

Les Lutins et le coût de l'eau chaude

Le prix réel de l'eau chaude est souvent sujet à débat. Lorsque le chauffage et la fourniture de l'eau chaude sanitaire sont assurés par la même chaudière, c'est en cherchant à définir son coût réel que l'on mesure toute la difficulté qu'il y a parfois à comprendre les choses et le long chemin qu'il faut parcourir pour les appréhender. C'est aussi à cette occasion que l'on mesure la nécessité d'un débat contradictoire constructif entre les acteurs de la rénovation énergétique.

Tribune libre

L'échange de vue entre le conseiller syndical Balendard et son syndic le prouve.

Balendard

Mon syndic persiste à considérer que le prix de l'eau chaude peut être évalué à 6 €/m³. Je crains que ce montant ne soit nettement plus élevé. Que pourrais-je faire pour essayer de le convaincre que cette évaluation est très inférieure à la réalité ?

Les LT

Le convaincre dans un premier temps par les chiffres que cela est impossible. Etant donné que l'eau froide est à 4€/m³ et qu'il faut 50 kWh à environ 0,1 €/kWh pour élever la température de ce m³ d'eau froide on arrive à 9€/m³ puisque de l'eau chaude, c'est avant tout de l'eau froide que l'on réchauffe.

Balendard

Ayant des notions sur la chaleur spécifique de l'eau je comprends votre raisonnement mais je crains de ne pas pouvoir le convaincre ainsi

Les LT

Dans ce cas demandez à votre syndic de vérifier avec son comptable le volume de fioul ou de gaz consommé en été au moment où la consommation de combustible est à imputer uniquement à la fourniture d'eau chaude. Le comptable ayant en principe une idée précise des volumes consommés de leurs montants ainsi que des dates de commande et ceci autant pour les volumes d'eau que de combustible s'il ne fait pas d'erreur de calcul il devrait être convaincu.

Le prix réel de l'eau chaude

Les gestionnaires de copropriétés sous estiment trop souvent le coût réel de l'eau chaude lorsque la génération d'eau chaude est collective et non privative. Le syndic, au courant de la comptabilité de la copropriété, puisque c'est lui qui l'établi ¹⁾, devrait mieux sensibiliser les copropriétaires sur le coût réel de l'eau chaude qu'il ne le fait. Il a parfois tendance à minimiser son cout. Peut-être parce qu'il facture séparément l'eau chaude et le combustible qui a servi à la chauffer. Il lui est pourtant facile d'expliquer en termes simples

Les coups de gueule des Lutins

que ses "dépenses" constituées par le coût des combustibles doivent équilibrer ses "recettes" constituées par le paiement des charges courantes. Il ne le fait généralement pas, ce qui entraîne parfois des conflits avec les copropriétaires. Il a pourtant connaissance, au travers de sa comptabilité, de la consommation de FOD ou de gaz naturel en été à partir des relevés GDF ce qui lui permet lorsque la production de l'eau chaude est assurée par les mêmes chaudières que le chauffage d'évaluer le coût réel de l'eau chaude sanitaire. Cette évaluation est possible puisqu'il a connaissance des relevés et des tarifs pratiqués que la consommation soit indiquée en litres de fioul ou en m³ de gaz naturel heureusement parfois converti en kWh. L'essentiel est que les chiffres soient exacts et qu'ils ne correspondent pas à des prévisions de consommation mais à une consommation réelle.

C'est ainsi qu'ayant une vue de la consommation globale en termes de kWh ainsi que sur le volume d'eau chaude consommé soit statistiquement par rapport au volume d'eau froide soit de préférence à l'aide d'un compteur collectif implanté sur le réseau ECS, le syndic peut évaluer le coût de l'eau chaude. Il peut aussi le faire lorsque la génération collective est électrique. Il pourrait ainsi prouver que les estimations faites par des "professionnels" sur les anciens équipements sont la plupart du temps sous estimées. Malheureusement il ne le fait pas. Ainsi, force est de constater que le tandem formé par un syndic et le prestataire assurant la maintenance d'une chaufferie dans une copropriété entretiennent par manque de concertation, ignorance ou indifférence un flou technique desservant les intérêts de la copropriété au lieu de les préserver. Ce tandem pense pouvoir définir uniquement le coût de l'eau chaude en prenant comme base le prix de l'eau froide qui la compose (4€ le m³) et les frais de relevé et d'entretien des compteurs lorsqu'ils existent en ajoutant le coût de l'énergie thermique qu'il a fallu fournir pour élever sa température compte tenu de sa chaleur spécifique (Environ un kWh par degré centigrade et par m³). On arrive ainsi à un prix approximatif du m³ d'eau chaude à 60 degrés compris entre 6 et 8 €/m³ selon que son mode de chauffage est électrique avec ou sans dispositif heures creuses heures pleines, ou provient de la combustion. En pratique le coût réel de l'eau chaude est beaucoup plus important et peut atteindre voire dépasser 25 € le m³. Cette différence importante provient du fait que l'on maîtrise mal:

