



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS  
« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

[www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr](http://www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr)

RAPPORT

**BASE DE DONNEES  
EQUIPEMENTS ET MATERIAUX**

**POUR LES LOGICIELS D'EVALUATION ENERGETIQUE  
DES BÂTIMENTS D'HABITATION**

MARS 2014

# ÉDITO

**L**e Grenelle Environnement a fixé pour les bâtiments neufs et existants des objectifs ambitieux en matière d'économie et de production d'énergie. Le secteur du bâtiment est engagé dans une mutation de très grande ampleur qui l'oblige à une qualité de réalisation fondée sur de nouvelles règles de construction.

Le programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » a pour mission, à la demande des Pouvoirs Publics, d'accompagner les quelque 370 000 entreprises et artisans du secteur du bâtiment et l'ensemble des acteurs de la filière dans la réalisation de ces objectifs.

Sous l'impulsion de la CAPEB et de la FFB, de l'AQC, de la COPREC Construction et du CSTB, les acteurs de la construction se sont rassemblés pour définir collectivement ce programme. Financé dans le cadre du dispositif des certificats d'économies d'énergie grâce à des contributions importantes d'EDF (15 millions d'euros) et de GDF SUEZ (5 millions d'euros), ce programme vise, en particulier, à mettre à jour les règles de l'art en vigueur aujourd'hui et à en proposer de nouvelles, notamment pour ce qui concerne les travaux de rénovation. Ces nouveaux textes de référence destinés à alimenter le processus normatif classique seront opérationnels et reconnus par les assureurs dès leur approbation ; ils serviront aussi à l'établissement de manuels de formation.

Le succès du programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » repose sur un vaste effort de formation initiale et continue afin de renforcer la compétence des entreprises et artisans sur ces nouvelles techniques et ces nouvelles façons de faire. Dotées des outils nécessaires, les organisations professionnelles auront à cœur d'aider et d'inciter à la formation de tous.

Les professionnels ont besoin rapidement de ces outils et « règles du jeu » pour « réussir » le Grenelle Environnement.

**Alain MAUGARD**

Président du Comité de pilotage du Programme  
« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »  
Président de QUALIBAT



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS

## « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

Ce programme est une application du Grenelle Environnement. Il vise à revoir l'ensemble des règles de construction, afin de réaliser des économies d'énergie dans le bâtiment et de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

[www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr](http://www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr)

# AVANT-PROPOS

Afin de répondre au besoin d'accompagnement des professionnels du bâtiment pour atteindre les objectifs ambitieux du Grenelle Environnement, le programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » a prévu d'élaborer les documents suivants :

**Les Recommandations Professionnelles « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »** sont des documents techniques de référence, préfigurant un avant-projet NF DTU, sur une solution technique clé améliorant les performances énergétiques des bâtiments. Leur vocation est d'alimenter soit la révision d'un NF DTU aujourd'hui en vigueur, soit la rédaction d'un nouveau NF DTU. Ces nouveaux textes de référence seront reconnus par les assureurs dès leur approbation.

**Les Guides « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »** sont des documents techniques sur une solution technique innovante améliorant les performances énergétiques des bâtiments. Leur objectif est de donner aux professionnels de la filière les règles à suivre pour assurer une bonne conception, ainsi qu'une bonne mise en œuvre et réaliser une maintenance de la solution technique considérée. Ils présentent les conditions techniques minimales à respecter.

**Les Calepins de chantier « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »** sont des mémentos destinés aux personnels de chantier, qui illustrent les bonnes pratiques d'exécution et les dispositions essentielles des Recommandations Professionnelles et des Guides « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 ».

**Les Rapports « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »** présentent les résultats soit d'une étude conduite dans le cadre du programme, soit d'essais réalisés pour mener à bien la rédaction de Recommandations Professionnelles ou de Guides.

**Les Recommandations Pédagogiques « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »** sont des documents destinés à alimenter la révision des référentiels de formation continue et initiale. Elles se basent sur les éléments nouveaux et/ou essentiels contenus dans les Recommandations Professionnelles ou Guides produits par le programme.

L'ensemble des productions du programme d'accompagnement des professionnels « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » est mis gratuitement à disposition des acteurs de la filière sur le site Internet du programme : <http://www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr>



# Sommaire

<b>1 - Introduction .....</b>	<b>5</b>
<b>2 - Méthodologie et objectif .....</b>	<b>7</b>
<b>3 - Base de données .....</b>	<b>9</b>
3.1. • Chaudières et appareils indépendants à combustible solides (Biomasse) .....	9
3.2. • Chaudières à combustible liquides et gazeux .....	11
3.3. • Pompes à chaleur.....	13
3.4. • Chauffe-eau thermodynamiques.....	15
3.5. • Capteurs solaires photovoltaïques.....	15
3.6. • Systèmes solaires .....	17
3.7. • Ventilation mécanique.....	19
3.8. • Ventilation naturelle .....	21
3.9. • Matériaux et baies vitrées .....	23
<b>4 - Références bibliographiques .....</b>	<b>26</b>
Annexe 1 : Base de données Chaudières à combustible solide et appareils indépendants de chauffage à bois .....	27
Annexe 2 : Base de données Chaudières à combustible liquide et gazeux.....	29
Annexe 3 : Base de données Pompes à chaleur .....	31
Annexe 4 : Base de données chauffe-eau thermodynamique .....	35
Annexe 5 : Base de données capteurs solaires photovoltaïques .....	36
Annexe 6 : Base de données capteurs solaires thermiques .....	37
Annexe 7 : Base de données matériaux et baies .....	38

