Efficacité énergétique du bâtiment

Le bâtiment avec 43% de la consommation d’énergie représente le premier consommateur d’énergie en France.

Ce secteur est vecteur d’économies importantes.

La démarche pour diminuer cette dépense d’énergie doit être pensée globalement :

Diminuer les besoins qui sont relatifs au bâtiment proprement dit,

Améliorer la gestion de l’énergie,

Intégrer une source d’énergie renouvelable individuelle.

L’efficacité énergétique peut se définir comme le rapport entre le service délivré au sens large (performance, produit, énergie, confort, service) et l’énergie qui y a été consacré.

L’amélioration de l’efficacité énergétique consiste, par rapport à une situation de référence soit à :

Augmenter le niveau de service rendu, à consommation d’énergie constante,

Economiser l’énergie à service rendu égal,

Réaliser les deux simultanément.

Elle vise donc à améliorer la performance délivrée avec une moindre consommation d’énergie en jouant sur deux leviers :

* Diminuer les besoins (efficacité énergétique passive)

Il faut intervenir sur les déperditions (isolation du logement et sa perméabilité à l’air), sur les équipements qui utilisent de l’énergie (rendement des appareils) pour rendre le même service de confort en consommant moins, et aussi sur la conception du bâtiment pour profiter au mieux des apports gratuits (conception bioclimatique).

* Utiliser juste l’énergie nécessaire aux besoins (efficacité énergétique active)

Les systèmes de régulation et de domotique permettent d’adapter la puissance fournie en fonction des besoins tout en préservant le confort de l’utilisateur.

# Réglementation

* Règlement thermique (RT)

La Réglementation Thermique « Grenelle Environnement 2012 », dite RT2012 est un outil réglementaire concernant les bâtiments résidentiels et tertiaires neufs. Elle exprime 3 exigences de performances :

* Une efficacité énergétique maximale du bâtiment (coefficient Bbio)

Elle valorise le niveau d’isolation (étanchéité à l’air), la conception bioclimatique et la mitoyenneté.

* Une consommation minimale d’énergie primaire (coefficient Cep)

Elle fixe un seuil à ne pas dépasser de 50 kWh.m-2.an-1, modulé par divers critères :

Localisation géographique,

Altitude,

Type de bâtiment,

Surface moyenne des logements,

Volume d’émission de gaz à effet de serre des énergies utilisées

Cinq usages sont pris en compte :

Le chauffage,

La production d’eau chaude sanitaire (ECS),

Le refroidissement,

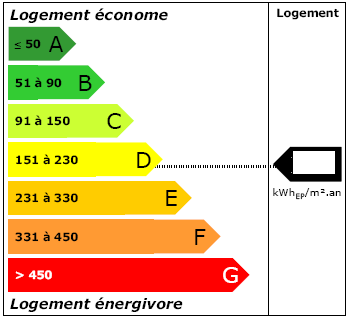
L’éclairage,

Les auxiliaires (pompes, ventilateurs)

* Un confort d’été (Tic)

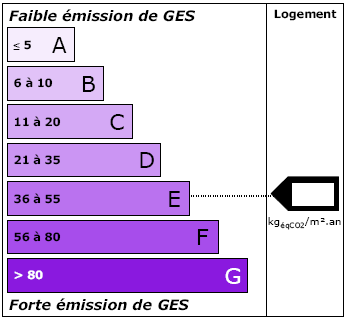
Il s’agit de garantir une température agréable pendant la saison chaude tout en évitant de recourir aux systèmes de climatisation, avec une température intérieure maximale à ne pas dépasser pendant cinq jours consécutifs de forte chaleur.

La RT2020 ira encore plus loin en imposant que toute nouvelle construction produise de l’énergie au-delà de celle nécessaire à son fonctionnement ! Ce sera l’avènement des bâtiments à énergie positive ou BEPOS.