1. Les déperditions thermiques dans les tuyauteries de distribution ECS qui sont parfois très longues dans les immeubles. Ces déperditions souvent très importantes sont aggravées en raison de la boucle d'eau chaude. Elles proviennent des pertes calorifiques en ligne par défaut de calorifugeage. Souvent négligées, ces pertes peuvent être évaluées à l'aide de nombreux programmes* suivant que les tuyauteries sont isolées ou non. Dans ce dernier cas le coefficient de déperdition de 10 watt/m² et °C donne une bonne idée des déperditions. Ces pertes peuvent atteindre 3 fois l'énergie utile qu'il est nécessaire pour chauffer l'eau (52 kWh/m³). Ces pertes dilapidées l'été participent heureusement au chauffage des locaux pendant la période de chauffe soit pendant une période d'environ 240 jours environ pour la région parisienne.
2. Les pertes engendrées par une mauvaise combustion pendant la saison chaude ou en mi saison lorsque la ou les chaudière(s) surpuissantes fonctionnant en tout ou rien n'assurent que la production d'eau chaude sanitaire. Ces pertes sont parfois aggravées sur les anciens brûleurs des chaudières individuelles lorsque le chauffagiste n'entretient pas correctement les trappes télécommandés qui obturent l'arrivée d'air froid de combustion pendant les temps mort, ces trappes étant même parfois démontées.

Les coups de gueule des Lutins

Pour conclure, on sous-estime trop souvent le coût réel de l'eau chaude. Les syndicats facturent l'eau chaude en prenant comme base le relevé des compteurs individuels. Cette facture partielle qui néglige souvent les pertes ci-dessus ne comprend généralement que le coût de l'eau froide majoré de l'énergie théorique ayant servi à la réchauffer et des frais fixes d'entretien et de relevé des compteurs. Ce qui semble à priori logique conduit souvent à une grave erreur d'appréciation. La dépense réelle engendrée par les déperditions thermiques dans les tuyauteries de distribution majorées des pertes éventuelles provoquées par une mauvaise combustion pendant la saison chaude pouvant parfois doubler voire tripler si ce n'est plus la dépense réelle par rapport à la facture partielle du syndic ne tenant pas compte de ces pertes. Il n'en demeure pas moins que ces celles-ci restent à la charge des copropriétaires. Et ceci que l'on soit dans le cas de la combustion (du fait d'une facturation séparée des combustibles) ou dans le cas d'une génération électrique collective (les déperditions par défaut de calorifugeage étant incluses dans les relevés des compteurs EDF). Nous allons maintenant évoquer le cas de deux immeubles. Le premier avec chaudières gaz ayant un NB de lot inférieur à 50. Le deuxième équipé de deux anciennes chaudières fioul ayant un NB de lot supérieur à 50.

Avec le gaz dans une copropriété de 48 studios

	Consommation Totale (kWh)	Consommation Hiver (kWh)	Consommation Eté (kWh)	Dont quantités en deuxième tranche	Débit maximum
JAN	83 808	83 808	0	0	4 055
FEV	70 453	70 453	0	0	3 774
MAR	62 058	62 058	0	0	3 103
AVR	39 325	7 150	32 175	0	1 788
MAI	14 390	0	14 390	0	771
JUN	12 905	0	12 905	0	645
JUI	9 415	0	9 415	0	415
AOÛ	12 336	0	12 336	0	638
SEP	11 298	0	11 298	0	565
OCT	22 030	0	22 030	0	1 066
NOV	55 193	0	9 516	0	2 855
DÉC	72 895	72 895	0	0	3 645
CUMUL	466 106	296 364	124 065	0	4 055

Le tableau indique le besoin thermique d'un immeuble comprenant 48 petits lots de 25 m² et (Surface habitable totale de 1200 m²) La consommation énergétique pour le gaz naturel peut s'exprimer avantageusement en Wh

Sur demande à GDF le syndic peut obtenir le relevé mensuel des consommations de gaz directement en kWh (figure ci-dessus). Bien que les tableaux GDF ne soient pas réalisés selon l'année thermique de fin juin à début juillet ce qui faciliterait le travail du BE en charge la mise en œuvre de la rénovation thermique, la connaissance de la consommation en gaz pendant l'été permet de définir le besoin thermique pour l'ECS seul. Dans le cas présent le besoin moyen mensuel en énergie pour assurer l'eau chaude sanitaire est d'après le tableau ci-dessus proche de 12 000 kWh pour la période allant de mai à septembre. Sur la base d'un prix du kWh gaz relativement bon marché voisin de 7 cts d'€ la dépense mensuelle pour assurer la fourniture de l'eau chaude sanitaire est donc de 840 €. L'idéal est d'installer un compteur collectif sur l'ECS mais lorsque l'on connaît la consommation annuelle d'eau froide pour l'immeuble, 3000 m³ dans le cas présent, on estime statistiquement que sa consommation d'eau chaude est égale au 1/3 de la consommation d'eau froide soit dans le cas présent d'une consommation mensuelle en EC de 83 m³. On peut donc estimer dans le cas présent que le coût de l'eau chaude pour

