

Gestion énergétique des installations



Manuel d'exploitation des bâtiments tertiaires

Introduction par l'IBGE

.....

Attention!

Pour certaines des mesures proposées, l'économie potentielle est mentionnée. Ce chiffre est un ordre de grandeur destiné à convaincre le lecteur de l'intérêt de la mesure. En général, une amélioration de la gestion ne demande que peu d'investissement. Chiffrer plus précisément l'économie réalisable est alors inutile.

Par contre, si la mesure proposée nécessite un investissement conséquent, il est conseillé d'évaluer plus précisément l'économie escomptée dans la situation spécifique d'application.

Rappelons aussi que si différentes mesures sont appliquées successivement, les économies relatives respectives (en pourcentage) ne s'additionnent pas!

Exemple :

Si 3 mesures engendrent une économie potentielle de 30%, 8% et 3%, la consommation de 100 au départ diminuera

- après la première mesure à $100 \times (100\% - 30\%) = 70$;
- après la deuxième mesure à $70 \times (100\% - 8\%) = 64,4$;
- après la troisième mesure à $64,4 \times (100\% - 3\%) = 62,4$.

L'économie globale est donc de 37,6% et non de 41%!

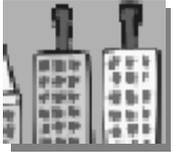
0. Préalable

Page 5



1. Enveloppe

Page 19



2. Chauffage

Page 29



3. Refroidissement

Page 69



4. Régulation thermique locale

Page 107



5. Ventilation

Page 131



6. Eau chaude sanitaire

Page 175



7. Eclairage

Page 197



8. Bureautique

Page 219





0 Préalable



Check-list

Page

Matériel de base

- | | | |
|------|---|---|
| 0.1. | Disposer d'une documentation complète | 7 |
| 0.2. | Mettre en place un repérage des équipements | 9 |

Répartition des consommations

- | | | |
|------|--|----|
| 0.3. | Installer les compteurs nécessaires pour permettre un partage des consommations par locataires/copropriétaires | 11 |
|------|--|----|

Suivi des consommations

- | | | |
|------|---|----|
| 0.4. | Assurer le suivi des consommations de chauffage | 13 |
| 0.5. | Assurer le suivi des consommations de froid | 15 |
| 0.6. | Assurer le suivi des consommations d'eau chaude sanitaire | 17 |

0 **Préalable**



0 Préalable

1 Disposer d'une documentation complète

LA MESURE

S'assurer que les documents et informations nécessaires pour comprendre l'installation et son fonctionnement sont accessibles

LA RENTABILITE

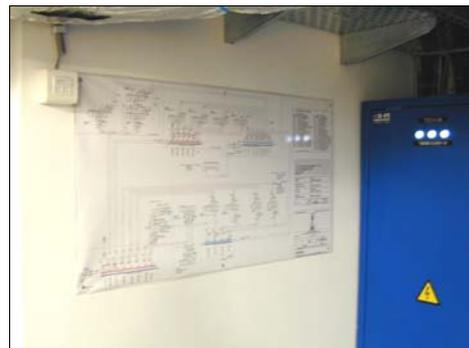
Cette mesure ne permet pas d'économies par elle-même. Elle est pourtant indispensable pour mener à bien une bonne gestion énergétique du bâtiment.

LA MISE EN OEUVRE

S'assurer que les informations et/ou documents suivants sont accessibles :

- la liste de tous les équipements de chauffage et de climatisation, avec leurs références complètes, les caractéristiques techniques nominales et l'année de fabrication, ainsi que le repérage de ces équipements (niveau, local,...);
- les schémas hydrauliques des circuits de chauffage et des circuits d'eau glacée, avec la position et le type des différents circulateurs et vannes;
- les schémas aérauliques de ventilation (et de climatisation tout air) "as built", avec la composition des groupes de préparation d'air (batteries chaudes et froides, types d'humidificateur, registres de mélange, filtres, ventilateurs) et les volumes d'air mis en oeuvre;

