



INGENIEURS CONSEILS
26160 Pont de Barret
☎ 04 75 90 18 54 – contact@enertech.fr
www.enertech.fr

Note technique
Individualisation des frais de chauffage

Plan du rapport :

1	Préambule	3
2	Définition des notions traitées dans le décret	4
3	Répartition de la consommation d'énergie thermique	5
3.1	<i>Bilan thermique à l'échelle du bâtiment.....</i>	5
3.2	<i>Paramètres influant sur la consommation de chaleur à l'échelle du logement</i>	5
3.2.1	Localisation du logement dans le bâtiment	5
3.2.2	Emission de chaleur non maîtrisée.....	6
3.2.3	Influence des locaux adjacents sur la consommation	7
4	Technologie : Les systèmes de mesure.....	8
4.1	<i>Compteur de calorie.....</i>	8
4.1.1	Principe	8
4.1.2	Points de vigilance lors de la mise en œuvre	8
4.1.3	Influence de l'utilisateur	10
4.2	<i>Répartiteur de frais de chauffage (RFC)</i>	10
4.2.1	Principe	10
4.2.2	Points de vigilance lors de la mise en œuvre	15
4.2.3	Influence de l'utilisateur	16
4.2.4	Maintenance et relève des RFC	16
4.3	<i>Exemples de mauvaise estimation.....</i>	16
4.3.1	Scénario 1 : mauvaise identification du radiateur + système mono-sonde.....	16
4.3.2	Scénario 2 : mauvaise identification du radiateur + système bi-sonde	17
4.3.3	Scénario 3 : Système bi-sonde correctement installé, mais pose d'un tissu sur le RFC par l'occupant	17
5	Conclusion	19

1 Préambule

Le présent document a pour objet d'apporter des éléments techniques objectifs sur le comptage individualisé imposé par le décret n°2016-170 du 30 mai 2016 relatif à la détermination individuelle de la quantité de chaleur consommée et à la répartition des frais de chauffage dans les immeubles collectifs.

L'ensemble des bâtiments collectifs sont concernés, à l'exception de ceux qui ne permettent pas une mesure individualisée ou qui ne permettent pas de moduler la puissance de l'émetteur.

Exemple : plancher chauffant collectif, dalle active, radiateurs raccordés en monotube, chauffage commun par traitement d'air.

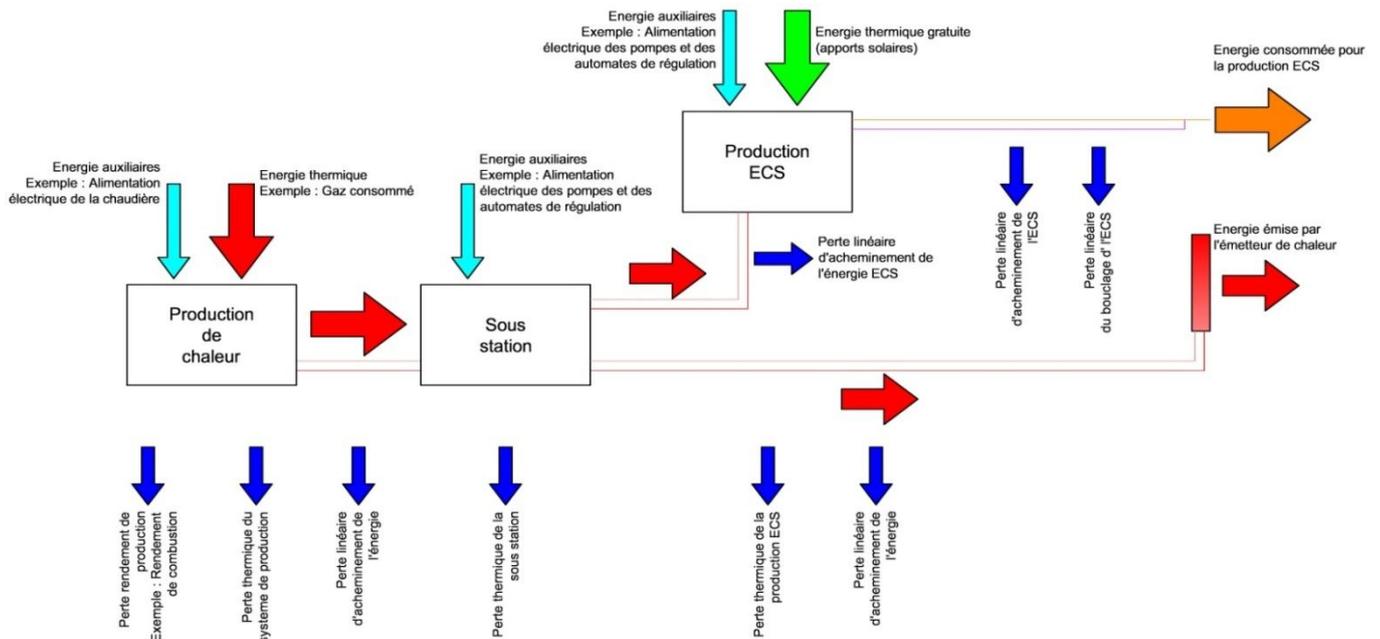
2 Définition des notions traitées dans le décret