* Diagnostic de performance énergétique (DPE)

Le DPE renseigne sur :

* La quantité d’énergie consommée par le bâtiment (Chauffage, ECS, climatisation, ventilation, mais ne prend pas en compte la consommation d’électricité spécifique : éclairage, appareils électroménagers, etc.),
* La quantité de gaz à effet de serre (GES) émise,
* Les améliorations éventuelles. Le DPE décrit le bâtiment, le chauffage, l’eau chaude sanitaire, la climatisation, la ventilation, etc.



Rappel :

L’unité de la valeur dans l’étiquette est exprimée en kWhEP.m-2.an-1 et KgéqCO2.m-2.an-1

Pour les combustibles, et par convention, énergie primaires et énergies finales sont égales, par exemple pour le gaz naturel, 1 kWh d’énergie finale correspond à 1kWhEP d’énergie primaire. Pour l’électricité, 1kWh d’énergie finale correspond à 2.58 kWhEP d’énergie primaire.

Deux étiquettes classent le bâtiment ou le logement en fonction du DPE : « étiquette énergie » et « étiquette climat ».

Exemples de valeur de consommation d’énergie primaire (kWhEP.m-2.an-1) en fonction de l’isolation d’un logement :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Très mal isolé | Moyennement isolé | Très bien isolé | Basse consommation |
| 368 | 268 | 113 | 95 |

# Efficacité énergétique passive

* Déperditions thermiques

Les déperditions thermiques sont déterminées à partir de la formule :

D : déperditions (W) G : coefficient de déperdition (W.m-3.K-1).

V : volume à chauffer (m3) Ta : température ambiante (en général 19°C)

Te : température extérieure de base hiver (°C) en fonction de la région et de l’altitude.

Exemples de valeurs du coefficient G pour un pavillon :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Ancien sans isolation | Construit entre 1974 et 1982 | Construit entre 1982 et 1989 | Construit après 1989 |
| 2 | 1.6 | 1.2 | 1 |

* Degrés jours unifiés « DJU »

Les DJU sont déterminés à partir de la formule :

Lorsque la température moyenne du jour est supérieure à 18°C, l’écart est considéré comme égale à 0.

Exemples de DJU en fonction du département et de l’altitude :

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Station météo | | 21 - OUGES | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
| Usage | | Chauffage | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
| Méthode de calcul | | météo | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
| Température de référence | | 18°C | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
| Date de début | | 01/01/2009 | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
| Date de fin | | 11/05/2016 | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
| **Résultats** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | Jan | | Fév | | Mar | | Avr | | Mai | | Jun | Jui | Aoû | | Sep | | Oct | | Nov | | Déc | | Total |
| 2009 | 562 | | 426 | | 341 | | 173 | | 66 | | 29 | 7 | 4 | | 35 | | 220 | | 284 | | 460 | | 2 607 |
| 2010 | 572 | | 415 | | 360 | | 205 | | 161 | | 34 | 5 | 25 | | 101 | | 222 | | 336 | | 532 | | 2 967 |
| 2011 | 466 | | 399 | | 291 | | 124 | | 72 | | 35 | 31 | 17 | | 33 | | 181 | | 305 | | 383 | | 2 338 |
| 2012 | 430 | | 535 | | 255 | | 249 | | 103 | | 34 | 13 | 6 | | 72 | | 184 | | 336 | | 417 | | 2 633 |
| 2013 | 496 | | 479 | | 385 | | 236 | | 202 | | 52 | 0 | 9 | | 57 | | 135 | | 363 | | 466 | | 2 880 |
| 2014 | 391 | | 345 | | 282 | | 178 | | 121 | | 11 | 11 | 35 | | 37 | | 129 | | 285 | | 431 | | 2 256 |
| 2015 | 457 | | 421 | | 310 | | 194 | | 46 | |  |  |  | |  | |  | |  | |  | | 1 428 |

Les DJU sont additionnés sur une période de chauffage de 232 jours (1er octobre au 20 mai). Ils servent à déterminer l’énergie nécessaire pour chauffer.