# Introduction

# 1



Au cours de l’étude sur l’appréciation des logiciels d’évaluation énergétique des bâtiments d’habitation, menée dans le cadre du programme d’accompagnement des professionnels RAGE 2012, il est apparu que les valeurs de performance d’éléments du bâti ou d’équipements techniques des bases de données intrinsèques aux logiciels étudiés n’étaient pas forcément accessibles ou pouvaient être différentes d’un logiciel à l’autre pour une même dénomination.

L’objectif de ce rapport est de proposer une première version d’une **base de données de composants et d’équipements dite de référence**, accessible à tout éditeur de logiciel, et dont les valeurs seront publiques.

Les systèmes CVC étudiés sont :

- Ventilation : naturelle par ouverture des fenêtres, naturelle par conduit, mécanique autoréglable et hygroréglable ;
- Chaudières à combustible liquide et solide : bois, fioul, gaz ;
- Pompes à chaleur : pour différentes sources froides (air, eau, sol) ;
- Appareils indépendants à combustible solide ;
- Chauffe-eau thermodynamiques ;
- Chauffe-eau solaires individuels ;
- Capteurs solaires thermiques et panneaux photovoltaïques.

Les matériaux et composants du bâti sont :

- Matériaux : les matériaux les plus courants : terre cuite, parpaing, béton, pierre (granit, calcaire, pierre meulière), bois ;
- Isolant : synthétique, minéral, lame d’air ;
- Murs hétérogènes ;
- Baies vitrées : simple et double vitrage, menuiserie bois, aluminium, PVC ;
- Portes donnant sur l’extérieur : bois, métal, PVC.

Cette base de données a été élaborée par le CSTB. Elle est destinée aux éditeurs de logiciel d'évaluation de la performance énergétique des bâtiments d'habitation existants.



## Méthodologie et objectif

# 2



Avant de préciser la méthodologie utilisée, on peut noter qu'il existe deux principaux types de base de données disponibles dans les logiciels éditeurs actuels :

- Une base de données présentant les caractéristiques d'équipements par constructeur
- Une base de données présentant des caractéristiques d'équipements dits « génériques ».

La base de données réalisée dans le cadre de ce programme RAGE correspond au deuxième type. Il s'agit d'une base de données ayant pour but de **fournir des valeurs de performance « génériques »** des équipements. Elles n'ont pas vocation à être utilisées dans un calcul réglementaire.

Dans le cadre de cette étude, autant que faire se peut, ces valeurs « génériques » seront détaillées pour les différents équipements, en fonction notamment :

- de l'année de mise sur le marché de l'équipement. En effet, on constate, au fil des ans, une amélioration importante des performances des équipements
- du type de technologie de l'équipement (on peut penser ainsi aux chaudières basse température ou à condensation par exemple). Cette différenciation peut également être reliée à la précédente.
- de la taille de l'équipement. En effet, on constate des différences de performance pour une même technologie d'équipement en fonction, par exemple, de la puissance de l'appareil
- ou encore d'éléments spécifiques à chaque équipement. Ce point sera détaillé dans la suite du rapport.



Pour réaliser cette base de données, nous nous appuyons sur un ensemble de documents issus :

- d'études réalisées par le CSTB sur le sujet (par exemple, un observatoire interne des performances énergétiques des équipements)
- d'éléments issus de bases de données existantes (base de données des logiciels éditeurs, ou de base de données disponibles sur internet)
- de documents techniques présentant les performances des équipements (avis techniques, ...)
- des éléments disponibles dans les différentes réglementations thermiques
- de recherches bibliographiques réalisées dans le cadre de l'étude

On trouvera dans la suite du rapport :

- au chapitre (cf. 3) la description des équipements et des composants du bâti étudiés durant l'étude, ainsi que les normes produits et certifications associées aux performances des équipements
- La bibliographie au chapitre (cf. 4)
- La base de données proprement dite dans les différentes annexes. Pour certains équipements, la base proposée est intégrée dans les sous-chapitres du chapitre (cf. 3).

## Base de données

---

# 3



### 3.1. • *Chaudières et appareils indépendants à combustible solides (Biomasse)*

#### 3.1.1. • *Caractéristiques*

On regroupe ici les chaudières bois et les appareils indépendants utilisant la biomasse.

##### *Chaudières à combustible solide :*

Ces chaudières sont caractérisées par:

- **Le combustible utilisé:** biomasse sous diverses formes: bûches, granulés de bois, plaquettes.
- **L'application,** en général chauffage seul.
- **La puissance,**
- **La technologie:** standard, rarement à condensation,
- **Le mode de chargement:** manuel (bûches) ou automatique (granulés, plaquettes...).