ces schémas doivent être affichés dans les locaux techniques



- le schéma électrique des armoires de commande;
- la description détaillée, dans un document original, spécifique au bâtiment, du fonctionnement des installations :
 - liste des régulateurs avec explication de leur logique de fonctionnement
Exemple :
Le régulateur de la machine frigo est-il commandé par la température de départ du circuit d'eau glacée, ou la température de retour? On rencontre souvent régulièrement ces deux situations! D'où parfois une confusion qui fait que la température de départ de l'eau glacée (la seule importante) est trop haute ou trop basse.
 - liste des capteurs avec leur repérage (exemple, la sonde extérieure qui commande la vanne mélangeuse du circuit de chauffage n°1 se trouve en façade sud, sous la fenêtre du local x)
 - liste des paramètres de régulation : consignes en période d'occupation et non occupation, horaires de fonctionnement, durée de la temporisation, fonctionnement particulier du lundi,....

0 Préalable

1 Disposer d'une documentation complète

LA JUSTIFICATION

La description technique d'un équipement, et notamment sa puissance, est souvent un premier indice de la qualité énergétique de son fonctionnement. Sans en disposer, il est souvent impossible d'évaluer la situation.

Les schémas des installations de chauffage, de refroidissement et de ventilation/climatisation sont nécessaires à la compréhension de leur fonctionnement. Mais ce n'est pas suffisant! Sans une note descriptive détaillant la régulation de ces équipements, il est impossible à un gestionnaire technique qui découvre l'installation (nouveau contrat de maintenance, remplacement du gestionnaire qui est pensionné, arrêt de travail momentané du gestionnaire,...) de pouvoir la maîtriser.



Ne pas confondre "photocopie du mode d'emploi" et "logique de fonctionnement" de l'appareil au sein de l'installation spécifique !



0 Préalable

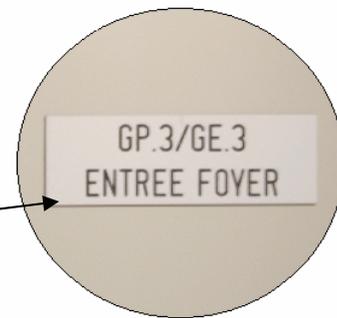
2 Mettre en place un repérage des équipements

LA MESURE

S'assurer que les documents et informations nécessaires pour comprendre l'installation sont disponibles

LA MISE EN OEUVRE

Le repérage des équipements peut se faire de différents façon : étiquettes, plaquettes métallique avec chaînette, plaquette plastifiée,...



LA JUSTIFICATION

La liste des équipements mentionnée à la fiche 0.1 sera exploitée d'autant plus efficacement qu'on retrouvera ces équipements facilement grâce à un repérage in situ efficace.

Ainsi, s'il y a 20 circulateurs différents dans le bâtiment, il est important de pouvoir retrouver les caractéristiques de celui auquel on s'intéresse !

0 Préalable

2 Mettre en place un repérage des équipements



0 Préalable

3 Installer les compteurs nécessaires au partage des consommations entre utilisateurs

LA MESURE

Installer les compteurs nécessaires pour permettre un partage des consommations par locataire / copropriétaire.

LA RENTABILITE

La rentabilité de cette mesure dépend

- d'une part de la motivation initiale des occupants (locataires ou co-propriétaires) à limiter leur consommation d'énergie,
- et d'autre part, de la difficulté d'installer des compteurs indépendants par occupants.

En effet, si dans certains cas l'organisation naturelle des réseaux (électrique, d'eau chaude ou d'eau glacée) se prête assez bien à cette installation (circuit par étage, par exemple), dans d'autres cas, l'installation de ces compteurs pourrait nécessiter des modifications de réseaux importantes.

LA MISE EN OEUVRE

Chauffage

Si chaque entité possède son circuit propre, on peut placer un compteur d'énergie thermique entre le départ et le retour de chaque circuit.

Cet appareil mesure le débit d'eau et la différence de température entre le départ et le retour. Le régulateur intègre ces valeurs et affiche l'énergie thermique en kWh ou en MJ.