Les coups de gueule des Lutins

l'utilisateur est sensiblement égal à 14 €/m³ puisque de l'eau chaude c'est avant tout de l'eau froide à 4€/m³ dont on augmente la température. Augmentation de température qui dans le cas présent revient à environ 10 €/m³

Avec le fioul dans une copropriété de 70 appartements

Concernant le fioul, il suffit au comptable de noter pour chaque livraison ponctuelle, la quantité de fioul livré, la date de livraison et le montant de la facture. L'exemple qui suit correspond à un grand immeuble de 70 lots consommant approximativement 4 m³ d'eau chaude par jour (Volume calculé sur la base du même rapport *eau froide/eau chaude de 3* et d'une consommation annuelle d'eau chaude de 5000 m³). Compte tenu d'une consommation journalière de fioul pendant l'été voisine de 100 litres alors que la chaudière ne délivre pas d'énergie sur le chauffage et sur la base d'une énergie primaire à 0,1€/kWh (PCI de 10 kWh/litre et 1€ le litre de FOD) la dépense en énergie pour chauffer ces 4 m³ d'eau chaude à 100 € soit un cout final de l'eau chaude à 25+4 = 29 € le m³ (Pour de l'eau froide à 4 € le m³)

le grand gâchis

Les Lutins thermiques qui savent que 52 kWh suffisent pour chauffer un m³ d'eau froide de 10 à 60°C mesure le grand gâchis que peut constituer un dispositif de chauffage qui en consomme 5 fois plus du fait des déperditions dans les tuyauteries et d'un mauvais rendement de chaudières surdimensionnées fonctionnant en tout ou rien.

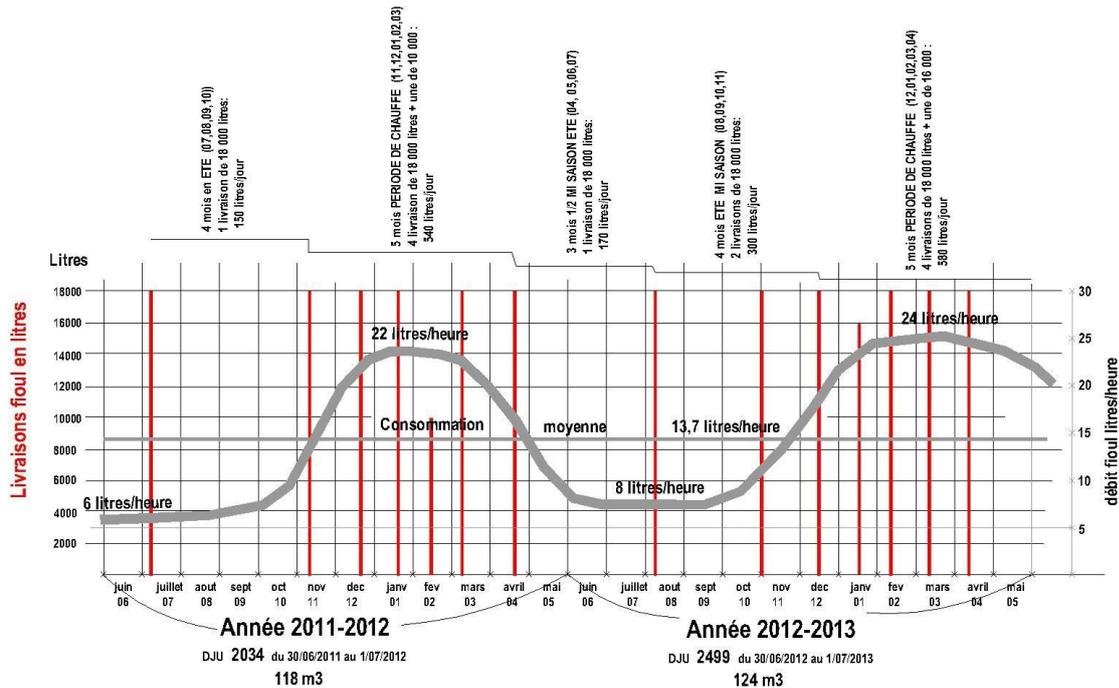
Ils estiment aussi qu'espérer plus de justice sociale avec le système actuel qui prévoit des relevés de consommation sur les compteurs individuels, ceci en payant le personnel faisant les relevés, entretenant ou en remplaçant à grands frais les compteurs relève de l'utopie lorsque le taux de facturation est de 2 à 5 fois inférieur au coût réel. Il y a heureusement selon eux une solution à ce difficile problème : réduire le coût de l'énergie thermique dans le même rapport avec le chauffage thermodynamique et un COP allant de 2 et 5. Le syndic ne résout assurément pas le fond du problème lorsqu'il propose de majorer arbitrairement le prix de l'eau chaude à 12 € le m³ voir 15 selon la consommation du logement

Dans le cas plus simple où l'eau chaude collective est préparée électriquement, il suffit de prévoir un compteur électrique dédié au circuit ECS pour connaître la dépense.