* Besoins en énergie

Les déperditions thermiques fixent la puissance de chauffe. L’énergie est égale au produit de la puissance que multiplie le temps :

E= P . t,

E : énergie (J ou kWh) P : puissance (W)

T : temps (s ou h)

La relation liant les déperditions thermiques et les DJU est :

E : énergie (kWh) D : déperditions (W)

24 : nombre d’heures par jour 1000 : pour obtenir des kwh.

Exemple pour un pavillon à Rouen :

DJU = 2569, D = 9880 W, Ta = 19°C, Te= -7°C

E= 9980.2569.24/(19-(-7).1000=23666kWh

Rendement des équipements

* Eau chaude sanitaire

En raison de la baisse très significative des consommations liées au chauffage, l’eau chaude sanitaire devient le premier poste énergivore du bâtiment résidentiel : 25 à 30 kWhEP.M-2.an-1

Pour optimiser les consommations d’énergie liées à l’eau chaude sanitaire, la RT2012 préconise :

* La généralisation du chauffe-eau thermodynamique
* Ou la mise en œuvre de capteurs solaires thermiques (au minimum 2m2) en respectant une orientation au sud et une inclinaison entre 20° et 60°.
* Ou le raccordement à un réseau de chaleur alimenté à plus de 50% par une énergie renouvelable ou de récupération.
* Ou la production d’eau chaude sanitaire par une chaudière à micro génération à combustible liquide ou gazeux.
* Système d’éclairage

La puissance nécessaire pour fournir un éclairement est déterminée à partir de la formule :

P=Ec.S/η

P : puissance (W) Ec : éclairement (lux)

S : surface (m²) η : efficacité lumineuse (lm.W-1)

Exemple : il faut une puissance électrique P = 25W pour éclairer une surface de 1m² avec un éclairement de 500lux, en utilisant une source lumineuse de 20lm.W-1.

Au dos des ampoules de toutes les lampes, on trouve une classification énergétique allant de A à G.

Généralement, 3 autres données sont fournies : le flux lumineux (lm), la puissance (W) et la durée de vie (h).

* Système de ventilation

L’arrêté du 27 mars 1982 relatif à l’aération des logements fixe les débits d’air extraits par le système de ventilation.

La ventilation des locaux a pour objectif de répondre à quatre préoccupations :

\* L’hygiène de l’air respiré avec l’extraction de l’air vicié des locaux pour éliminer les pollutions (gaz toxiques, odeurs, ….) ou l’amenée d’air neuf extérieur selon des débits suffisants (selon réglementation),

\* le confort des occupants avec l’amenée d’air traité à une température de soufflage confortable,

\* la préservation du bâtiment contre les risques de condensation avec la suppression des condensations internes (dégradation de la paroi par formation de moisissures)

\* la réalisation d’économies d’énergie.

L’article 4 définit les conditions et le débit total qui doit être extrait :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Nombre de pièces principales | Débit total minimal en m3.h-1 | |
| Sans modulation automatique de renouvellement d’air | Avec modulation automatique de renouvellement d’air |
| 1 | 35 | 10 |
| 2 | 60 | 10 |
| 3 | 75 | 15 |
| 4 | 90 | 20 |
| 5 | 105 | 25 |
| 6 | 120 | 30 |
| 7 | 135 | 35 |

* Système de chauffage

Le rendement global d’une installation de chauffage est le rapport entre les besoins réels en chauffage et la consommation annuelle :

η global = .

Le rendement global est donc le reflet de toutes les pertes liées à l’installation de chauffage.

* η production : lié à la performance énergétique de la chaudière
* η distribution : lié aux pertes dues au transport des calories
* η émission : lié à la performance des émetteurs de chaleurs
* η régulation : lié aux inerties et aux retards purs.

η global = η production x η distribution x η émission x η régulation

Le rendement global est compris entre 46% et 82% selon la qualité de l’installation.

# Efficacité énergétique active

* Réguler et gérer (RT2012)
* Système d’éclairage

Accès à l’éclairage naturel

Pour les bâtiments ou parties de bâtiments à usage d’habitation, la surface totale des baies, doit être supérieure ou égale à 1/6 de la surface habitable.