Local	Pièce ou ensemble de pièces destinées à un usage unique (logement).
Chaleur	Energie transférée au local permettant son chauffage. Unité : Wh.
Besoin	Energie nécessaire permettant d'atteindre une température souhaitée. Elle correspond aux déperditions du local avec l'extérieur et avec les autres locaux.
Consommation de chauffage	Energie nécessaire au chauffage des locaux (compris : rendement du générateur, consommations électriques du générateur et des auxiliaires, pertes de distributions, etc.).
Frais de chauffage collectif	Ensemble des frais relatifs au bon fonctionnement de l'installation de chauffage. Frais = coût consommation combustibles ou d'énergie + coût abonnements énergie + coût consommation électrique des auxiliaires + coût d'entretien (et relevé de compteurs).
Emetteurs de chaleur	Dispositif permettant d'assurer l'apport de chaleur nécessaire au chauffage du local. Exemples : radiateur, plancher chauffant, dalle active, ventilo convecteur, etc.
m²SHAB	Surface habitable.

3 Répartition de la consommation d'énergie thermique

3.1 Bilan thermique à l'échelle du bâtiment.

De la production à l'émission de la chaleur en passant par sa distribution, on observe différentes pertes énergétiques.



Source : Enertech

Lorsque la production d'Eau Chaude Sanitaire (ECS) est centralisée et alimentée par la chaufferie centrale, il est dans un premier temps, absolument nécessaire d'installer des compteurs de calories sur les départs ECS et chauffage afin de permettre une répartition équitable des consommations entre les deux usages.

On constate qu'une partie des consommations ne sont pas liées au chauffage du logement mais aux différentes pertes de l'installation (flèches bleues).

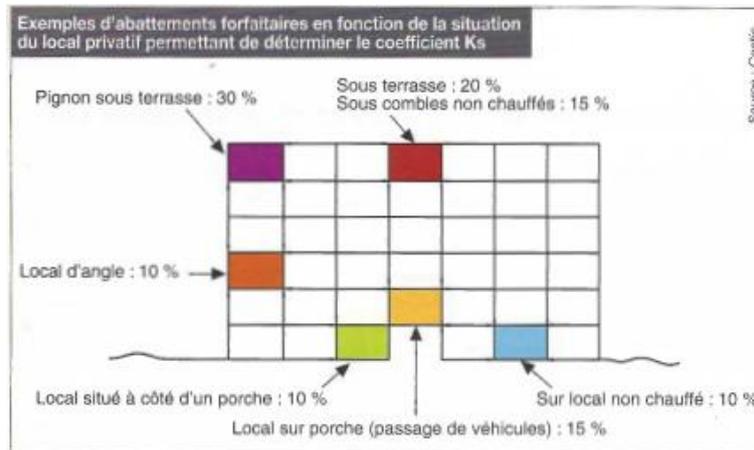
3.2 Paramètres influant sur la consommation de chaleur à l'échelle du logement

Les consommations d'énergie ne sont pas uniquement liées au choix de l'utilisateur du local.

3.2.1 Localisation du logement dans le bâtiment

Les déperditions du local varient fortement suivant sa position dans le bâtiment. C'est pour cette raison que certains organismes proposent des abattements forfaitaires des consommations en fonction de sa localisation.

Exemple : proposition du Costic

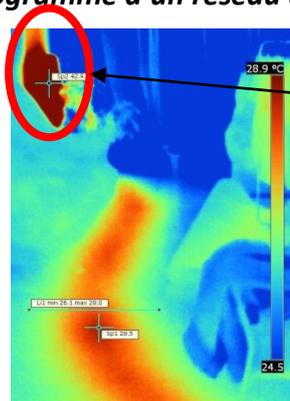


3.2.2 Emission de chaleur non maîtrisée

Certaines spécificités techniques du bâtiment entraînent des différences « subies » de consommation de chauffage. C'est notamment le cas des réseaux encastrés en dalle. Ceux-ci diffusent leur chaleur dans la partie supérieure et inférieure de la dalle. Par exemple, un tube non isolé alimentant un radiateur, cheminant en dalle, chauffera « gratuitement » la pièce au niveau inférieur. Ce phénomène est amplifié lorsque la distribution est longue (collecteur au centre du logement et radiateurs sur les parois extérieures), et lorsque le logement du niveau inférieur est faiblement chauffé.

Exemple :

Thermogramme d'un réseau de chauffage circulant en dalle (alimentant un radiateur)



Radiateur

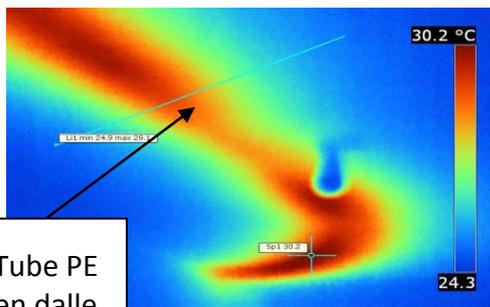


Source : Enertech

De la même façon, un bouclage d'eau chaude sanitaire cheminant dans un logement chauffera le logement sans que cela soit facturable.