Dans les cas extrêmes et afin de mettre le syndic devant ses responsabilités, l'idée de créer un « ordre des syndicats » comme cela a été le cas pour les médecins pourrait faire petit à petit son chemin. Dans ce cas les syndicats qui sauront se mettre au service de leur client en établissant une comptabilité plus analytique et moins obscure et qui communiqueront les documents relatifs à la véritable consommation d'énergie primaire au conseil syndical éviteront alors les reproches de leur hiérarchie.

Les "recettes" devant équilibrer les "dépenses", le syndic, au courant de la comptabilité de la copropriété puisque c'est lui qui l'établi devrait expliquer pourquoi, il est obligé de facturer l'eau chaude à son coût réel. Faute d'être conseillé valablement par les « pros », il ne le fait généralement pas

Les coups de gueule des Lutins



Il n'est pas facile de définir les consommations instantanées à partir des quantités de fioul livrées par le fournisseur. Particulièrement lorsqu'on ignore avec précision ce qu'il reste dans la cuve au moment de la livraison. Elles sont dans le cas ci-dessus de 18 m³ si le volume total de la cuve de 30 m³ le permet.

Cela serait pourtant bien utile pour calculer le besoin en puissance maximum en hiver et minimum en été lorsque la chaufferie ne sert qu'à l'ECS. Il est vraisemblable que la quantité livrée en mi-février 2012 a dû être limitée à 10 m³ en raison du volume de fioul restant dans celui-ci. Même constat mi-janvier 2013 avec une livraison limitée à 16 m³. Dans ces conditions on peut déterminer la consommation exacte entre ces deux dates $5 \times 18000 + 16000 = 106\ 000$ litres soit une consommation moyenne de $106/11 = 9,63$ m³ par mois (13,15 litres/h). Le DJU entre ces deux dates espacées de 335 jours est d'après **Sofratherm** de 1772°C et selon toute vraisemblance pour la température légale de 19°C à l'intérieur des appartements. En raison d'une absence d'équilibrage efficace et de la nécessité de mettre l'immeuble en surchauffe à environ 22,5°C au lieu de 19 pour satisfaire les occupants cela qui conduit à majorer le DJU "officiel" de $335 \times 3,5 = 1172$ soit un DJU réel de $1772 + 1172 = 2945$ et à une différence de température moyenne entre l'intérieur et l'extérieur à $2945/335 = 8,8$ °C. Si l'on estime que l'on doit assurer le confort de 20°C jusqu'à -10°C avec un équilibrage hydraulique de qualité, alors la puissance utile est sensiblement égale à $131,5 \times (30/8,8) = 448$ kW ceci sans tenir compte du fait que ce chiffre est à revoir à la baisse en raison de l'amélioration du rendement qui peut résulter d'une énergie perdue dans les gaz brûlés moindre avec les chaudières à condensation. Le résultat obtenu ci-dessus semble corroboré par l'expérience. En effet à l'occasion d'une panne sur une des deux chaudières le fonctionnement avec une seule des deux chaudières de 400 kW fonctionnant en mode tout ou rien pendant 75% du temps a suffi à assurer le besoin maximum au plus froid de l'hiver. Qui plus est, le rendement d'une ancienne chaudière fonctionnant en tout ou rien est loin d'être excellent. Cela explique pourquoi la puissance thermique maximum réellement envoyée sur le réseau hydraulique est notablement inférieure à ce qui est indiqué sur les plaques d'identification des chaudières. Un retard dans le branchement gaz du « cas pratique » situé à Boulogne Billancourt en raison de Roland Garros a permis d'affiner la consommation en été (Elle est en fait proche de 4,8 l/h ce qui correspond à une puissance moyenne de 48 kW

Exemple pour une maison individuelle avec chaudière

Avec une chaudière assurant à la fois le chauffage et la fourniture de l'eau chaude sanitaire le besoin chauffage est nul lorsque l'on est en mi saison et en été période pendant laquelle la chaudière n'assure que la fourniture de l'ECS. Si pendant cette période, une chaudière de 30 kW se remet en marche une fois par heure alors que le besoin en eau chaude est nul et si elle met à

