre infini d'allumages (la plupart des fabricants en offrent) mais assurant à l'allumage une montée en puissance lumineuse rapide. L'un des points faibles des lampes fluo compactes est en effet la lenteur avec laquelle le flux lumineux atteint sa puissance nominale. Il est évident que dans une circulation où on ne reste que quelques secondes, ceci n'est pas acceptable.

Rappelons enfin que prescrire des lampes à incandescence va devenir de plus en plus difficile puisqu'une Directive Européenne récente supprime progressivement l'autorisation de mise en vente, en partant des puissances les plus élevées (100 W). Ce type d'éclairage appartient désormais au passé.

## ***3 - Asservir à la présence des sources basse consommation dans les parkings***

L'éclairage des parkings est la principale source de consommation des services généraux lorsqu'il fonctionne en permanence. Mais on peut réduire fortement la quantité d'électricité dédiée à cet usage.

Il faut d'abord utiliser des sources lumineuses performantes. Dans les parkings ce sont systématiquement les tubes fluorescents de type T5 associés à des ballasts électroniques. Il est impératif de ne pas suréclairer les parkings tout en veillant à ce que le niveau d'éclairement soit suffisant pour garantir la sécurité des usagers.

La seconde règle à mettre en œuvre est l'asservissement précis de cet éclairage aux besoins des usagers. La meilleure solution reste là aussi la détection de présence. Mais à la condition absolue que la temporisation de sortie du champ de détection ne soit que de quelques secondes. Si cette temporisation est de quatre minutes comme on le rencontre fréquemment, elle vient se rajouter à la durée de présence et conduit à un temps total supérieur à celui d'une bonne minuterie. La détection de présence représente alors une surconsommation par rapport à une minuterie, et elle n'a aucun intérêt. La temporisation ne doit pas dépasser 10 ou 20 secondes, ce qui est possible avec des matériels de bonne qualité.

## **4.2 Ascenseur**

### ***1 - Vérifier que l'éclairage de la gaine est éteint. Rendre impossible son allumage permanent.***

L'éclairage de la gaine d'ascenseur ne sert que lors des visites d'entretien. Il s'agit en conséquence d'un usage très ponctuel. Pourtant il arrive très fréquemment (deux fois sur cinq) que l'éclairage de cette gaine reste allumé lorsque les opérations de maintenance sont

terminées. Il s'agit là d'un oubli du préposé déjà peu habitué à éteindre l'éclairage lorsqu'il sort d'une pièce chez lui ou à son travail, et qui commet la même négligence lorsqu'il quitte une gaine d'ascenseur. Mais les conséquences peuvent être redoutables, car la consommation permanente de l'éclairage d'une gaine d'ascenseur peut doubler ou tripler la consommation annuelle globale de l'ascenseur, moteur, commandes et tous types d'éclairage inclus !

Comment voir si l'éclairage de la gaine est en fonctionnement ? Ce n'est effectivement pas très simple car il n'y a aucun interstice qui permet de vérifier que la gaine est éclairée. La manière la plus simple consiste à appeler l'ascenseur, et dès que les portes s'ouvrent, elles libèrent alors un espace de 2 ou 3 cm entre la dalle du palier où on se trouve et la cabine d'ascenseur. Cet espace permet de voir si la gaine est éclairée ou non.

Pour éviter ce phénomène parasite trop souvent rencontré il existe un moyen très simple qu'il faut inscrire dans les CCTP et exiger sur le chantier : le fonctionnement de la cabine d'ascenseur sera asservi à l'arrêt de l'éclairage dans la gaine. Si celui-ci est en marche, l'ascenseur ne sera pas autorisé à fonctionner. Cette disposition va aussi améliorer la sécurité : si l'éclairage de la gaine fonctionne, c'est qu'un opérateur y est présent et assure la maintenance. Il est donc légitime d'interdire le fonctionnement de l'ascenseur à ce moment-là !

On pourra enfin aussi mettre sur l'armoire électrique de commande de l'ascenseur un témoin de marche de l'éclairage de la gaine. Ceci constituera une ultime vérification.