Exemple :

Thermogramme d'un réseau d'eau chaude sanitaire cheminant en dalle haute (plafond)



Source : Enertech

3.2.3 Influence des locaux adjacents sur la consommation

On observe également des « vols de chaleur » entre logements voisins. En effet, les logements n'étant pas isolés entre eux, les besoins de chauffage d'un logement, sont fortement réduits si les logements mitoyens chauffent davantage. Ce phénomène est d'autant plus remarquable lorsque le bâtiment est très isolé.

4 Technologie : Les systèmes de mesure

Les systèmes permettant d'estimer les consommations des logements sont les suivants :

- le compteur de calorie ou compteur de chaleur, ne peut être utilisé que lorsque le chauffage du local provient d'un seul point de livraison ou réseau de distribution dit « horizontaux ».
- Le répartiteur de frais de chauffage (RFC), généralement choisi lorsque les radiateurs sont alimentés par colonnes desservant plusieurs locaux (plusieurs points de livraison par local) ou réseau de distribution dit « verticaux ».

4.1 Compteur de calorie

4.1.1 Principe

Ce type de comptage se base sur des **mesures physiques sur le réseau**, ce qui lui permet d'être précis. L'énergie livrée au logement est calculée à chaque instant en mesurant le débit d'eau ainsi que la température de l'eau à l'aller et au retour du réseau de chauffage alimentant le logement.

La mesure du débit d'eau peut se faire de deux façons :

- par compteur à turbine (horizontale ou verticale),
- par compteur à ultrasons.

4.1.2 Points de vigilance lors de la mise en œuvre

Vétusté de l'installation

Les réseaux de chauffage anciens sont souvent emboués. Ces boues sont le résultat d'une oxydation de la partie intérieure de l'installation. Elles sont composées d'oxydes ferreux qui se déposent dans les corps de chauffe et dans les parties où les vitesses de circulation de l'eau sont faibles.

Le compteur à turbine est très sensible à l'embouage du réseau. Il est fréquent de constater que la turbine se bloque ou est ralentie, entraînant une erreur de comptage. Dans les pièces tournantes (compteurs à turbine), les boues vont se déposer en fin de saison de chauffe pour former un agglomérat qui bloque ou ralentit la turbine.

Si la turbine du compteur de calorie ralentit, le débit d'eau sera sous-évalué et la consommation d'énergie sera donc incorrectement estimée (sous-facturation).

Cette problématique peut être minimisée en utilisant des compteurs à ultrasons. Le compteur à ultrasons est moins sensible à la présence de particules en suspension dans l'eau du circuit de chauffage. Son comptage est plus précis. Il génère de faibles pertes de charge et présente un faible débit de démarrage.

Afin d'éviter tous risques de blocage ou de ralentissement des turbines, ou réduction de la précision du comptage ultrasonique, il est impératif de traiter fréquemment l'embouage du réseau (installation d'un désemboueur magnétique, contrôle du taux de fer dans l'eau et de son acidité, traitement curatif de l'installation) et de réaliser un traitement filmogène afin de réduire le risque de dégradation de l'installation.

Remarque : dans les installations anciennes et/ou mal entretenues, un traitement curatif chimique de désembouage peut entraîner l'apparition de nombreuses fuites sur l'installation pouvant nécessiter le

remplacement de tout ou partie du réseau de chauffage. Par conséquent, une installation ancienne ou mal entretenue est rarement désembouée chimiquement.

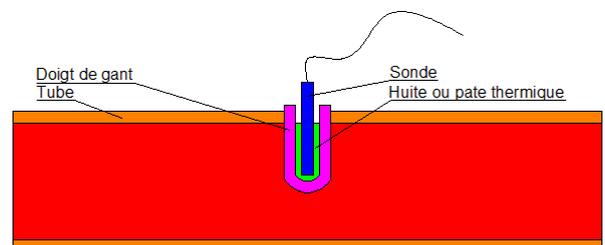
Mise en œuvre des sondes de température

Chaque sonde doit être positionnée en aval d’une singularité (vanne, coude, etc.) afin qu’elle soit placée dans un flux d’eau turbulent. En effet, sur un tronçon droit, le flux d’eau est souvent laminaire, ce qui risque d’entraîner une différence de température entre le centre du tube (plus chaud) et la paroi (surtout si elle n’est pas isolée).

Sonde en doigt de gant

Un doigt de gant est un fourreau positionné à l’intérieur du tube.

Il est impératif de correctement dimensionner le doigt de gant de façon à ce qu’il arrive au milieu de la tuyauterie. De plus, il est souhaitable d’installer la sonde dans le doigt de gant avec de l’huile thermique ou de la pâte thermique pour assurer le contact.