Les coups de gueule des Lutins

cette occasion 10 minutes pour remettre le ballon d'eau chaude en température, l'énergie fournie par la chaudière en une heure, à savoir $W = P \times t = 30 \times (10/60) = 5$ kWh est perdue, ce qui correspond si le besoin ECS est nul pendant une journée entière à une perte de 120 kWh. Quand on sait qu'il faut 50 kWh pour fournir un m³ d'eau chaude soit environ 5 kWh pour fournir 100 litres d'eau chaude quantité suffisante pour assurer 3 douches confortables on mesure tout l'intérêt qu'il peut y avoir en mi saison de couper l'alimentation électrique du brûleur en ne remettant en marche la chaudière qu'une dizaine de minutes avant de prendre les douches. Ceci quitte à imposer de prendre les douches dans un ou deux créneaux horaires en prévoyant un programmateur sur l'alimentation électrique du brûleur coupant cette alimentation pendant les heures de non utilisation de l'ECS. Par exemple de 9h du soir à 5h du matin et de 9 heures du matin à 5h de l'après-midi soit au total les 2/3 du temps (2 fois 8h). Les économies réalisées sur les bases de fonctionnement ci-dessus peuvent être importantes :

- 14 000 kWh pour un coefficient d'occupation de 100% et une période de chauffe de 240 jours
- 3 600 kWh pour une occupation en été limitée à un mois

Coup de gueule des Lutins

Pour la petite histoire

Balendard lisait dernièrement un article technique sur un petit guide technique à usage des responsables de copropriétés et des syndicats. Ce guide intitulé "Le bilan énergétique simplifié" est édité sous la signature conjointe de l'ARC (association des responsables de copropriété), de l'Ademe et de l'Anah, du conseil régional de l'Île de France, et d'un agent immobilier : Le groupe Foncia. Il était question dans cet article de l'avantage que l'on peut retirer d'un circuit dit « bouclé » pour éviter qu'une personne n'ait à soutirer toute une colonne d'eau froide avant d'avoir de l'eau chaude. C'était est un peu le cas dans son immeuble, bien que le problème soit inversé : ses tuyauteries d'eau chaude sanitaire et d'eau froide étant parfois dans la même gaine isolante cela l'obligeait parfois à perdre pas mal d'eau chaude avant de pouvoir disposer d'eau froide bonne à boire.

Bref cet article concernant les pertes thermiques sur le circuit d'eau sanitaire l'a intéressé pour la raison que cette immeuble dépense grosso modo 150 litres de fioul – Dieu le lui pardonne - pour produire quelque 1000 litres d'eau chaude à 60°C pendant la période estivale lorsque l'immeuble se vide et que tout le monde, ou presque, est vacances. Balendard n'avait pas très bien compris en quoi consistait ce circuit « bouclé » Il a donc communiqué à ses amis les lutins thermiques la copie de la page 21 de ce manuel pour en savoir plus (Article intitulé "*Pour aller plus loin*"). La réaction des Lutins a été très vive : « Il convient plutôt de renommer cet article « *Pour aller moins loin* » ont-ils dit. Ceci en faisant remarquer qu'en confondant puissance et énergie, en ignorant la chaleur spécifique de l'eau de 1 calorie/g et °C, base du calcul et l'équivalent mécanique de la calorie de 4,18 joules, on arrivait inexorablement à un résultat faux. On peut se tromper de 10 à 20 % ont-ils renchéri mais se tromper de 300 % cela fait beaucoup. Ils ont vaguement évoqué l'affront fait à James Prescott Joule et aux anglais. Bref ils étaient furieux. « Ils feraient bien de retourner à l'école » m'ont-ils dit. Ils ont fait observer que « Ce n'est pas avec de tels articles que l'on allait apaiser les relations déjà bien difficiles entre les copropriétés et les syndicats ». Ils ont donc écrit à l'ARC

**Erreur de conception qui vous en conviendrez n'est pas très intelligente, pas plus intelligente d'ailleurs selon les Lutins thermiques que de mettre dans la même gaine isolante le tuyaux qui alimente le moteur en carburant de la fusée Ariane avec un autre tuyaux dans lequel circule de l'hélium liquide à très basse température ce qui a provoqué comme l'on sait l'échec temporaire du GPS européen Galileo.*

A l'attention de la rédaction

Madame, Monsieur

Je viens de recevoir votre petite revue "Le bilan énergétique simplifié" à usage des responsables de copropriétés et des syndic. Je vous en remercie. Je tiens à vous signaler qu'une grossière erreur s'est glissée dans la rédaction de ce petit manuel à la page 21. Le rédacteur de cet article confond puissance et énergie, oublie de mentionner la chaleur spécifique de l'eau de 1 calorie/gramme et °C qui est la base du calcul, il oublie aussi de mentionner l'équivalent mécanique de la calorie de 4,18 joules et il arrive en conséquence à un résultat faux.