##### *Appareils de chauffage indépendants utilisant la biomasse :*

Ils regroupent:

- **Les poêles,**
- **Les poêles à accumulation,**
- **Les foyers fermés** (raccordés à un conduit d'évacuation des fumées),
- **Les inserts** (placés dans un foyer ouvert existant).

Ils sont caractérisés par:

- **Le combustible utilisé:** bois sous forme de bûches, de granules, de plaquettes ou déchiqueté.
- **Leur puissance,**
- **Leur application:** uniquement une fonction de chauffage.

Les inserts et foyers peuvent être munis de dispositifs de distribution d'air chaud, destinés à véhiculer de l'air, chauffé dans un échangeur en contact avec l'insert, dans une ou plusieurs pièces. Plusieurs de ces dispositifs font l'objet d'Avis Techniques publiés par le CSTB.

### 3.1.2. • Normes produits et certifications associées

***Chaudières à combustible solide et appareils de chauffage indépendants utilisant la biomasse :***

Il n'existe pas de certification associée, mais un label qualité: **FLAMME VERTE**, qui propose une garantie sur les valeurs de rendement et d'émissions.

Type de produit	NORMES de caractérisation des performances produits	Certifications associées	Critère(s) de performance ciblé(s)
Chaudières à la biomasse (bûches ou granulés)	NF EN 303-5, EN 12809, NF 15270 (brûleurs à granulés)	Marque NF (NF009), Label FLAMME VERTE	Rendement à puissance nominale (classes 1 à 3),
Poêles et poêles à accumulation	NF EN 13240 (et A1/A2)	Marque NF (NF009) Label FLAMME VERTE	Rendement, émissions de CO
Poêles à granulés	NF EN 14785		Rendement, émissions de CO
Foyers fermés et inserts	NF EN 13229		Rendement, émissions de CO

### 3.1.3. • Base de données

#### Chaudières bois :

La base de données est réalisée sur la base des éléments contenus dans le label Flamme Verte [7] qui permet une classification des chaudières bois selon 5 classes.

La révision du label début 2011 fournit des indications complémentaires pour les appareils les plus récents.

Cependant, les éléments récoltés concernent uniquement :

- Des appareils récents (après 2000)
- Le rendement nominal de ces appareils

La base de données est alors complétée à l'aide d'éléments issus de la réglementation thermique des bâtiments existants [5] qui fournit des éléments complémentaires pour :

- Les autres caractéristiques des appareils (notamment pertes à l'arrêt et puissance des auxiliaires)
- Les caractéristiques pour des appareils plus anciens.

La base de données est fournie en [ANNEXE 1].

### Appareils indépendants de chauffage à bois :

Les éléments présentés sont issus d'une étude réalisée par le CSTB [1], à partir de laquelle on peut fournir, pour différents types d'appareils indépendants neufs de chauffage à bois, une ou plusieurs valeurs de rendements types de ces appareils.

En effet, on dispose, par le biais de cette étude, des valeurs de rendement pour un nombre important d'appareils labellisés Flamme Verte. Cela nous permet de dissocier les performances des appareils suivants :

- Poêles bois à buches
- Poêles bois à granulés
- Inserts et foyers fermés
- Poêles à accumulation

On notera que les valeurs de rendement sont fournies quelle que soit la puissance de l'appareil, l'étude des données récoltées n'ayant pas permis de mettre en évidence un impact de celle-ci sur le rendement.

**On ne possède par contre aucune information sur la puissance des auxiliaires pour ces appareils.**

Concernant des appareils anciens, les données sont très difficiles à trouver. On présente quelques valeurs pour les foyers, issue d'un guide de l'ADEME [10].

On trouvera au paragraphe (cf. 5.2) la base de données envisagée.

## **3.2. • Chaudières à combustible liquides et gazeux**

### **3.2.1. • Caractéristiques**

Ces chaudières sont caractérisées par:

- **Le combustible utilisé:** gaz naturel principalement, fioul, propane ou mélange butane-propane
- **Les applications:** chauffage seul ou chauffage avec préparation d'eau chaude sanitaire,
- **La puissance nominale,**
- **Le type:** standard, basse température, à condensation,



- **Le type de brûleur:** atmosphérique, à air soufflé ou à pulvérisation (fioul),
- **La position:** au sol ou murale.

Les performances des chaudières sont caractérisées par trois grandeurs:

- **Le rendement à pleine charge sur PCI:** rendement mesuré à puissance nominale,
- **Le rendement à charge partielle sur PCI:** rendement généralement mesuré à 30% de la puissance nominale,
- **Les pertes à l'arrêt:** pour un  $\Delta T = 30K$ , en W,

La performance effective dans des conditions réelles de fonctionnement est une combinaison de ces trois performances.

Le rendement à 30% de charge est l'information la plus représentative du fonctionnement effectif moyen de la chaudière.