Cette solution est très fiable mais demande parfois la modification des circuits hydrauliques.



Si les circuits ne correspondent pas aux surfaces attribuées aux différents occupants, on peut placer des compteurs individuels (appelé calorimètres) sur les radiateurs

Ceux-ci évaluent l'énergie calorifique dissipée par le radiateur sur base de l'évaporation de l'eau contenue dans un petit capillaire. Plus le radiateur chauffe fort et longtemps, plus l'eau s'évapore.

Le placement et le relevé annuel sont réalisés par une société spécialisée. Une répartition de la facture proportionnellement à la chaleur délivrée par chaque radiateur est alors possible.

Refroidissement

Comme sur les circuits de chauffage, placer des compteurs d'énergie thermique entre le départ et le retour de chaque circuit d'eau glacée.

0 Préalable

3 Installer les compteurs nécessaires au partage des consommations entre utilisateurs

Electricité

Il existe des compteurs divisionnaires qui se placent en série sur le réseau, dans les armoires électriques, permettant ainsi, à peu de frais, de suivre la consommation d'un circuit.



LA JUSTIFICATION

L'application de la règle "Qui consomme paye" est un premier pas indispensable pour conscientiser les locataires ou co-propriétaires d'un bâtiment à limiter leur consommation d'énergie, et à éviter les gaspillages.



0 Préalable

4 Suivi des consommations de chauffage

LA MESURE

Effectuer un suivi des consommations de chauffage

LA RENTABILITE

Le coût d'un compteur volumétrique fuel varie en fonction de sa taille. Pour les chaudières de 100 à 1 000 kW, le prix varie de 150 à 300 € HTVA. Le coût d'un compteur horaire est d'environ 30 € HTVA.

Ces compteurs sont indispensables au suivi énergétique de l'installation, et peuvent être à l'origine d'économies importantes en pointant divers dysfonctionnements.

LA MISE EN OEUVRE

➤ Installer différents compteurs :

- **Un compteur volumétrique sur l'alimentation en combustible, gaz ou fuel.**

Le compteur gaz, en plus du compteur général du bâtiment, ne doit reprendre que les consommations des chaudières. La consommation de gaz des cuisines, par exemple, doit être comptabilisée sur un autre appareil, ou déduite de la différence "compteur bâtiment°- compteur chaudières"

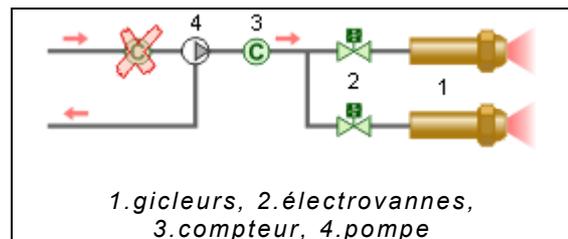
Le compteur fuel doit être accompagné d'un filtre situé en amont, d'une soupape de sécurité s'il est raccordé sur la conduite retour et de vannes d'isolement pour faciliter son entretien. Le filtre doit être nettoyé au moins une fois par an.

Son emplacement doit être étudié en fonction du type de brûleur, et en tenant compte qu'un certain volume de fuel pompé retourne à la cuve sans être consommé par le brûleur.

Il existe 3 solutions pour l'emplacement du compteur :

1. Installation en aval de la pompe d'alimentation

En plaçant le compteur en aval de la pompe et en amont de ou des électrovannes (sur la "ligne du gicleur"), le compteur ne comptabilise que le volume de fuel effectivement consommé, que l'alimentation du brûleur soit bitube ou monotube.



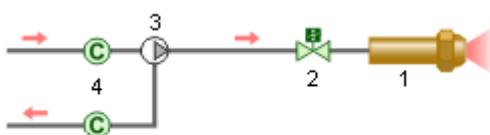
1.gicleurs, 2.électrovannes,
3.compteur, 4.pompe

Cela peut toutefois poser des problèmes, en particulier si le brûleur est compact. De plus, la pression à cet endroit pouvant atteindre 20 bar ou plus, il faut choisir un compteur de pression nominale suffisante

2. Installation de 2 compteurs en amont de la pompe d'alimentation

Lorsque les brûleurs sont modulants utilisant un gicleur à retour, ou lorsque la disposition du brûleur ne permet pas l'installation du compteur en aval de la pompe, on peut installer deux compteurs "C1" et "C2", un sur l'aller, un sur le retour.