## ***2 - Choisir les ascenseurs les plus performants et vérifier notamment la puissance de l'armoire de contrôle/commande***

Chacun sait aujourd'hui quelles sont les caractéristiques d'un ascenseur performant :

- ascenseur à contrepoids et surtout pas à vérins (trois fois plus consommateurs),
- moteur à vitesse variable, ce qui augmente le rendement lors du démarrage et de l'arrêt, améliore le confort pour les personnes âgées, et réduit les pannes mécaniques,
- suppression du réducteur de vitesse. Leur rendement était de 50 à 60 % et il doublait donc la consommation des ascenseurs. On peut désormais les remplacer par différents systèmes autorisant une transmission directe au moyen de moteurs tournant à la bonne vitesse,
- arrêt de l'éclairage de la cabine lorsque celle-ci est immobilisée au palier. Cette disposition, souvent mal connue voire combattue par les ascensoristes, est pourtant parfaitement légale puisqu'elle est autorisée par la directive EN 81-1 art. 8-17-3. Elle doit donc impérativement être mise en œuvre car elle est source d'économies très importantes,
- réinjection du courant lors des phases de freinage de la cabine, ce qui évite de dissiper l'électricité dans des résistances chauffantes. Cette disposition semble néanmoins se heurter à des « freins » plus ou moins réglementaires dont la France a le secret et qui plongent nos amis allemands dans une perplexité sans fin...

Mais même lorsque toutes ces dispositions techniques sont mises en œuvre, on observe des différences parfois importantes sur la consommation des ascenseurs ayant fait l'objet de suivis. L'explication réside dans la consommation de l'armoire de contrôle/commande. Les fabricants se sont penchés jusqu'à présent sur les performances en fonctionnement des cabines d'ascenseur, mais ils n'ont pas encore réalisé qu'à l'arrêt il existait des consommations qu'il fallait également combattre. Jadis, il y en avait deux : l'éclairage de la cabine et l'armoire de contrôle/commande. Aujourd'hui ne subsiste plus que la consommation de l'armoire, et il est vraiment nécessaire que tous les fabricants fassent un



effort afin de minimiser cette consommation dont la part est importante dans le bilan global de l'ascenseur.

### ***3 - Eteindre l'éclairage de la cabine lorsqu'elle est arrêtée aux paliers***

Cet élément fait partie des dispositions qu'il faut prendre à tout prix pour réduire la consommation. Mais si nous insistons, c'est parce que malgré toute l'attention que l'on peut porter à cette fonction, il arrive encore très souvent (dans un tiers des cas) que cet éclairage soit permanent. On assiste alors à un doublement de la consommation tous usages confondus de l'ascenseur. Cette situation est due au fait que de nombreuses entreprises n'ont pas encore réalisé que la directive parue en 2000 avait mis fin à l'ancienne réglementation française qui rendait obligatoire, c'est exact, le fonctionnement permanent de l'éclairage en cabine. Il est donc nécessaire de leur rappeler que les textes ont changé et qu'il serait bien qu'elles en tiennent compte.

## **4.3 Chaufferies et Sous-stations**

### ***1 - Minimiser le nombre de pompes mises en œuvre.***

La consommation de l'ensemble des pompes en chaufferie constitue 80% de la consommation totale de celle-ci. Le reste est absorbée par la régulation (10 à 15%) et par des usages divers mineurs (éclairage, adoucisseur, etc). Les pompes représentent donc l'enjeu majeur des chaufferies.

Il est parfois possible lors de la conception hydraulique de la chaufferie, de supprimer une pompe ou deux en modifiant les principes de fonctionnement des réseaux. À chaque fois que le concepteur a pu procéder ainsi, il s'en est suivi des baisses de consommation significatives de la chaufferie. C'est donc une solution que l'on peut recommander.

### ***2 - Ne jamais surdimensionner les pompes***

Comme pour la production de chaleur, les concepteurs ont souvent le sentiment qu'en surdimensionnant une pompe ils prennent une petite sécurité qui ne pourra jamais leur être reprochée. En réalité, ils commettent une erreur car un surdébit n'a jamais permis d'améliorer le fonctionnement d'une installation en insuffisance de chauffage (seule l'augmentation de la température de départ le permet). Mais en surdimensionnant une pompe, on rend nécessaire le réglage du débit au moyen de vannes qui vont dissiper de l'énergie. En d'autres termes, le surdimensionnement des pompes conduit à une surconsommation d'électricité. Il est donc à proscrire systématiquement. Et en plus, il coûte cher !