### 3.2.2. • Normes produits et certifications associées

Le texte clé en matière de performance est la directive européenne « rendements »:

- **DI 92/42/CE (mai 1992):** Directive concernant les exigences de rendement pour les nouvelles chaudières à eau chaude alimentées en combustibles liquides ou gazeux

Elle fixe des exigences de rendements à pleine charge et à charge partielle selon le type de chaudières (standard, basse température et condensation gaz), ainsi que les conditions d'essai. Les rendements minimaux à respecter sont fonction de la puissance nominale de la chaudière.

Type de produit	NORMES de caractérisation des performances produits	Critère(s) de performance ciblé(s)
Chaudières au gaz naturel (murale ou au sol)	DI 92/42/CE, NF EN 297, NF EN 303 (1, 3,7), NF EN 483, NF EN 656 (et A1), NF EN 677, NF EN15417, NF EN 13836, NF EN 14394	Rendement à puissance nominale et à charge partielle,
Chaudières au fioul (au sol)	DI 92/42/CE, NF EN 303 (1, 2, 4,6), NF EN 304 (et A2), NF EN 15035, NF EN 14394	Rendement à puissance nominale et à charge partielle,
Poêles à granulés	NF EN 14785	Rendement, émissions de CO
Foyers fermés et inserts	NF EN 13229	Rendement, émissions de CO

### 3.2.3. • Base de données

La base de données est réalisée sur la base des éléments contenus dans la réglementation thermique des bâtiments existants [5] qui fournit des valeurs pour des matériels existants fonctionnant au gaz et au fioul.

Cependant, ces données sont complétées et affinées pour les générateurs datant d'après 2000. En effet, pour cette période récente, des valeurs plus pertinentes sont issues de « Observatoire permanent de



l'amélioration énergétique du logement » [1] qui permet en outre une décomposition supplémentaire selon les années.

La base de données est fournie en [ANNEXE 2].

### 3.3. • Pompes à chaleur

#### 3.3.1. • Caractéristiques

Les pompes à chaleur (PAC) sont caractérisées par:

- **La source froide** qui peut être : l'air extérieur, l'air extrait du bâtiment, l'eau (boucle d'eau, nappe) ou le sol (pompe à chaleur géothermique);
- **La source chaude qui peut être** : l'air intérieur, l'eau du réseau de chauffage, l'eau d'un plancher chauffant;
- **La présence d'un fluide intermédiaire ou non** (PAC à détente directe: sol/sol ou sol/eau),
- **Le type de machine**: à compression ou à absorption.
- **Les modes de fonctionnement**: en chauffage et/ou refroidissement et/ou eau chaude sanitaire,

Les performances des PAC sont évaluées par:

- **Le coefficient de performance ou COP pour le mode chauffage**, qui est le rapport entre la puissance thermique fournie par la PAC et la puissance électrique consommée.
- **L'EER(Energy Efficiency Ratio) pour ce qui est des performances en mode rafraîchissement**. Là encore il s'agit du rapport entre la puissance thermique absorbée et la puissance électrique consommée par l'appareil.

De nouvelles méthodes d'évaluation des **performances saisonnières**, à la fois en mode chauffage et rafraîchissement, font leur apparition.

Elles sont basées sur le calcul des valeurs de **SCOP et SEER** (pour COP et EER saisonniers), pour les PAC à source froide air ou eau.

#### 3.3.2. • Normes produits et certifications associées

Type de produit	NORMES de caractérisation des performances produits	Certifications associées	Caractérisation des performances
Tous types de PAC	NF EN 14511 (partie 4 pour les exigences de performances) Pr NF EN 14825 (PAC à air, eau, eau glycolée)	Marque NF PAC (mode chauffage uniquement, Pmax = 50 kW), Marquage EUROVENT (mode chauffage + refroidissement), ECO Label	Coefficient de performance COP (chauffage), EER (refroidissement) SCOP et SEER pour la pr NF EN 14825.



### 3.3.3. • Base de données

#### **Mode chauffage :**

Concernant les pompes à chaleur neuves, l'examen des exigences demandées par les certifications NF PAC et ECO Label permettent de proposer des valeurs types de COP nominaux pour différents types de machine (air/eau, air/air, eau/eau, etc. ...).

Elles permettent de plus, pour certains types de PAC, une classification des machines, les exigences de l'ECO Label étant supérieures à celle de la certification NF PAC.

Il convient de bien garder à l'esprit que les valeurs de COP fournies le sont pour des conditions d'essai (températures d'air ou d'eau) précises. De plus, ces valeurs sont, pour certaines, des valeurs nominales ne permettant pas, aisément, la réalisation d'une matrice de performance pour des conditions de fonctionnement différentes.

#### **Mode refroidissement :**

En mode refroidissement, les données sont plus parcellaires. Nous avons étudié trois sources différentes :

**Eurovent** : la certification Eurovent réalise un classement en classe (classe A la meilleur à G la plus faible) des produits qu'elle certifie, selon l'application. [9]. Deux applications peuvent, au premier abord, sembler intéressantes pour notre étude, celle concernant les climatiseurs de confort, et celle concernant les groupes de production d'eau glacée.