La consommation est donnée par la différence de mesure entre les deux compteurs.



1.gicleurs, 2.électrovanne,
3.pompe, 4.compteurs



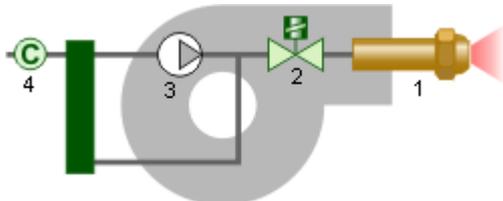
Cas d'un gicleur à retour
1.gicleurs, 2.électrovanne,
3.pompe, 4.compteurs

0 Préalable

4 Suivi des consommations de chauffage

Outre le coût dédoublé pour 2 compteurs, cette solution présente l'inconvénient de cumuler 2 erreurs de mesure.

3. Installation d'un compteur en amont de la pompe d'alimentation



Avec un pot de circulation

1.gicleurs, 2.électrovanne, 3.pompe, 4.compteurs

La conduite retour de la pompe vers la cuve doit être court-circuitée et bouclée sur un pot de circulation. Dans ce cas, un seul compteur suffit.

De plus, celui-ci étant en amont de la pompe, les pressions qu'il subira seront moindres.

- Un compteur horaire de fonctionnement

Dans le cas d'une installation équipée de brûleurs 1 ou 2 allures (pas de brûleurs modulants), le compteur volumétrique peut être évité si l'installation est munie d'un compteur horaire par allure. La consommation se calcule alors en multipliant le temps de fonctionnement par le débit du brûleur " q_{fuel} ", calculé à partir du calibre du gicleur " q_{gicteur} " et de la pression de la pompe fuel " p ", données reprises sur l'attestation d'entretien obligatoire de la chaudière :

$$q_{\text{fuel}} [\text{litres/h}] = q_{\text{gicteur}} [\text{gal/h}] \times 3,78 [\text{litres/gal}] \times \sqrt{\frac{p [\text{bars}]}{7}}$$
$$q_{\text{fuel}} [\text{litres/h}] = 1000 \times \frac{q_{\text{gicteur}} [\text{kg/h}]}{840 [\text{kg/m}^3]} \times \sqrt{\frac{p [\text{bars}]}{10}}$$

Le raccordement du compteur horaire doit s'effectuer directement aux bornes d'alimentation de l'électrovanne d'admission du combustible, afin de ne pas prendre en compte les périodes de préventilation.

- Un compteur d'enclenchements du brûleur

Le compteur d'enclenchements (ou de déclenchements) (compteur d'impulsions électromécaniques), permet de détecter des dysfonctionnements par l'observation de séquences d'enclenchements trop fréquentes

- ➡ Effectuer des relevés mensuels des différents compteurs.

Il convient ensuite de "normaliser les consommations" pour les rendre insensibles aux conditions climatiques : on ramène la consommation à celle qu'elle aurait été "si le climat de l'année avait été le climat d'une année moyenne" ("règle de trois" basée sur les Degrés Jours de l'année considérée). C'est une condition indispensable pour pouvoir comparer les consommations d'une année par rapport à l'autre.

LA JUSTIFICATION

Le comptage de la consommation de chauffage permet de comparer la consommation d'une année par rapport à l'autre et d'étudier son évolution au cours de l'année.

On peut ainsi vérifier qu'une amélioration apporte bien une diminution de la consommation, voir si la consommation correspond à l'utilisation du bâtiment : plus faible les mois où il y a des congés, nulle en été si les chaudières ne servent pas à la préparation de l'eau chaude sanitaire...

En cas de dysfonctionnement, on peut ainsi agir rapidement.