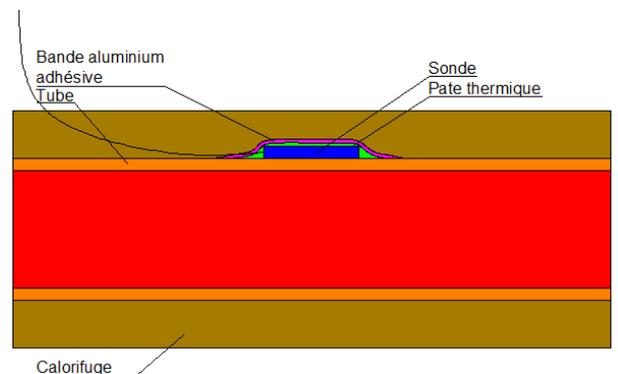


Source : Enertech

Sonde de contact

De façon générale, les canalisations doivent toujours être correctement isolées mais dans le cas de la sonde contact, cette isolation est impérative pour obtenir une mesure correcte. Par ailleurs, il est conseillé d’installer la sonde dans de la pâte thermique et de la fixer correctement sur la canalisation (à l’aide de bande aluminium adhésive par exemple).

De même que pour les sondes en doigt de gant, il est **impératif** que la sonde soit positionnée sur un tronçon où le flux d’eau est turbulent.



Source : Enertech

Constat sur site

Le comptage de chaleur doit être le plus précis possible afin qu’il ne puisse pas être contesté. Or, il est fréquent de constater une pose de sondes insatisfaisante. Ce point impose un soin particulier à la réalisation et une vérification régulière lors des visites d’entretien.

Exemple :

Exemple de pose incorrecte de sondes :

Doigt de gant et sonde non appairés (sonde pas dans le flux d'eau)



Sonde non isolée + mauvaise conductivité



Source : Enertech

D'autre part, une faible différence de température entre l'aller et le retour entraîne une incertitude importante sur le calcul de la consommation de chauffage.

4.1.3 Influence de l'utilisateur

Les sondes peuvent être enlevées de leur doigt de gant ou simplement détériorées volontairement ou non. Il est donc absolument nécessaire que le matériel soit installé dans un espace prévu à cet effet et à l'abri de tout risque de choc, arrachage, et inaccessible à l'occupant du logement, etc. Idéalement, ces compteurs devraient être installés dans une gaine palière, fermée à clé.

4.2 Répartiteur de frais de chauffage (RFC)

4.2.1 Principe

A la différence des compteurs de chaleur, **les répartiteurs ne sont pas des organes qui mesurent une consommation d'énergie.** Ils déterminent pour chaque radiateur une valeur adimensionnelle qui permet de fixer la part de la consommation totale d'énergie de chauffage de l'immeuble qui est passée dans ce radiateur.

Le principe est basé sur l'évaluation à chaque instant de l'écart de température entre la température moyenne de l'émetteur et soit la température réelle du local (système bi-sonde), soit une température prédéterminée du local, généralement 20 °C (système mono sonde).



Source : Caleffi

En partant des caractéristiques de l'émetteur (marque, modèle, type, nombre d'éléments, largeur, hauteur), on peut en principe déduire la puissance passant à cet instant dans le radiateur. En discrétisant cette mesure de puissance avec un pas de temps suffisamment faible, on peut déterminer l'énergie émise au cours de la saison de chauffe par l'émetteur.

Dans le passé, il était utilisé des systèmes par évaporation de fluide. Ceux-ci ne sont plus commercialisés du fait de leur imprécision. Ils étaient sujets notamment, à une évaporation accrue lorsque le soleil frappait le capteur.

Le répartiteur de frais de chauffage n'est pas un instrument de mesure. Il n'a pour fonction que d'estimer une répartition des consommations. Cette notion est d'ailleurs indiquée dans la norme NF EN 834 de septembre 2013 en ces termes :

La valeur de consommation est donc un résultat de mesure incluant certaines propriétés de l'appareil de mesure, de la surface du corps de chauffe, d'autres conditions aux limites et, de plus, les incertitudes associées aux facteurs d'évaluation et au montage. Les écarts de mesure (erreurs de mesure) de la chaleur enregistrée ne sont donc pas uniquement le fait de l'appareil de mesure. Cela signifie que les répartiteurs de frais de chauffage ne peuvent pas être étalonnés de la même manière que les compteurs de chaleur.

En raison des propriétés décrites, aucune unité d'énergie physique ne sera attribuée au résultat de mesure. La valeur de consommation est sans dimension. Elle n'est utilisée que comme une **valeur relative par rapport à la somme des valeurs de consommation dans l'unité de calcul des frais ou le groupe d'usagers**. Une valeur relative ainsi déterminée à partir d'une valeur de consommation mesurée peut être **interprétée** comme part de la consommation de chaleur de l'unité de calcul des frais ou du groupe d'usagers.

Dès lors, à la lumière de cet extrait et à la lecture du décret n°2016-170 du 30 mai 2016, il est justifié de s'interroger sur la pertinence de l'emploi de ce type de produit pour «déterminer la quantité de chaleur fournie à chaque local occupé» comme l'impose l'article R241-7 du code de l'énergie.

Par ailleurs, cette norme impose donc l'utilisation d'un seul type de produit et le même type de pose sur l'ensemble du parc mesuré afin d'avoir un système d'évaluation uniforme.

