



Wallonie

FACILITATEUR
URE

Facilitateur Energie pour l'Industrie

Utilisation Rationnelle de l'Énergie

La normalisation climatique du chauffage d'un bâtiment industriel

La gestion énergétique d'un bâtiment est souvent mal maîtrisée, ce qui peut conduire à des dérives importantes de la consommation et donc du prix payé pour l'exploitation d'un bâtiment. La connaissance de l'état de fonctionnement énergétique des bâtiments n'est possible que si une comptabilisation énergétique annuelle, mensuelle voire hebdomadaire est mise en place. Cette comptabilité énergétique, pour autant qu'elle soit suivie sur un intervalle régulier, permettra d'obtenir la connaissance des consommations brutes du bâtiment, de repérer rapidement les anomalies de fonctionnement du système de chauffage ou de sa régulation, ou encore de mesurer les effets d'améliorations thermiques apportées aux bâtiments.

Le responsable énergie ayant procédé au relevé mensuel des consommations de combustible d'un bâtiment sur une période de 1 an remarquera que les consommations relevées varient de façon inverse avec la température extérieure enregistrée. La mise en graphique des consommations mensuelles en combustible ainsi que de la température mensuelle moyenne permettra d'obtenir l'allure du profil de consommation représenté dans la Figure 1.

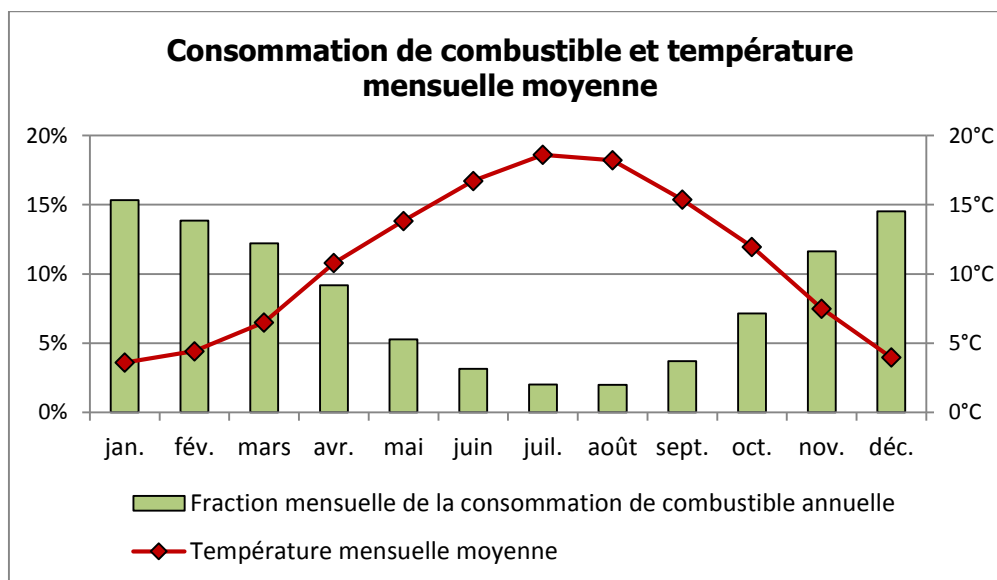


Figure 1 : Graphique représentant le profil des consommations mensuelles en combustible sur une année en fonction des températures moyenne annuelle climatiques.

La comparaison de deux consommations en combustible relevées sur deux périodes déterminées ne pourra être réalisée que si les températures de ces périodes sont identiques. Or, en pratique, cela n'est, pour ainsi dire, jamais le cas. C'est pourquoi, afin de pouvoir réaliser la comparaison, il est nécessaire de transformer artificiellement la consommation de combustible pour la rendre indépendante à la période climatique d'enregistrement. Cette opération est appelée « normalisation climatique ».



Wallonie

FACILITATEUR
URE

Facilitateur Energie pour l'Industrie

Utilisation Rationnelle de l'Énergie

La normalisation climatique va permettre de calculer la consommation telle qu'elle aurait été si le climat de la période d'enregistrement des consommations avait été celui d'une période climatique de référence et de même durée. La normalisation d'une consommation est donc toujours établie en fonction d'une période climatique connue (et dont nous disposons des consommations) et une période climatique de référence. En pratique, une simple règle de trois sera réalisée en multipliant la consommation par une valeur de rigueur climatique de référence et en la divisant par la valeur de rigueur climatique du lieu de la période d'observation.

Pour évaluer la rigueur du climat, on utilise une notion appelée « degrés-jour » (DJ). Ceux-ci sont une simplification des données météorologiques car ils sont le résultat d'une opération dont le seul paramètre météorologique pris en compte est la température de l'air extérieur. En effet, le nombre de degrés-jour d'une période de chauffage est égal au produit du nombre de jours chauffés multiplié par la différence entre la température intérieure moyenne de consigne considérée et la température extérieure moyenne.