0 Préalable

5 Suivi des consommations de refroidissement

LA MESURE

Effectuer un suivi des consommations de refroidissement

LA RENTABILITE

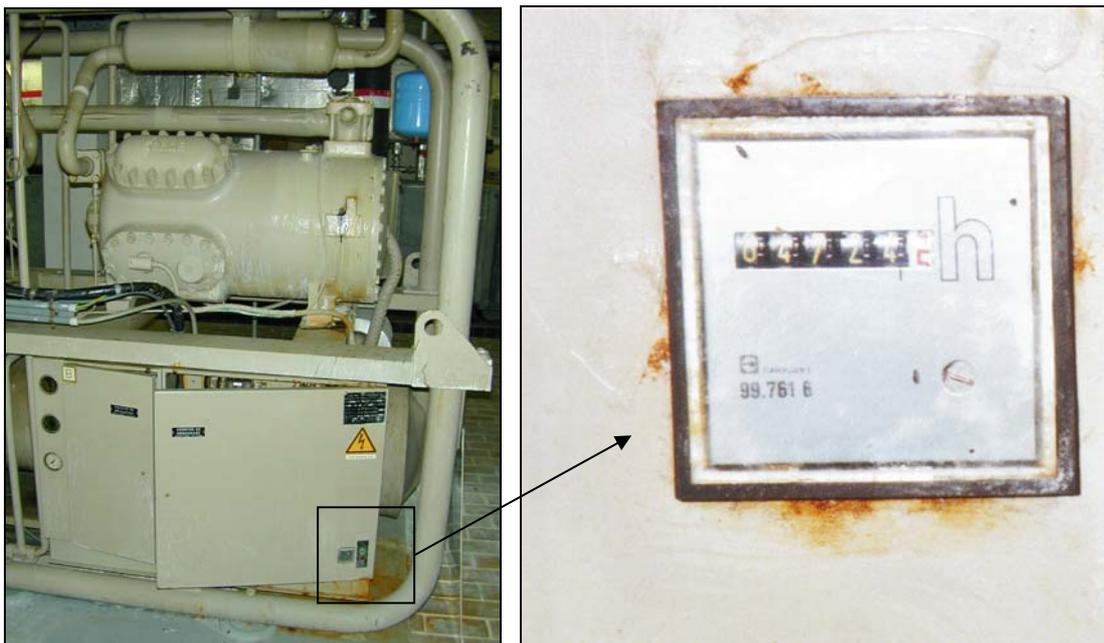
L'installation des équipements nécessaires au suivi des consommations des machines frigorifiques devient rapidement rentable quand ils permettent de repérer une amélioration possible.

Or, quelle installation n'est susceptible d'aucune amélioration?...

LA MISE EN OEUVRE

Il convient d'installer différents compteurs :

- Un compteur électrique spécifique sur l'alimentation des machines frigorifiques
- Un compteur d'énergie thermique sur la boucle d'eau glacée
- Un compteur du nombre de mises en route de la machine frigorifique et des heures de fonctionnement



Ensuite, effectuer des relevés périodiques, idéalement tous les mois, le premier jour ouvrable du mois.

LA JUSTIFICATION

Connaître le fonctionnement de la production de froid est utile à différents niveaux :

- Pour choisir les mesures adéquates pour une bonne gestion énergétique

En effet, les mesures à prendre vont être différentes si la machine frigo ne fonctionne que ponctuellement en été, si elle ne fonctionne qu'une partie de l'année ou toute l'année, si elle produit une puissance plus ou moins constante ou si la puissance fournie augmente en mi-saison puis en été. Le surdimensionnement de la machine sera rapidement détecté.

0 Préalable

5 Suivi des consommations de refroidissement

- Pour repérer un dysfonctionnement de la production :

En observant l'évolution de mois en mois, et d'année en année des différents paramètres mesurés (consommation électrique, énergie frigorifique fournie, nombre d'heures de fonctionnement), on a la possibilité de réagir dès qu'une dérive apparaît.