Cependant, la seconde regroupe des appareils de puissance importante, optimisés pour le fonctionnement en production d'eau glacée, et généralement non réversibles. Ces appareils ne semblent donc pas correspondre avec notre besoin. Nous écartons donc la source « groupes de production d'eau glacée ».

**Certita** : l'organisme Certita réalise la certification de pompes à chaleur de puissance généralement inférieure à 100 kW, qui pourraient correspondre à notre objectif. Il s'agit de machines réversibles ou non. Dans le cas où elles sont réversibles, on trouve seulement 4 machines dans ce cas. Les données ne sont donc pas exploitables pour notre étude.

**Ecolabel** : la certification Ecolabel fournit des éléments pour les performances en froid pour des machines réversibles. Les valeurs actuellement disponibles datent de 2007. Une révision est en cours d'étude. Il s'agit donc de valeurs plutôt de type standard, et ne correspondant pas à des machines haut de gamme. Elles sont cependant intéressantes pour notre étude.

La base de données réalisée pour les performances en froid, et disponible en [ANNEXE 3], est donc bâtie sur une compilation :

- Des éléments disponibles dans la certification Eco-label
- Des éléments disponibles dans la certification Eurovent pour la catégorie pertinente (climatiseurs de confort)

## 3.4. • *Chauffe-eau thermodynamiques*

### 3.4.1. • Caractéristiques

Les chauffe-eau thermodynamiques sont caractérisés par:

- **La source froide** qui peut être : l'air extérieur, l'air extrait du bâtiment, l'air ambiant ou le sol (pompe à chaleur géothermique);
- **La taille du ballon de stockage** : généralement inférieure à 300 litres.

### 3.4.2. • Normes produits et certifications associées

Type de produit	NORMES de caractérisation des performances produits	Certifications associées	Caractérisation des performances
Chauffe-eau thermodynamiques	Pr EN 16147 Compresseur entraîné par moteur électrique	NF Chauffe-eau thermodynamique à accumulation	Coefficient de performance COP (eau chaude sanitaire)

### 3.4.3. • Base de données

S'agissant de matériels récents, on ne fournit des valeurs que pour des appareils supposés neufs.

Les données recueillies sont assez parcellaires, dans le sens où elles ne couvrent que certains types de chauffe-eau thermodynamiques.

La base de données proposée est réalisée à partir des produits certifiés par le LCIE Bureau Veritas. Etant donné que les valeurs certifiées par le LCIE sont basées sur la norme EN 16 147, on convertit ces valeurs en données utilisables notamment pour le calcul réglementaire RT2012 via l'outil IdCET (<http://dimn-cstb.fr/idcet/>).

La base de données fournie en [Annexe 4] donne donc les ensembles de valeurs correspondant aux deux utilisations :

- Valeurs issues de la norme
- Valeurs issues de l'outil IdCET, et utilisables dans le calcul réglementaire.

## 3.5. • *Capteurs solaires photovoltaïques*

Ces équipements comprennent non seulement les capteurs solaires eux-mêmes, mais également les onduleurs associés.



### 3.5.1. • Caractéristiques

Les capteurs sont caractérisés par:

- **La technologie utilisée:** monocristallin, multi-cristallin, silicium amorphe
- **La puissance crête par m<sup>2</sup> de surface mise en œuvre**
- **La densité de mise en œuvre**

Les onduleurs sont caractérisés par:

- **Le rendement européen de l'onduleur**
- **La puissance nominale de l'onduleur**

### 3.5.2. • Normes produits et certifications associées

Type de produit	NORMES de caractérisation des performances produits
Capteurs solaires photovoltaïques	NF-EN 61215 NF-EN 61646

### 3.5.3. • Base de données

Comme indiqué précédemment, les capteurs solaires photovoltaïques peuvent être caractérisés par la fourniture de deux valeurs :

- La puissance crête par m<sup>2</sup> de surface mise en œuvre
- La densité de mise en œuvre

La densité surfacique de puissance des *modules* au sens de produit verrier (sans cadre ou tout autre support mécanique ajouté) s'évalue simplement par la donnée de la puissance crête notée  $W_c$  et de la surface du module. La puissance crête fait référence aux conditions normatives dites conditions STC.

La technologie cristalline occupe le marché à quasiment 90% et cette technologie conduit à une densité d'énergie annuelle surfacique supérieure aux autres technologies. C'est pourquoi nous la retenons ici pour la réalisation de la base de données.

Cependant, la densité surfacique de référence doit considérer l'impact de l'intégration physique des modules sur le bâtiment ou de façon générale sur un support mécanique. Pour assurer cette fonction mécanique les modules au sens de produit verrier ne peuvent être strictement intégrés sans ajout d'un espace inter modules pour assurer les fonctions :

- d'étanchéité,
- de lien mécanique,
- de dilatation.

Pour apprécier cet effet nous exploitons les avis techniques portant sur les systèmes PV pour en déduire des valeurs moyennes, hautes, et basses pour ces différents éléments.