$DJ = \text{Nombre de jours chauffés} \times (T \text{ intérieure consigne moyenne} - T \text{ extérieure moyenne})$
--

Autrement dit, le nombre de degrés-jour représente le nombre de degrés d'élévation de la température que va devoir supporter le système de chauffage d'un bâtiment entre une température extérieure connue et une température de consigne intérieure fixée. Cette notion, bien qu'assez représentative de la rigueur climatique doit être utilisée avec toutes les précautions nécessaires pour effectuer une normalisation des consommations de combustibles.

En pratique, pour réaliser la normalisation d'une consommation, la formule suivante sera employée :

$\text{Consommation normalisée} = (\text{Consommation enregistrée} \times DJ \text{ Normaux du lieu}) / DJ \text{ du lieu de la période d'enregistrement}$
--

avec :

- *DJ Normaux du lieu* : le nombre de degrés-jours de références qui peuvent soit être les degrés-jours moyens des 30 dernières années climatiques ou les degrés-jours d'une année climatique moyenne de référence.
- *DJ du lieu de la période d'enregistrement* : le nombre de degrés-jours correspondant à la période des consommations à traiter.

La normalisation cherchera donc à rendre les consommations de chaleur inversement proportionnelles aux contraintes climatiques. Pour être tout à fait exploitable, elle devra être en parfaite relation linéaire avec le climat. Or cette linéarité dépend de plusieurs facteurs tels que :

- la base des degrés-jour utilisés ;
- la nature de la consommation en combustible ;
- l'inertie thermique du bâtiment ;
- la qualité de la régulation du chauffage.



Wallonie

FACILITATEUR
URE

Facilitateur Energie pour l'Industrie

Utilisation Rationnelle de l'Énergie

Les **températures de base des degrés-jours** les plus facilement disponibles varient entre deux grandes tendances en Belgique, soit en base 15/15, soit en base 16,5/16,5. Ces températures de base représentent la température de consigne intérieure corrigée (pour tenir compte des apports solaires et internes) qui marque pour une même température extérieure le début et la fin du chauffage dans le bâtiment. En d'autres mots dans chacune des bases, la valeur de gauche représente la température moyenne de confort sur 24h sur l'ensemble du bâtiment et sous notre climat. La valeur de droite représente la température extérieure en deçà de laquelle on considère qu'il y a des besoins en chauffage et qui sert à délimiter la période de chauffe.

Historiquement, la base 15/15 est établie en considérant que la température moyenne de confort sur 24h dans un bâtiment est de 18°C auxquels on retranche 3°C apportés par l'énergie solaire et les gains énergétiques internes (éclairage, bureautique, personnes, ...). C'est la base de degrés-jour utilisée par l'IRM. Le secteur du gaz a, quant à lui, considéré que la période de chauffe commence à 16,5°C plutôt qu'à 15°C. De ce fait, la base 16,5/16,5 a ainsi été créée.

Toute analyse de normalisation des consommations peut donc être réalisée (selon le type de bâtiment) en fonction d'une base de degrés-jour ou de l'autre. Ce qui est essentiel, c'est de toujours conserver la même base pour être en mesure de faire une comparaison diachronique qui soit correcte et cohérente. Pour les bâtiments industriels, une autre base pourrait aisément être créée, tenant compte d'apports de chaleur supplémentaires (déperditions thermiques d'équipements), ainsi que de conditions de température de confort différentes.

La **nature de la consommation** est un second facteur à prendre en compte en cas de normalisation climatique. En effet, la consommation ne doit considérer que l'énergie fournie par le système pour chauffer l'air du bâtiment. La consommation énergétique relative à la production de chauffage pour tout autre usage, par exemple la production d'eau chaude sanitaire (ECS), de même que la compensation de chaleur par infiltration ou exfiltration d'air (si le bâtiment n'est pas complètement fermé) devront être déduites sous peine de fausser le calcul. Ainsi, dans le cas de bâtiments du secteur tertiaire, tels que centres d'hébergement par exemple, on n'appliquera une correction climatique que sur 85% de la consommation du bâtiment, en supposant que 15% est utilisée à des fins de production d'ECS.

Il est également important de mettre en évidence que la normalisation des consommations sera inefficace sur un mode de chauffage par rayonnement. Ceci serait en effet incompatible avec les données météorologiques que sont la température de l'air extérieur. L'énergie rayonnée est une onde et n'impacte donc pas directement la température de l'air, comme le ferait un chauffage par convection.

Afin de conserver une proportionnalité entre la consommation et le climat, **l'inertie thermique du bâtiment** joue un rôle important. En effet, il est nécessaire que l'inertie thermique du bâtiment étudié soit telle que le fait de travailler avec des degrés-jours (donc avec des températures moyennes journalières d'air extérieur) soit effectivement représentatif de la réalité.