Le résultat est 3 fois supérieures à la réalité (151 kWh au lieu de 56 kWh) ce qui n'est pas rien. Je ne pense pas que c'est ainsi que vous allez apaiser les relations entre les syndicats et les conseils syndicaux qui ont déjà bien du mal à se comprendre.

A votre disposition

Conseil supérieur des Lutins thermiques

Encore moins loin ?

Il s'agit toujours du calcul de l'énergie nécessaire pour réchauffer 1 m³ d'eau froide. Suite à la lettre du conseil supérieur des Lutins thermique l'ARC avait pourtant promis de corriger ses erreurs. Comme il ne l'a pas fait, et que l'erreur persiste, les Lutins thermiques, m'ont demandé d'intervenir ce que je fais ci-après.

BON A SAVOIR

La méthode la plus simple est d'appliquer un forfait global moyen annuel par m³ :

L'énergie dépensée pour produire 1 m³ d'eau chaude à 60°C sera de l'ordre 120 kWh PCI, correspondant approximativement aux quantités facturées suivantes :

- 12 litres de fioul domestique
- 131 kWh PCS (118 kWh PCI) de gaz
- 0,14 tonnes de vapeur CPCU(1) (96 kWh PCI)

Le nouveau guide de l'ARC

Exemple correspondant à notre immeuble

Nous souhaitons réchauffer 4 m³ d'eau froide en une heure.

Question : quelle est la puissance nécessaire ?

Réponse Energie nécessaire : 4 x 52,25 = 209 kWh. Soit pour fournir cette énergie en une heure, une puissance de 209 kW et non de 480 kW !

Pour aller plus loin :

Si vous êtes très pointilleux et voulez appliquer la méthode la plus juste, lisez cet encart.

La quantité de combustible nécessaire pour la production d'un mètre cube d'eau chaude sanitaire peut se calculer de la manière suivante, si la température de départ d'eau chaude sanitaire est connue :

$$P = (T - 11) \times 0,86 \times 3\,600 / 1\,000$$

P est la quantité d'énergie en kWh (pour l'obtenir en MWh, remplacez le chiffre 1 000 de l'équation par 1 000 000)

T est la température de production d'eau chaude sanitaire en degré Celsius.

11 est la température moyenne de l'eau froide distribuée en degré Celsius sur l'année.

0,86 est le coefficient de transformation de calories en watts.

3 600 est le coefficient de transformation de secondes en heures (1 heure fait 3 600 secondes).

- 21 -

Les coups de gueule des Lutins

Les Lutins thermiques savent que l'association des responsables de copropriété (ARC) est au service des copropriétés et cherche à défendre leurs intérêts. Etant donné qu'il faut rajouter au prix de l'eau froide le prix de l'énergie nécessaire pour la réchauffer afin d'obtenir celui de l'eau chaude, ils craignent que les chiffres de l'ARC ne servent de base de facturation par les syndicats ! C'est pour cette raison qu'ils m'ont demandé de faire passer le message :

Je crois me rappeler que c'est l'eau qui a servi de base de réflexion pour établir la chaleur spécifique de la matière. Elle est pour l'eau de 1 calorie/g/°C, ou, compte tenu de l'équivalent mécanique de la calorie de 4,18 joules /g/°C (Puisque 1 calorie = 4,18 joules selon Prescott)

Ce qui revient à dire que 1 kcal = 4,18 kJ

Compte tenu de la densité de l'eau égale à 1, un m³ d'eau pèse 1000 kg,

- Pour élever 1 m³ d'eau de un degré il faut donc 1000 x 4,18 = 4180 kJ

- Pour l'élever de 10 à 55 °C soit de 45°C, il en faut 4180 x 45 = 188 100 kJ

Les kWh et les kJ sont des énergies (W = P x t ou énergie = puissance x temps)

Un kWh est l'énergie produite par une puissance de un kW pendant une heure ou l'énergie produite par un kW pendant 3600 secondes

Une puissance de 1 joule/s correspond à un watt

Une puissance de 1 kJ/s correspond à 1000 joule/s ou à 1 kW

L'énergie produite par 1 kW pendant une seconde est donc de 1 kJ

L'énergie produite par 1 kW pendant une heure est de 3600 kJ

1 kWh correspond donc à 3600 kJ

Pour réchauffer 1 m³ d'eau froide il faut donc : 188 100 / 3600 = 52,25 kWh et non 120 kWh