La puissance crête surfacique s'obtiendra alors par la formule :

$$\text{Puissance crête surfacique après intégration (Wc/m}^2\text{)} = \text{Puissance crête surfacique (Wc/m}^2\text{)} * \text{Densité de mise en œuvre (-)}$$

Chaque valeur de puissance crête surfacique pouvant être combinée avec une valeur de densité de mise en œuvre fonction des possibilités offertes par le support de mise en œuvre des capteurs.

Nous fournissons d'autre part dans la base de données des valeurs hautes, moyennes, et basses, pour les valeurs des rendements des onduleurs.

## 3.6. • *Systèmes solaires*

Le site CERTITA ([certita.org](http://certita.org)) contient des composants ou systèmes ayant reçu une certification CERTITA selon le cahier des charges correspondant aux systèmes étudiés.

Pour les systèmes solaires, plusieurs certifications existent suivant les types de systèmes. Les résultats détaillés ci-dessous sont extraits des certificats certita.

### 3.6.1. • *Chauffe-eau solaires individuels*

Les produits couverts sont les chauffe-eau solaires thermiques mono-blocs et à éléments séparés, destinés à la production d'eau chaude sanitaire. La marque NF certifie l'efficacité énergétique grâce aux essais et calculs réalisés selon normes européennes par les centres d'essais BELENOS à Nîmes et CSTB à Sophia Antipolis. Elle intègre des exigences propres au marché français.

Les performances thermiques de tels procédés sont obtenues par essais dont les résultats sont dans la suite de ce document.

#### *Caractéristiques*

Les chauffe-eau sont caractérisés par:

- **Le volume nominal** du réservoir de stockage
- **La superficie d'entrée** des capteurs solaires du système
- **Le coefficient de déperditions thermiques du capteur**
- **La capacité calorifique** du stockage
- **Le coefficient de déperditions** du stockage
- **La fraction du volume utilisé** pour le chauffage d'appoint

### Normes produits et certifications associées

Type de produit	NORMES de caractérisation des performances produits	Certifications associées
Chauffe-eau solaires individuels : thermosiphon et capteurs auto stockeurs	NF-EN 12975-2 NF-EN 12976-2 EN 12977-3 ISO / DIS 9459-5.	CSTBat NF CESI Solar KeyMark

### Base de données

Les paramètres évalués sur les 20 certificats sont indiqués dans le tableau suivant.

Les valeurs relatives au niveau peu performant et performant sont calculées en ajoutant ou en soustrayant à la valeur moyenne, l'écart-type. Ainsi, 68% de l'échantillon est inclus dans cet intervalle.

	$U_c$ : coefficient de déperditions thermiques du capteur ( $Wm^{-2}K^{-1}$ )	$C_s$ : capacité calorifique du stockage (MJ/K)	$U_s$ : coefficient de déperditions du stockage (W/K)	$F_{aux}$ : fraction du volume utilisé pour le chauffage d'appoint
Performant	6.41	1.46	1.85	
Standard	8.56	1.15	2.58	0.5
Peu performant	10.73	0.84	3.32	Sans objet

## 3.6.2. • Capteurs solaires thermiques

### Caractéristiques

Les capteurs solaires thermiques sont caractérisés par:

- **Le type de capteur** : capteur sous vide, capteur plan vitré
- **Leur superficie d'entrée**
- **Le rendement optique du capteur**
- **Les pertes thermiques du capteur**

### Normes produits et certifications associées

Les caractéristiques que sont la superficie, le rendement optique et les coefficients de pertes font l'objet de normes de caractérisation définies ci-dessous

Type de produit	NORMES de caractérisation des performances produits	Certifications associées
Capteurs solaires thermiques	NF-EN 12975-2	CSTB bat

Les types de capteurs solaires étudiés sont au nombre de deux. Leurs performances sont définies par le rendement optique  $\eta_0$  (sans

dimension), le coefficient de perte du premier ordre **a1** (W/m<sup>2</sup>.K) Le coefficient de perte du second ordre **a2** (W/m<sup>2</sup>.K<sup>2</sup>).

Le rendement optique diminue lorsque la température réduite augmente. La température réduite est proportionnelle à l'écart de température entre le fluide caloporteur et l'air environnant le capteur.

### *Base de données*

La base de données réalisée est disponible en [Annexe 6].

## 3.7. • *Ventilation mécanique*

### 3.7.1. • *Caractéristiques*

Les systèmes de ventilation mécanique sont caractérisés principalement par :

- **Le type** : autoréglable, hygro-réglable
- **La puissance des ventilateurs**
- **Le débit ou les débits de ventilation**

### 3.7.2. • *Normes produits et certifications associées*

Type de produit	NORMES de caractérisation des performances produits	Certifications associées
Groupe de ventilation mécanique	norme NF EN 13141-6	NF ventilation mécanique contrôlée

### 3.7.3. • *Base de données*

Le site CERTITA ([certita.org](http://certita.org)) contient des composants ou systèmes ayant reçu une certification CERTITA selon le cahier des charges correspondant aux systèmes étudiés. Nous utilisons cette base pour élaborer les performances des systèmes de ventilation mécanique. Les systèmes mécanique auto réglable et hygro réglable sont traités dans ce paragraphe.