Pour rappel, l'inertie thermique peut être définie comme la capacité d'un matériau à stocker de la chaleur et à la restituer petit à petit. Cette capacité permet de limiter les effets d'une variation "rapide" de la température extérieure sur la température intérieure d'un bâtiment par un déphasage entre la température extérieure et la température de surface intérieure des murs et par amortissement de l'amplitude de cette variation.



Wallonie

FACILITATEUR
URE

Facilitateur Energie pour l'Industrie

Utilisation Rationnelle de l'Énergie

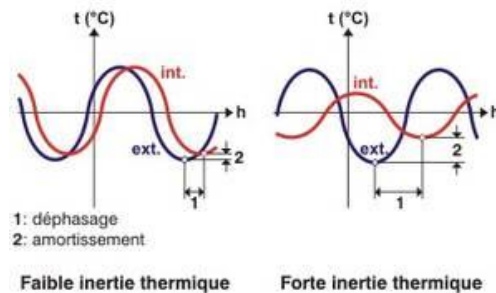


Figure 2 : Graphiques représentant l'effet de l'inertie thermique d'un bâtiment sur le déphasage et l'amortissement de la transmission de la température extérieure à travers ses parois (source : énergie+).

Pour tenir compte de l'inertie des bâtiments, le concept de degrés-jour « équivalents » a été inventé. Ceux-ci sont calculés en prenant en considération les degrés-jours des deux journées précédentes comme l'indique la formule suivante : soit la valeur des degrés-jours équivalents ($DJ_{\text{éq}}$) au jour « j » :

$$DJ_{\text{éq}} = 0,6 \times DJ_{\text{jour } j} + 0,3 \times DJ_{\text{jour } j-1} + 0,1 \times DJ_{\text{jour } j-2}$$

La normalisation d'un bâtiment présentant une inertie importante, c'est-à-dire lorsqu'il faut une période de l'ordre de 24 h avant que la température intérieure ne devienne très proche de la température extérieure, la normalisation des consommations sera réalisée en utilisant les degrés-jours équivalents. Ce ne serait pas vrai pour un bâtiment très « léger » ou peu inerte, comme une serre par exemple (où, de plus, d'autres éléments que la température d'air extérieur pourraient intervenir, comme par exemple l'ensoleillement direct). Pour les bâtiments industriels qui très souvent ne présentent pas une forte inertie, on utilisera donc de préférence les degrés-jours « simples » ou on adaptera la formule ci-dessus pour créer de nouveaux degrés jours « équivalents », qui correspondront mieux aux consommations de chauffage.

Enfin, la **qualité de la régulation du chauffage** impacte également la normalisation des consommations d'un bâtiment. Il est en effet nécessaire, pour fausser au minimum la normalisation, que le système de régulation soit très efficace et fasse effectivement varier la fourniture de chaleur réelle en fonction de la température extérieure moyenne journalière (présence d'une régulation en température glissante par exemple).

Cette condition ne possède pas de système de compensation. Dans un bâtiment industriel, soit le système de régulation de chauffage est efficace, soit il ne l'est pas et dans ce cas la normalisation des consommations sera faussée.

En particulier, la sensibilité des consommations des halls de production industriels correspond rarement à une stricte proportionnalité avec les degrés-jours. De manière concrète, par l'effet conjugué des 4 points décrits ci-dessus, pour les années climatiquement « clémentes », la normalisation énergétique paraît anormalement dégradée alors que pour les années climatiquement « rigoureuses », elle paraît anormalement améliorée. Il s'ensuit que la température réellement atteinte à l'intérieur des locaux en conditions « clémentes » est donc plus élevée que strictement requis (par maintien en fonctionnement de certains équipements de chauffage) et qu'en conditions « rigoureuses » au contraire, la température de confort n'est pas atteinte partout en permanence. Dans le cas d'un hall que nous avons suivi pendant plus de 10 ans, la normalisation des consommations présentant l'anomalie a été revue en subdivisant la consommation de chauffage en une partie « indépendante du climat » et une partie « dépendante du climat », ce qui a permis d'atténuer l'effet de la mauvaise régulation de chauffage.

En conclusion, la normalisation des consommations de chauffage, bien que très utile dans son concept et très simple dans sa mise en application, recèle des points d'attention qui, s'ils sont négligés, peuvent entraîner des dérives dans l'interprétation des résultats. Pour s'en prémunir, il est important de vérifier la bonne « linéarité » de la consommation réelle en combustible par rapport à la variation climatique. Cette étape est en effet une condition nécessaire à réaliser avant de procéder à la normalisation des consommations de chauffage.

Ivan Ottaviani & Jean-Benoît Verbeke

Pour contacter le service du facilitateur URE Process, formez gratuitement le **0800/97.333**
ou envoyez un mail à energie@facilitateur.info