7.5 Uniformité des répartiteurs de frais de chauffage

Au sein d'une unité de calcul des frais (ou au sein d'un groupe d'usagers en cas de répartition préalable de la consommation de chaleur), on ne doit employer que des répartiteurs de frais de chauffage du même système (voir Article 4) ayant un système d'évaluation uniforme, déterminant le résultat de mesure sur la base des mêmes propriétés et destinés à fonctionner selon la méthode de mesure à l'aide d'une sonde unique, de deux sondes ou de sondes multiples.

Cela signifie qu'en cas de casse d'un RFC, il est impératif de le remplacer par un modèle équivalent. **Il est impossible de procéder à la répartition si l'ensemble des émetteurs de l'immeuble ne sont pas équipés de façon uniforme.**

La puissance utile est calculée grâce à l'équation suivante selon la norme NF EN 834 (chapitre 4) :

La valeur affichée évaluée désignée en tant que valeur de consommation (voir 3.24) est obtenue (voir 5.3) à partir de la valeur affichée non évaluée (voir 3.23) en la multipliant par des facteurs d'évaluation, en particulier ceux qui concernent la puissance thermique de référence de la surface des corps de chauffe (K_Q , voir 3.37) et ceux qui concernent le contact thermique entre les sondes et les températures à enregistrer (K_C , voir 3.38).

D'où :

$$P_{\text{utile}} = K_Q \times K_C$$

Avec :

P_{utile} = puissance évaluée

$$K_Q = \text{puissance thermique du radiateur} = Q(\Delta T) = Q(60K) \cdot \left(\frac{\Delta T}{60}\right)^n$$

Avec : n est l'exposant du radiateur déterminé au cours de l'essai du radiateur.

Si l'exposant réel du radiateur n'est pas disponible, il est possible d'utiliser $n = 1.3$

$$K_C = \text{facteur d'évaluation de couplage thermique des sondes} = R_B / R_R$$

Kc : coefficient d'accouplement entre la plaque de conduction du répartiteur et l'émetteur. Il varie selon le type de RFC, la géométrie et le matériau du radiateur, et doit faire l'objet **d'essai en laboratoire** afin d'être validé. Des sociétés comme Siemens proposent un logiciel permettant de déterminer ce coefficient suivant la marque et le type de radiateur.

La donnée fournie par le RFC est donc sujet à plusieurs incertitudes :

- bon paramétrage de la puissance installée,
- bon paramétrage du coefficient Kc,
- bonne implantation du répartiteur sur l'émetteur.

D'autre part, les marges d'erreur admises par la norme NF EN 834 sont les suivantes :

Ecart thermique ΔT Surface/Ambiance	Marge d'erreur selon EN834	Régime d'eau avec ambiance à 20°C et chute de 20 K	Régime d'eau avec ambiance à 20°C et chute de 10 K
5-10°C	± 12%	-	35/25°C
10-15°C	± 8%	45/25°C	35/25°C à 40/30°C
15-40°C	± 5%	45/25°C à 70/50°C	40/30°C à 65/55°C
>40°C	± 3%	> 70/50°C	> 65/55°C

Par conséquent, dans le cas où l'ensemble des radiateurs sont équipés de RFC **et que ceux-ci sont parfaitement installés, et dont l'imprécision est purement aléatoire**, pour un logement l'écart entre la consommation réelle et la consommation estimée suivra une loi normale (de type gaussienne). On peut donc estimer l'imprécision de l'estimation globale du logement selon son type et sa classe énergétique.

	T° départ	T° retour	Précision RFC	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Classe A	35°C	25°C	12%	± 9,3%	± 8,3%	± 7,6%	± 7,0%	± 6,1%	± 5,8%	± 5,7%
Classe B	40°C	30°C	8%	± 6,2%	± 5,5%	± 5,1%	± 4,7%	± 4,1%	± 3,8%	± 3,8%
Classe C	60°C	40°C	5%	± 3,9%	± 3,5%	± 3,2%	± 2,9%	± 2,5%	± 2,4%	± 2,4%
Classe D	70°C	50°C	5%	± 3,9%	± 3,5%	± 3,2%	± 2,9%	± 2,5%	± 2,4%	± 2,4%
Classe E	70°C	50°C	5%	± 3,9%	± 3,5%	± 3,2%	± 2,9%	± 2,5%	± 2,4%	± 2,4%
Classe F	80°C	60°C	3%	± 2,3%	± 2,1%	± 1,9%	± 1,8%	± 1,5%	± 1,4%	± 1,4%
Classe G	80°C	60°C	3%	± 2,3%	± 2,1%	± 1,9%	± 1,8%	± 1,5%	± 1,4%	± 1,4%

Ces marges d'erreur sont importantes. Dans le cas d'un bâtiment récent ou rénové thermiquement, il est fréquent de favoriser des régimes de température bas afin d'optimiser les performances des générateurs. Ce choix a pour conséquence d'augmenter l'incertitude de la mesure.

D'autre part, lorsque le régime de température du chauffage du bâtiment est régi par une loi d'eau sur une température extérieure, le risque d'erreur augmente encore lors des périodes les plus clémentes. En effet, on diminue l'écart thermique et la chute de température de l'émetteur.