Exemple : La machine a consommé plus, alors que la quantité de froid fournie n'a pas changé. C'est son rendement qui se dégrade (clapets du compresseur détériorés ?) !

Le bâtiment demande de plus en plus de froid...

Les dérives peuvent parfois être expliquées par une modification du bâtiment ou de son fonctionnement. On a par exemple ajouté une salle informatique, il est donc normal que la machine frigo produise plus. Mais elles montrent parfois une panne, un besoin d'entretien, une mauvaise régulation, etc.



0 Préalable

6 Suivi des consommations d'eau chaude sanitaire

LA MESURE

Effectuer un suivi des consommations d'eau chaude sanitaire

LA RENTABILITE

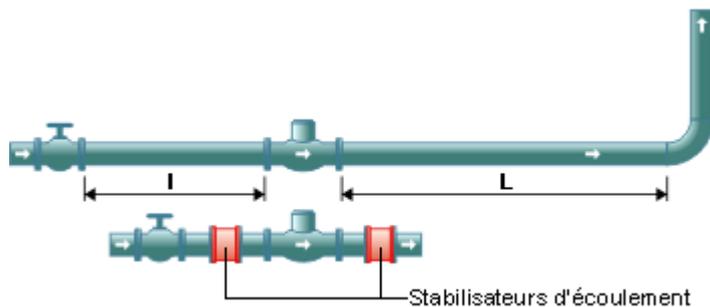
Ces compteurs sont nécessaires au suivi énergétique de l'installation, et peuvent être à l'origine d'économies importantes en pointant divers dysfonctionnements.

LA MISE EN OEUVRE

Installer un compteur volumétrique sur le circuit d'eau chaude sanitaire.

Quelques précautions à suivre :

- Respecter les conditions de placement du fabricant :
 - Une longueur droite minimum avant et après le compteur (voir fabricant) doit être respectée pour les compteurs à turbine ou à hélice. A défaut, les valeurs indiquées seront erronées.
Une alternative consiste à placer des stabilisateurs d'écoulement à nid d'abeilles ou à grille.



(doc. Schlumberger).

- Le sens de l'écoulement doit être respecté.
- Veiller à l'emplacement du compteur, Ils ne doivent pas être installés
 - au dessous d'équipements susceptibles de fuir (brides, vannes,...),
 - en point haut (à cause des phénomènes de dégazage),Par contre, l'emplacement doit permettre un entretien facile et un démontage aisé.
- Avant le placement du compteur, il est utile de rincer abondamment l'installation pour en éliminer les particules solides qui pourrait abîmer l'appareil (utiliser un tube de remplacement à cet usage).
Lors de la mise en service, éviter un remplissage brusque (lente ouverture de la vanne amont, puis lente ouverture de la vanne aval).



0 Préalable

6 Suivi des consommations d'eau chaude sanitaire

Quelques accessoires doivent accompagner le compteur :

- **Un filtre en amont du compteur**

Il est obligatoire pour les compteurs à turbine ou à hélice de type Woltmann qui risquent une détérioration si cette précaution n'est pas prise.

- **Des vannes d'isolement**

Elles permettent une dépose pour réparation. Le tube de remplacement est dimensionné pour joindre ces 2 vannes. Le compteur peut aussi être installé en bypass.

- **Des cônes de réduction**

Ils sont utiles lorsque le diamètre de la canalisation est différent du diamètre du compteur.

- **Un robinet de vidange**

Il se place près du compteur, entre les deux vannes d'isolement (sauf si l'on juge que la quantité d'eau correspondante est faible et qu'elle peut être recueillie sans dégâts).

On adjoindra également un clapet anti-retour en aval du compteur.



Clapet anti-retour

LA JUSTIFICATION

Connaître le besoin réel d'eau chaude sanitaire permet :

- D'analyser les besoins en calculant des ratios et en comparant avec d'autres bâtiments : telle consommation par personne ou par m², est-ce raisonnable? Y a-t-il un élément particulier dans mon bâtiment qui permet d'expliquer une telle consommation?
- D'analyser l'adéquation du système de production, notamment le volume du ballon de stockage.