### ***3 - Ne choisir que des pompes de classe A (obligatoire dès le 01/01/2013)***

Comme de nombreux appareils électriques, les pompes sont désormais soumises à l'étiquetage énergétique. Il est donc impératif de choisir les pompes les plus efficaces qui sont sur le marché. Toujours prescrire des pompes de classe A, d'autant plus que ceci va devenir obligatoire à partir du 01/01/2013.

#### ***4 - Choisir les pompes pour travailler à leur point de rendement maximum***

Comme pour les ventilateurs, le rendement des pompes dépend de leur point de fonctionnement. Il peut varier dans une proportion de un à cinq ou six, à vitesse constante. Il faut donc choisir soigneusement le point de fonctionnement d'une pompe si on souhaite minimiser sa consommation. Cela signifie qu'il faut choisir la pompe en fonction de la courbe de réseau de l'installation. Lorsqu'on utilise une pompe à débit variable, le point de fonctionnement nominal sera celui correspondant au régime le plus fréquemment établi, c'est-à-dire souvent celui avec le débit nominal.

#### ***5 - Bien choisir la pompe de bouclage ECS***

La pompe de bouclage ECS mérite une attention particulière. Son débit est en effet calculé de manière à ce que la chute de température entre le départ et le retour soit de 5°C. Autrement dit, il est là pour compenser les pertes thermiques de la boucle. Mais on a vu précédemment qu'il était nécessaire de calorifuger très soigneusement cette boucle, en utilisant des épaisseurs d'isolant très importantes, afin de réduire de façon drastique les pertes de cette distribution. Par voie de conséquences, le débit nécessaire au maintien d'une chute de 5°C entre départ et retour va donc s'amenuiser. Il est nécessaire de faire ce calcul de manière très précise, car il conduit à des débits extrêmement faibles permettant de disposer de circulateurs miniatures assurant pourtant parfaitement leur fonction, mais ayant des consommations d'électricité dérisoires. Cette opportunité liée au très haut niveau de calorifugeage de la distribution d'eau chaude doit être mise à profit pour réduire la consommation électrique de la pompe de bouclage.

#### ***6 - Concevoir des réseaux à très faibles pertes de charge***

Comme pour les réseaux aérauliques, il faut porter une très grande attention à la réalisation de réseaux hydrauliques à très faibles pertes de charge. Ces pertes sont de deux natures : les pertes de la distribution, et les pertes dues à des organes particuliers (échangeurs, vannes 3 voies, etc.). Pour les pertes de distribution, il faut apprendre à dessiner les réseaux les plus courts possible (en étoile) et avec de faibles vitesses de circulation. Ne jamais dépasser des pertes de charge linéiques de 50 Pa/m.

Quant aux organes tels que les échangeurs, ils ne sont jamais dimensionnés directement par le bureau d'études, et c'est le fabricant qui s'en charge. Mais celui-ci n'a pas forcément à l'esprit la problématique de maîtrise de l'énergie, et le dimensionnement qu'il fait conduit la plupart du temps à des pertes de charge assez importantes. Il est donc nécessaire de bien lui préciser la valeur maximum que l'on souhaite pour cette perte de charge. Et ceci est d'autant plus nécessaire qu'il y a souvent en sortie de l'échangeur une vanne 3 voies servant à la régulation de la température de départ. Or pour que cette vanne ait une autorité suffisante, il faut que sa perte de charge en passage direct soit égale à la perte de charge de l'échangeur. En conséquence, si l'échangeur est dimensionné avec de trop fortes pertes de charge, ces pertes seront doublées au moment du choix de la vanne 3 voies, et la consommation d'électricité de la pompe sera considérablement dégradée.

### ***7 - Asservir toutes les pompes aux besoins réels***

Cette disposition pourtant évidente n'est pratiquement jamais mise en œuvre, et on ne comprend pas pourquoi. Il n'y a aucune raison permettant de justifier le fonctionnement permanent d'une pompe dès lors que les besoins qu'elle doit satisfaire sont intermittents.