A la lecture de ce tableau, plusieurs conclusions peuvent être apportées :

1. plus le logement est petit et plus l'imprécision sur l'estimation de la consommation du logement est forte.
2. Plus le logement est thermiquement performant et plus l'imprécision sur l'estimation de la consommation du logement est forte.
3. Seuls les bâtiments très faiblement performants (classe F ou G) ont une imprécision acceptable dans leur ensemble (inférieure à 2.5%), toutefois, ce sont les bâtiments les plus énergivores, les plus sujets aux pathologies type embouage et dont la référence des radiateurs est la moins connue.

Système mono sonde

Ce système mesure la température de la surface du radiateur à l'aide d'une sonde. La consommation d'énergie est calculée grâce à la différence de température entre la sonde placée sur l'émetteur et une **température** de référence **fixée arbitrairement** à 20°C. Par conséquent, on introduit une incertitude car on ne connaît pas la température réelle du local.

Problème :

Pour les bâtiments construits depuis une dizaine d'années, cette imprécision a un impact considérable puisque chaque degré supplémentaire dans un bâtiment récent (bien isolé) conduit à une augmentation d'environ 15 % de la consommation de chauffage dont bien sûr on ne tiendra pas compte dans le cas présent.

De plus, dans le cas d'une température de radiateur identique, la chaleur émise varie selon la température de l'ambiance. Plus l'ambiance est froide et plus la chaleur émise sera importante. Et à l'inverse, plus l'ambiance est chaude, moins la chaleur émise est importante.

Exemple : Radiateur Henrad Alto 1800 x 600 – type 22. Régime 60°C-40°C

Température de l'ambiance : 18°C	Puissance radiateur : 1312 W
Température de l'ambiance : 20°C	Puissance radiateur : 1204 W
Température de l'ambiance : 23°C	Puissance radiateur : 1046 W

Dans le cas où une personne laisserait les fenêtres ouvertes sans éteindre les radiateurs et laisserait descendre la température de la pièce à 18°C pendant 1 heure, le RFC sous-estimerait la consommation de 8% (1204 Wh au lieu de 1312 Wh). A l'inverse, pour une personne qui surchaufferait son logement à 23°C pendant 1 heure (radiateur électrique d'appoint, cuisson...), le RFC surestimerait la consommation de 15% (1204 Wh au lieu de 1046 Wh).

Système bi-sonde

Ce système estime la chaleur consommée en mesurant à la fois la température de surface du radiateur, et la température de la pièce. Cette mesure supplémentaire limite l'incertitude sur la température ambiante mais reste très approximative.

D'abord parce qu'elle se fait au niveau du radiateur et pas à la hauteur conventionnelle de 1.5 mètre au centre de la pièce et ensuite parce que la mesure est perturbée par le rayonnement du radiateur lui-même puisque la sonde se trouve fréquemment au niveau du répartiteur.

4.2.2 Points de vigilance lors de la mise en œuvre

Equilibrage

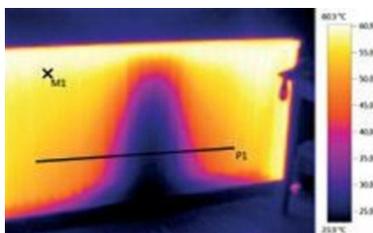
Dans le cas de l'utilisation de répartiteur de chaleur, un excellent équilibrage de l'installation s'impose afin de s'assurer que les températures aller et retour aux bornes du radiateur, sont bien celles prises en compte dans le paramétrage du RFC. Dans le cas contraire, la consommation estimée par le répartiteur sera incorrecte du fait d'une mauvaise estimation de la puissance de l'émetteur.

Vétusté de l'installation

En cas de réseau emboué, la vitesse du fluide étant faible dans les radiateurs, les boues pourront s'y déposer et ainsi boucher tout ou partie du radiateur, entraînant une diminution de la puissance de celui-ci.

Exemple :

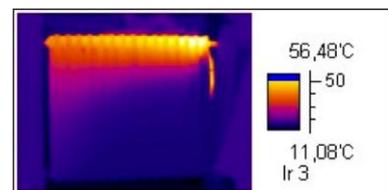
Image infrarouge de radiateurs emboués :



Source image :
<https://www.testo.org>



Source image :
<http://desembouage-circuit-de-chauffage.fr>



Source image :
<http://www.aspec-servigaz.fr>

Si le répartiteur est installé sur une zone embouée d'un radiateur partiellement emboué, la surface sera toujours plus froide et le calcul de consommation sera donc erroné ; il y aura une sous-estimation de la consommation.

A l'inverse, si le répartiteur est installé sur une zone non embouée d'un radiateur partiellement emboué, la puissance de celui-ci sera réduite du fait de l'embouage. La formule de calcul de l'énergie consommée sera erronée, il y aura une sur-estimation de la consommation.