Réponse de l'ARC

Vous avez raison, il est très important de connaître précisément l'énergie nécessaire au réchauffage de l'eau. Vous avez également raison, dans des conditions idéales il faut 52,25 kWh pour chauffer un m³ d'ECS à 55°C. Mais, et vous l'auriez compris si vous aviez lu l'annexe 5 du guide jusqu'au bout, il faut prendre en compte le rendement globale de l'installation d'ECS. C'est-à-dire rendement de la production et le rendement de distribution est en moyenne de 50 %, ceci est en grande partie du au bouclage. C'est pour cela que nous arrivons à un ratio moyen de 120 kWh/m³. Nous avons bien conscience que ce chiffre peut varier, mais dans un bilan énergétique SIMPLIFIÉ, on ne va pas expliquer comment estimer les pertes en lignes

Les pertes d'énergie thermiques dans les réseaux ECS

Pour un immeuble de six étages comprenant 66 appartements, il y a pour simplifier 11 appartements par étage. Sauf petit studio rarissime comme celui d'un gardien, ou cuisine proche de la salle de bain, l'architecte prévoit deux colonnes montantes par appartement. La cuisine et la salle de bain trop éloignée l'une de l'autre sont alors alimentées par deux réseaux différents (Voir page 389). Les tuyauteries d'alimentation des salles de bain ont le diamètre le plus important, souvent 2 pouces (**50 mm**) avec une surface par mètre de longueur de tuyauterie voisine de 0,157 m², alors que pour la cuisine le diamètre n'est que de 1 pouce (**25 mm**) avec une surface par mètre de longueur de tuyauterie limitée à 0,08

Les coups de gueule des Lutins

m². Dans chacune de ces deux colonnes montantes un circuit de bouclage de petit diamètre, 1/2 pouce (**15 mm**) de surface 0,047 m² /m linéaire assure la fonction préchauffage. Avec 2,5 m de hauteur de plafond et 25 cm de plancher en béton on arrive à une longueur pour chaque colonne de 6 x 2,8 = 16,8 m. Compte tenu du nombre de colonnes, la surface totale d'échange dans les gaines verticales de 185 x (0,157+ 0,08) + 370 x 0,047 = 61 m². Avec un coefficient moyen de déperdition dans les tuyauteries ECS en acier de faible épaisseur non isolées voisin de **10 watts/m²** et °C. (Voir aussi programme), c'est une déperdition de : P = 10 x 61 x (55-20)= 21 350 watts, soit un peu plus de **20 kW** avec de l'eau sanitaire à 55 °C et une température de 20°C dans les appartements. Cette puissance est perdue en permanence dans le réseau ECS.

Tableau 1. Pertes de chaleur dans les tuyauteries

Coefficients d'émission de chaleur k des tubes nus et calorifugés

Diam. ext. tube nu (mm)	k tube nu (w/m.K)	Épaisseur de calorifuge 25 mm		Épaisseur de calorifuge 50 mm		Perte de chaleur Q (W/m) pour un écart moyen des températures de 50 K*		
		k tube calorifugé (w/m.K)	Coefficient de réduction de chaleur	k tube calorifugé (w/m.K)	Coefficient de réduction de chaleur	Tube nu	Épaisseur calorifuge 25 mm	Épaisseur calorifuge 50 mm
10	0,48	0,15	0,31	0,11	0,23	24,0	7,5	5,5
20	0,86	0,20	0,23	0,15	0,17	43,0	10,0	7,5
30	1,22	0,26	0,21	0,18	0,15	61,0	13,0	9,0
40	1,56	0,31	0,20	0,21	0,13	78,0	15,5	10,5
50	1,89	0,36	0,19	0,24	0,13	94,5	18,0	12,0
60	2,22	0,41	0,18	0,27	0,12	111,0	20,5	13,5
70	2,53	0,46	0,18	0,30	0,12	126,5	23,0	15,0
80	2,85	0,51	0,18	0,33	0,12	142,5	25,5	16,5
90	3,16	0,56	0,18	0,36	0,11	158,0	28,0	18,0
100	3,46	0,61	0,18	0,38	0,11	173,0	30,5	19,0

*Écart moyen des températures entre l'eau qui circule dans le tube et l'ambiance autour du tube. Pour un écart moyen différent, l'émission par mètre de tube est proportionnelle au rapport des écarts de température.

Référence des calculs : formules proposées par le CSTB dans le cadre de la RT 2000.

Le tableau ci-dessus extrait de la revue Chaud Froid Performance N° 750 de novembre 2011 conduit sensiblement au même résultat :