#### *Ventilation mécanique auto réglable*

Les essais sont réalisés conformément à la norme NF EN 13141-6 §4. Le groupe sera testé dans sa configuration maximale de piquages sanitaires. Le groupe d'extraction est essayé dans un circuit complet, contenant tous les éléments d'un ensemble d'extraction avec des composants de référence.



La puissance électrique est mesurée en petite et grande vitesse de fonctionnement. Elle est ensuite pondérée en fonctionnement du temps de fonctionnement en petite et grande vitesse. Les puissances ci-dessous sont extraites des 34 certificats CERTITA et peuvent être utilisés pour des configurations de logement du F1 au F7. La puissance maximale sera utilisée si une pondération petite vitesse / grande vitesse est calculé ultérieurement, sinon nous utiliserons la puissance pondérée.

Les valeurs relatives au niveau peu performant et performant sont calculées en ajoutant ou en soustrayant à la valeur moyenne, l'écart-type. Ainsi, 68% de l'échantillon est inclus dans l'intervalle

	Système performant	Système standard	Système peu performant
Puissance électrique maximale (W)	50	63	75
Puissance électrique pondérée (W)	26	30	34

### Ventilation mécanique hygro réglable

Les 17 certificats étudiés des groupes de ventilation hygro réglables font apparaitre les puissances pondérées pour des logements allant du F1 au F7. La puissance électrique pondérée  $P_{ventmoy}$  du groupe d'extraction exprimée en W Th-C est calculée comme suit, à partir de la caractéristique « puissance » mesurée lors des essais de groupes d'extraction :

$$P_{ventmoy} = \frac{7 * [Q_{vmax} * C_{fres}] + 161 P_{vent} [Q_{varepspe} + C_{fres}]}{168}$$

- $P_{vent}[Q_x C_{fres}]$ : puissance pour un débit  $[Q_x C_{fres}]$ .
- $C_{fres}$  (coefficient de fuite des réseaux): 1,1 pour les systèmes utilisant des groupes d'extraction individuels avec réseau de conduits flexibles.
- $Q_{vmax}$ : débit maximum foisonné défini dans les Avis Techniques.
- $Q_{varepspe}$ : Débit moyen extrait défini dans les Avis Techniques.

*Nota :  $Q_{varepspe}$  et  $Q_{vmax}$  sont déterminés pour chacune des configurations du groupe d'extraction.*

Nous utiliserons ces valeurs de puissances pondérées (W) dans le tableau suivant. Les valeurs relatives au niveau peu performant et performant sont calculées en ajoutant ou en soustrayant à la valeur moyenne, l'écart-type. Ainsi, 68% de l'échantillon est inclus dans cet intervalle.

Les système à très faible consommation sont peu nombreux et utilisent des ventilateurs à très basse consommation.



Typologie de logement	Système à très faible consommation (W)	Système standard peu consommateur (W)	Système standard (W)	Système standard consommateur (W)
F1	7	28	33	38
F2	8	28	33	38
F3	9	29	34	39
F4	10	29	34	39
F5	10	29	34	39
F6	11	30	35	40
F7	12	30	35	40

### 3.8. • Ventilation naturelle

La détermination d'un débit de ventilation naturelle est une opération qui comporte de nombreuses incertitudes liées à l'environnement extérieur du bâtiment, aux conditions intérieures et aux paramètres physiques des conduits. Les méthodes décrites ci-après comportent des simplifications qui s'avèrent nécessaires dans le cadre de cette étude. **De fait, les résultats obtenus avec ces méthodes méritent d'être utilisés avec précaution.**

#### 3.8.1. • Aération par ouverture des fenêtres

Dans ce paragraphe, nous décrivons une approche pour déterminer le débit d'aération par ouverture des fenêtres. Cette approche est basée sur la modélisation décrite dans la méthode Th BCE (RT2012) complétée par des valeurs types qui simplifient l'équation de débit d'aération. Nous considérons comme le logement n'est pas traversant ce qui minimise les débits d'aération. Le débit volumique en ( m<sup>3</sup>/h) s'exprime :

$$Q_{v_{nat}} = 1800 * A_{ouv} * \left[ C_w * V_{vent}^2 + C_{st} * H_{tff} * abs * (T_{int} - T_{ext}) \right]^{0.5}$$

Ce débit doit être calculé à chaque pas de temps

Dans la suite de ce paragraphe, nous donnons la signification de ces paramètres. Dans le cas où la valeur numérique n'est pas accessible dans le cadre d'un audit, nous fournissons des valeurs représentatives.

$A_{ouv}$  : c'est la surface d'ouverture équivalente de l'ensemble des baies pour le bâtiment considéré. Il convient de prendre de compte le type de fenêtre pour calculer la surface d'ouverture équivalente. Le tableau ci-dessous permet d'effectuer ce calcul.