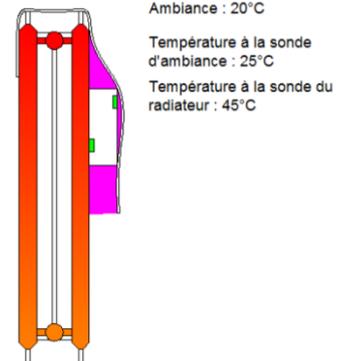
Réseau mal purgé

De la même façon, lorsqu'un radiateur est mal purgé, la puissance qu'il est capable de fournir est fortement réduite. Cela signifie que lorsqu'il y a une fuite et qu'un apport d'eau est nécessaire, une purge de l'ensemble des radiateurs devra être effectuée pour ramener les émetteurs à leur puissance nominale et ainsi ne pas fausser la répartition.

4.2.3 Influence de l'utilisateur

Dans le cas de l'utilisation de répartiteur de chaleur, l'utilisateur peut avoir un impact majeur sur le comptage. Du simple mode d'utilisation à la malveillance, ceux-ci peuvent aisément entraîner des mesures erronées.

Exemple 1 : dans le cas d'un système bi-sonde (non déporté), le comptage peut être discutable dès lors que l'utilisateur pose un simple tissu sur le radiateur et le répartiteur ou qu'il installe un meuble contre le radiateur. En effet, étant donné que le répartiteur mesure la température de l'ambiance, cette ambiance mesurée sera nettement plus chaude du fait de la couverture du radiateur.



Source : Enertech

Exemple 2 : dans le cas d'une sonde déportée, la question peut aussi se poser selon son emplacement. L'utilisateur peut installer des équipements dégageant de la chaleur à proximité de cette sonde (cafetière, four, etc.). La mesure sera donc faussée et il y a un risque de sous-facturation.

4.2.4 Maintenance et relève des RFC

Afin de simplifier au maximum la relève des répartiteurs, il est préférable de prévoir une relève sans accès au logement de type télé relève radio. Toutefois, il est nécessaire de prévoir un contrôle régulier pour vérifier l'état du dispositif, y compris de sa pile.

4.3 Exemples de mauvaise estimation

4.3.1 Scénario 1 : mauvaise identification du radiateur + système mono-sonde

Si le monteur du RFC pense identifier l'émetteur comme étant un radiateur de type A au lieu du type B, il y a de forte chance qu'il installe le RFC à l'emplacement indiqué pour le radiateur de type A et non à l'emplacement pour un radiateur de type B. L'erreur 1 entraîne donc facilement l'erreur 2.

Pour rappel : $Putile = P_{installée} * \left(\frac{\Delta T}{60}\right)^{1.3} * Kc$

Le monteur est missionné pour installer un RFC mono sonde paramétré à 20°C d'ambiance, sur des radiateurs dimensionnés en régime 50°C/30°C.

⇒ Erreur de mesure autorisée selon la norme : +/- 5%.

L'habitant se chauffe à 23°C et non à 20°C comme programmé dans le RFC.

⇒ Le ΔT est sur évalué de 3°C

$$\text{Estimé par RFC : } \left(\frac{\Delta T}{60}\right)^{1.3} = \left(\frac{40-20}{60}\right)^{1.3} = 0.2397$$

$$\text{Réel : } \left(\frac{\Delta T}{60}\right)^{1.3} = \left(\frac{40-23}{60}\right)^{1.3} = 0.1941$$

23.5% de surestimation de l'émission de chaleur

Le monteur n'identifie pas correctement le radiateur, par conséquent il programme mal le RFC.

⇒ Le facteur Kc est incorrect : + 20 %.

Et de ce fait, il n'installe pas au bon emplacement le RFC (emplacement plus chaud de 3K).

$$\text{Mesure tel que posé : } \left(\frac{\Delta T}{60}\right)^{1.3} = \left(\frac{43-20}{60}\right)^{1.3} = 0.2875$$

$$\text{Valeur si mesure correcte : } \left(\frac{\Delta T}{60}\right)^{1.3} = \left(\frac{40-23}{60}\right)^{1.3} = 0.1941$$

48.1% de surestimation de l'émission de chaleur

⇒ Le facteur $\left(\frac{\Delta T}{60}\right)^{1.3}$ est surestimé de 48 %.

Par conséquent, dans notre cas, nous aurions :

- +/- 5% de précision intrinsèque au RFC,
- 20% de surestimation lié au paramétrage du Kc,
- 48% de surestimation lié à la mesure d'une température qui n'est pas la température moyenne du radiateur et à la mauvaise estimation de la température du local.

⇒ Soit une mesure surestimée dans une fourchette allant de **69% à 86%**.

4.3.2 Scénario 2 : mauvaise identification du radiateur + système bi-sonde

Cas identique que le précédent à la différence que le RFC est de type bi-sonde.

Le monteur est missionné pour installer un RFC bi-sonde dans une ambiance à 23°C, sur des radiateurs dimensionnés en régime 50°C/30°C.

⇒ Erreur de mesure autorisée selon la norme : +/- 5%.

Le monteur n'identifie pas correctement le radiateur, par conséquent il programme mal le RFC.

⇒ Le facteur Kc est incorrect : + 20 %.