Mise en place de système automatique de détection de présence

Tout local doit comporter un dispositif automatique permettant, lorsqu’il est inoccupé, l’extinction des sources de lumière ou l’abaissement de l’éclairement à un minimum réglementaire.

De plus, lorsque le local a accès à la lumière naturelle, il doit intégrer un dispositif permettant une extinction automatique du système d’éclairage dès que l’éclairement naturel est suffisant.

Installation de détecteurs de présence

Dans les bâtiments ou parties de bâtiment à usage d’habitation, les parcs de stationnement couverts et semi-couverts doivent comporter :

* soit un dispositif permettant d’abaisser le niveau d’éclairement au niveau minimum réglementaire pendant les périodes d’inoccupation,
* soit un dispositif automatique permettant l’extinction des sources de lumière artificielle pendant les périodes d’inoccupation, si aucune réglementation n’impose un niveau minimal.
* Système de chauffage – rafraichissement

Dans les bâtiments ou parties de bâtiment à usage d’habitation, une installation de chauffage ou de rafraichissement comporte, par local desservi, un ou plusieurs dispositifs d’arrêt manuel et de réglage automatique en fonction de la températu

re intérieure de ce local.

* Collecter, compter et afficher les consommations

Les maisons individuelles ou accolées ainsi que les bâtiments ou parties de bâtiments collectifs d’habitation doivent être équipés de systèmes permettant de mesurer ou d’estimer la consommation d’énergie de chaque logement, excepté pour les consommations des systèmes individuels au bois en maison individuelle ou accolée.

Cette information est délivrée, par type d’énergie, selon la répartition suivante :

* chauffage,
* refroidissement,
* production d’eau chaude sanitaire,
* réseau des prises électriques,
* autres.

Totalement nouvelle, cette exigence de mesure des consommations énergétiques et d’information des occupants a pour objectif de les sensibiliser sur leurs pratiques et, ainsi, de les inciter à modifier leurs comportements. La mesure par usage devrait notamment les alerter sur les consommations liées aux usages domestiques (appareils de cuisson, électroménager, multimédia, etc.) qui devraient devancer les postes jusqu’alors les plus énergivores : chauffage, climatisation, eau chaude, éclairage et auxiliaires.

* Les capteurs collectent les informations de consommations ; eau, gaz, électricité, température, éclairement, calories, etc.
* Les collecteurs de données recueuillent les informations délivrées par les capteurs par liaisons filaire ou radio. Ils les transmettent au système embarqué chez le client.
* Le système embarqué permet :
* S’il dispose d’un serveur web, d’afficher les résultats des mesures grâce à un navigateur web.
* De transmettre directement par une connexion internet les informations à un serveur web distant.

# Sources d’énergies renouvelables individuelles

Dans le secteur du bâtiment, on trouvera principalement deux sources d’énergie renouvelables :

* L’énergie solaire pour le chauffage et la production d’électricité,
* La biomasse (surtout le bois) pour le chauffage
* Energie solaire pour l’eau chaude sanitaire (E.C.S)

Le chauffe-eau solaire individuel est un équipement robuste et fiable qui comprend des capteurs solaires (placées le plus souvent en toiture) et un ballon de stockage (installé à l’intérieur de la maison ou au-dehors près des capteurs). Pour relier capteurs et ballons, une tuyauterie calorifugée assure la circulation d’un liquide caloporteur. Pour compléter le système, on lui associe selon les modèles un échangeur intégré au ballon, une régulation, un circulateur et un dispositif de chauffage d’appoint.

L’énergie nécessaire pour élever la température de l’eau est déterminée à partir de la formule :

E= m x c x(Ɵf - Ɵi)

E : énergie (J) c : constante pour l’eau(J.kg-1.K-1)

m : masse du matériau (kg) c = 4190 J.kg-1.K-1

Pour l’eau : 1kg pour 1 litre Ɵf = température finale (°C ou °K)

Ɵi = température initiale (°C ou °K)

Exemple : il faut une énergie E = 4190J, pour élever la température d’un litre d’eau de 1 degré.