L'exemple le plus fréquemment rencontré dans les chaufferies et les sous-stations est celui des deux pompes permettant, au primaire et au secondaire, la production d'eau chaude sanitaire stockée dans un ballon. Dès lors que le ballon a atteint la température de consigne, généralement 60°C, on ne comprend pas pourquoi il faudrait que les pompes continuent à tourner. C'est pourtant systématiquement le cas. Si on asservit ces pompes, elles fonctionneront entre 3 et 4000 h/an. Dans le cas contraire elles fonctionneront 8760 h/an. Leurs consommations seront dans les mêmes proportions.

Le concepteur doit donc s'interroger pour chaque pompe, au cas par cas, afin de déterminer s'il existe des moments pendant lesquels la pompe peut être arrêtée. Toutes les pompes qui n'ont pas de raison de fonctionner doivent impérativement être arrêtées.

### ***8 - Asservir à la fonction ECO toutes les pompes associées au chauffage***

Il existe sur la plupart des régulateurs une fonction qui n'est malheureusement pas souvent utilisée, ou mal utilisée. C'est la fonction ECO. Il s'agit d'une commande pilotée par le régulateur et qui permet d'arrêter la pompe du réseau de chauffage dès lors que la température extérieure atteint une valeur jugée suffisamment élevée pour ne plus nécessiter de chauffage. Typiquement il s'agit de la température dite de "non chauffage". Cette commande doit systématiquement être mise en œuvre car elle est une source d'économies incontournable.

Malheureusement, si on constate qu'elle est bien émulée, c'est avec une température extérieure de non chauffage généralement beaucoup trop élevée, comme par exemple 20°C. Il est évident qu'ainsi réglée, la fonction ne présente absolument aucun intérêt et ne sert à rien. Il est recommandé d'utiliser des températures extérieures de non chauffage correspondant à la réalité, c'est-à-dire comprises entre le 13 et 15°C. Dans les bâtiments à faible consommation d'énergie, lorsque la température extérieure atteint ces valeurs, les apports internes et solaires sont tels qu'il n'est plus du tout besoin de faire appel au chauffage. La pompe peut donc en toute légitimité être arrêtée.

### ***9 - Procéder au réglage des paramètres de la vitesse variable***

Lorsque la régulation terminale des installations de chauffage est faite par des vannes 2 voies (ce qui est le cas avec des robinets thermostatiques ou des robinets avec moteurs électrothermiques), le débit de l'installation variera fortement lorsque la régulation fonctionnera. Il est donc recommandé dans ce cas d'utiliser des pompes à débit variable qui pourront adapter le débit envoyé dans l'installation en fonction des besoins effectifs de celle-ci.

Mais encore faut-il procéder au réglage de la pompe. La plupart du temps, la régulation de vitesse s'effectuera pour maintenir, soit un  $\Delta P$  constant aux bornes de la pompe, soit un  $\Delta P$  légèrement variable pour tenir compte de la variation de perte de charge lorsque le débit varie. C'est en général cette seconde solution qu'il faut préférer. Mais on observe très fréquemment que la valeur de  $\Delta P$  fixée sur le régulateur de la pompe est très élevée, ce qui oblige celle-ci à fonctionner au maximum de ses capacités. Il s'ensuit aucune variation de

débit, et un fonctionnement très médiocre de la pompe, très consommatrice d'électricité. Il est faut donc que les entreprises, aidées de leur bureau d'études, s'attachent à régler de façon précise les points de consigne permettant le fonctionnement de la variation de vitesse des pompes mises en place.

### ***10 - Procéder avec soin à l'équilibrage de l'installation***

Ce n'est pas la tâche la plus facile, mais c'est certainement une des plus nécessaires : équilibrer très soigneusement l'installation hydraulique. Sans équilibrage, on n'aura jamais un fonctionnement nominal des installations : trop chaud à certains endroits, trop froids à d'autres. Ce qui se termine par une augmentation des températures de départ permettant d'assurer des températures intérieures s'échelonnant de 19 à 23°C. Donc....des surconsommations d'énergie de plusieurs dizaines de pour-cents.

## **4.4 VMC**

La consommation des VMC a été étudiée dans le paragraphe A 1-2 ci-dessus la concernant ■