Salle de bains 50 mm 11 x 17m x 94,5 W/m x 35/50 = 12 300 watts

Cuisines 25 mm 11 x 17 x 50 x 35/50 = 6 500 watt

Bouclage 15 mm 11 x 17 x 43 x 35/50 = 5 600 watt

Total environ 25 kW

L'estimation des pertes en ligne qui précèdent ne concerne que les déperditions dans les tuyauteries verticales non isolés et ne prennent pas en compte les déperditions dans les tuyauteries horizontales hors bâti ! Rien que pour les tuyauteries verticales, la déperdition annuelle en énergie thermique du réseau ECS non isolé est de l'ordre de **175 000 kWh** pour un immeuble consommant 110 m³ de fioul/an. Ceci alors que le besoin réel n'est que de l'ordre de 1500 x 52 = 78 000 kWh ! (Consommation annuelle d'eau chaude de l'ordre de 1500 m³ alors qu'il faut 52 kWh/m³ pour réchauffer l'eau froide). Cette puissance n'est heureusement pas totalement perdue l'hiver dans la mesure où les gaines verticales participent au chauffage des locaux. Par contre, elle est totalement perdue l'été en augmentant inutilement la température dans les pièces de vie et en diminuant notre confort. Et à cette déperdition dans les tuyauteries verticales s'ajoutent celle des tuyauteries horizontales plus grosses et situées hors bâti !.

Comment réduire la douloureuse

En complément du ballon d'eau chaude sanitaire individuelle souvent trop encombrant, deux méthodes sont envisageables pour réduire significativement le prix de l'eau chaude sanitaire dans un immeuble:

1. Supprimer les déperditions thermiques dans les tuyauteries avec une génération électrique en ligne *individuelle* et instantanée du type *Dafi* ou similaire.
 2. Réduire le coût de l'énergie thermique en conservant les déperditions en ligne à l'aide d'un chauffage thermodynamique *collectif*.
- La première de ces solutions peu encombrante supprime les pertes en ligne du fait de la proximité entre la génération et l'utilisation. Elle présente par contre l'inconvénient de surcharger le réseau électrique aux heures de pointe avec une génération par effet joule ayant des performances modestes (COP =1)
 - La deuxième de ces deux solutions perturbe moins les habitudes de la copropriété. En effet lorsqu'un copropriétaire installe le premier système en raccordant le dispositif de génération électrique en aval du compteur d'eau froide et ferme son robinet d'arrivée d'eau chaude, il perturbe les habitudes comptable du syndic qui se voit obliger de demander à son comptable de modifier sa procédure de facturation afin de respecter la sacro-sainte règle française qui stipule que chacun d'entre nous doit payer ce qu'il consomme ni plus ni moins. Le fait que les deux solutions consomment une quantité d'énergie primaire comparable est dû au fait que les performances de la deuxième solution sont bien supérieures ($2 < \text{COP} < 8^*$)

Tribune libre

Les Lutins observent que dans un supplément de juin 2013 relatif à l'eau chaude sanitaire, la revue CFP constate que de nombreux constructeurs de PAC annoncent une consommation en énergie primaire (EP) pour la fourniture de l'ECS limitée à 15 kWh par m² habitable et un COP voisin de 2. Si l'on compare ce chiffre aux 50 kWh/m² de la RT2012 tous besoins énergétiques confondus, il ne représente sensiblement que le 1/3 d'un besoin en énergie totale sérieusement revu à la baisse compte tenu des progrès effectués sur l'isolation du bâti. Ils observent que sur la base de la consommation annuelle en ECS voisine de 1500 m³ du plus gros immeuble dont on vient de parler précédemment, l'énergie nécessaire pour assurer la production est à minima en négligeant les pertes de $1500 \times 50 \text{ kWh} = 75\,000 \text{ kWh}$ soit $75\,000/5000 = 15 \text{ kWh/m}^2$. Ce chiffre proche de la valeur annoncée par CFP nous permet de constater que la consommation en énergie primaire pour produire l'ECS de ces nouvelles générations thermodynamique est voisine de l'énergie minima nécessaire réchauffer l'eau froide. Les chiffres ci-dessus ne prennent donc en compte ni les déperditions ni les performances de la génération. Pour situer l'immeuble objet de cette étude dans ce contexte, il suffit de diviser les quelques 600 000 kWh consommés annuellement par cet immeuble pour produire l'ECS par les 5000 m² habitable. On arrive au chiffre catastrophique de 120 kWh/m². Au travers de ces chiffres on constate tout l'intérêt que l'on peut retirer d'une génération thermodynamique pour la production ECS qui permet diviser par 8 la consommation en énergie primaire ($120/15= 8$). Le principe de conservation de l'énergie permet de mieux comprendre ces systèmes de génération ECS consommant 15 kWh par m² habitable et un COP voisin de 2. Ils prélèvent une quantité d'EnR sensiblement égale à l'EP payant. La première sert à compenser les déperditions, le deuxième à élever la température de l'eau froide. A noter que le COP d'un tel système avec 10°C à la source froide (PAC eau eau) et une température moyenne à la source chaude de $(10+60)/2 = 35^\circ\text{C}$ ne saurait excéder le COP théorique de $T_c/(T_c-T_f) = (273+35)/[(273+35)-(273+10)]=308/25 = 12$ ce chiffre étant à revoir à la baisse lorsque la température dépasse 35°C.

On ne construit rien de solide en ignorant le réel