Et de ce fait, il n'installe pas au bon emplacement le RFC (emplacement plus chaud de 3K).

$$\text{Mesure tel que posé : } \left(\frac{\Delta T}{60}\right)^{1.3} = \left(\frac{43-23}{60}\right)^{1.3} = 0.2397$$

$$\text{Valeur si mesure correcte : } \left(\frac{\Delta T}{60}\right)^{1.3} = \left(\frac{40-23}{60}\right)^{1.3} = 0.1941$$

23.5% de surestimation de l'émission de chaleur

⇒ Le facteur $\left(\frac{\Delta T}{60}\right)^{1.3}$ est surestimé de 23 %.

Par conséquent, dans notre cas, nous aurions :

- +/- 5% de précision intrinsèque au RFC,
- 20% de surestimation liée au paramétrage du Kc,
- 23% de surestimation liée à la mesure d'une température qui n'est pas la température moyenne du radiateur.

⇒ Soit une mesure surestimée dans une fourchette allant de **40% à 55%**

4.3.3 Scénario 3 : Système bi-sonde correctement installé, mais pose d'un tissu sur le RFC par l'occupant

Le RFC est correctement installé et correctement paramétré.

Nous sommes en période de chauffe, le régime d'eau alimentant le radiateur est 55/35°C.

⇒ Température moyenne du radiateur = 45°C.

⇒ Erreur de mesure autorisée selon la norme : +/- 5%.

L'occupant est sensibilisé aux économies d'énergie, et chauffe le local à 20°C.

Malheureusement, l'occupant pose un tissu sur le RFC.

⇒ Température mesurée par la sonde : 25°C

$$\text{Mesure du RFC : } \left(\frac{\Delta T}{60}\right)^{1.3} = \left(\frac{45-25}{60}\right)^{1.3} = 0.2397$$

$$\text{Valeur si mesure correcte : } \left(\frac{\Delta T}{60}\right)^{1.3} = \left(\frac{45-20}{60}\right)^{1.3} = 0.3204$$

25% de sous-estimation
de l'émission de chaleur

⇒ Soit une mesure sousestimée dans une fourchette allant de 21% à 29%.

5 Conclusion

La répartition à l'aide de RFC (qui ne fournissent pas, rappelons-le, une mesure de consommation mais uniquement une estimation de la part d'énergie fournie) est très imprécise et les erreurs relatives vont se cumuler :

1. erreur liée à l'identification approximative du radiateur et de ses caractéristiques. Elle peut atteindre 20 à 30 %.
2. Erreur sur le positionnement du répartiteur sur le radiateur conduisant à une incertitude importante sur la température moyenne de celui-ci. À titre d'exemple une incertitude de 3 K sur cette température moyenne peut conduire à une erreur de 20 % si l'écart de température émetteur/local est de 20 K.
3. Erreur sur la valeur réelle de la température ambiante. Si cette erreur est de 3 K, l'erreur sur le résultat peut aller de 10 à 20 % pour des écarts de température émetteur/local de 40 et de 20 K.
4. Enfin, il restera toujours une erreur intrinsèque liée à la mesure de température elle-même : une précision de +/- 0,5°C serait déjà une bonne chose mais elle conduit à des erreurs de plusieurs %.

Cette accumulation d'imprécision peut entraîner une erreur d'estimation très importante. De plus, certaines de ces erreurs sont liées.

Les répartiteurs sont des dispositifs plus simples et moins chers que les compteurs de chaleur mais on ne peut les considérer comme des matériels fiables en matière de répartition des charges de chauffage. Les conditions nécessaires pour garantir cette fiabilité sont beaucoup trop nombreuses et certaines d'entre elles pratiquement impossibles à satisfaire sur des installations anciennes ; si bien que l'erreur associée à ces dispositifs sera selon toute vraisemblance, de plusieurs dizaines de %. On ne voit pas comment de telles incertitudes de mesure pourraient introduire plus d'équité dans le partage des charges. Elles conduiront au contraire à multiplier les contestations.

De plus, dans un immeuble collectif, il est difficile de s'assurer que l'ensemble des radiateurs soient bien équipés de RFC. Or, si l'ensemble des émetteurs ne sont pas munis du même type de répartiteur, la répartition est impossible.

A la vue de toutes ces incertitudes, le RFC ne peut raisonnablement pas être considéré comme un moyen fiable de détermination de la quantité de chaleur fournie tel que décrit dans l'article R241-7 du code de l'énergie.

Le compteur de chaleur est une solution permettant la mesure physique de la consommation d'un logement. Toutefois, cette solution ne peut être mise en œuvre dans toutes les configurations et son coût est bien supérieur au RFC. De plus, un soin particulier doit être porté à la pose des sondes pour obtenir une mesure fiable. Le dispositif nécessite également un réseau non emboué.

Enfin, la mesure individualisée par logement de la consommation de chaleur ne permet pas de tenir compte des apports/pertes de chaleurs « subis » (vol de chaleurs entre logements, émission non maîtrisée des réseaux de distribution, pertes thermiques de l'installation, position du logement dans l'immeuble...). Cette chaleur non quantifiée sera, par conséquent, imputée à la collectivité et plus particulièrement à ceux ayant les besoins de chaleur les plus importants.