Type d'ouvrant	Ratio d'ouverture
<b>Française et Anglaise</b> Angle d'ouverture de 90°	80%
<b>Italienne et soufflet</b> Angle d'ouverture de 15°	40%
<b>Soufflet D'oscillo-battant</b> Angle d'ouverture de 7°	20%



Type d'ouvrant	Ratio d'ouverture
Coulissant	40%

Ce paramètre  $A_{ouv}$  est facilement accessible lors de la visite sur le site grâce à la surface totale des ouvrants.

$C_w$  : Constante de prise en compte de la vitesse du vent. Cette valeur est égale à 0,001

$V_{vent,c}$  : c'est la vitesse du vent à une altitude de 10 m par rapport au sol. Pour obtenir cette valeur, l'utilisateur pourra se référer aux données météorologiques RT2005 ou RT2012.

$C_{st}$  : Constante de prise en compte des effets de tirage thermique. Cette valeur est égale à 0.0035.

$H_{ttf}$  : Cela correspond à la différence d'altitude entre le point le plus bas de l'ouverture la plus basse et le plus le plus haut de l'ouverture la plus haute pouvant communiquer sans obstacles dans un bâtiment. La valeur est employée pour quantifier le tirage thermique intervenant dans la surventilation par ouverture des baies. Pour les maisons individuelles, l'utilisateur saisit la différence d'altitude entre la partie inférieure de l'ouvrant le plus bas et la partie supérieure de l'ouvrant le plus haut du groupe. Pour les groupes dont la différence d'altitude entre la partie inférieure de l'ouvrant le plus bas et la partie supérieure de l'ouvrant le plus haut est supérieure à 4 m, on saisit également cette valeur (limitée à 15 m).

Ce paramètre  $H_{ttf}$  est également accessible lors de la visite sur le site.

Les températures intérieures et extérieures sont des résultats du calcul thermique, et il convient de les utiliser à chaque pas de temps.

Les paramètres, ainsi précisés, permettent de calculer le débit d'aération par ouverture des fenêtres.

### 3.8.2. • Ventilation par tirage thermique dans un conduit vertical

Le tirage thermique au sein d'un conduit vertical est le moteur d'un débit de ventilation. Ce débit est fonction de la hauteur du conduit, de l'écart de température aux bornes de ce conduit et des différentes pertes de charge qui sont situées sur le parcours de l'air. Ce dernier point est impossible à évaluer de façon générique. Nous donnons ci-dessous une approche très simplifiée du débit de ventilation par tirage thermique d'un conduit vertical. Le débit d'air déplacé par tirage thermique s'exprime par l'équation suivante:

$$Q_v = 3600 * C * S * \sqrt{2 * g * h * \frac{T_i - T_{ext}}{T_i + 273,15}}$$

Avec



- $Q_v$  est le débit extrait à travers le conduit en m<sup>3</sup>/h
- $S$  la section de passage du conduit en m<sup>2</sup>
- $g = 9.81$
- $h$  est la hauteur du conduit considéré en m
- $T_i$  et  $T_{ext}$  : température intérieure et extérieure en °C
- $C$  est le coefficient de décharge. Il prend en compte tous les éléments produisant des pertes de charge sur le parcours de l'air. Il dépend de la configuration du bâtiment étudié et donc varie énormément. Nous pouvons prendre une valeur de 0.67 par exemple et par défaut.

## 3.9. • *Matériaux et baies vitrées*

### 3.9.1. • Objectif

L'objectif des paragraphes suivants est de fournir des caractéristiques thermiques des composants d'enveloppe qui seront utilisées pour la réalisation d'audits ou de diagnostics énergétiques de bâtiments existants en l'absence d'informations plus précises concernant la performance thermique des composants.

Ce document a notamment pour but de fournir un référentiel de données thermiques pour les composants d'enveloppe (hors composants neufs) pouvant être utilisées pour faire une estimation de la consommation d'un bâtiment existant. A la différence des valeurs par défaut généralement défavorables, les données fournies dans le présent document ne conduisent pas à une sous-estimation de la performance énergétique globale du bâtiment. Elles ont uniquement pour vocation de limiter les écarts d'appréciation de la performance thermique d'un composant d'enveloppe et en ce sens doivent donc être considérées comme des valeurs moyennes.

### 3.9.2. • Méthodologie

Les conductivités thermiques fournies dans le présent document ont été déterminées essentiellement à partir du fascicule 2/5 – règles Th-U. Pour certains matériaux non répertoriés dans les règles Th-U, les valeurs de conductivités thermiques ont été estimées à partir des conductivités thermiques de matériaux de nature équivalente. Il s'agit de valeurs moyennes ni favorables ni défavorables.

Les résistances thermiques moyennes de parois hétérogènes ont été essentiellement déterminées à partir du fascicule 4/5 des règles Th-U et du cahier du CSTB n°215 (coefficients K des parois des bâtiments anciens). Pour certaines typologies de parois récentes, en l'absence d'informations disponibles dans les règles Th-U, la résistance thermique moyenne a été déterminée à partir d'une analyse de base de données de résultats d'études thermiques réalisées par le CSTB.



### 3.9.3. • Base de données

#### *Règles d'utilisation*

Le chapitre ci-après fournit des bases de données de caractéristiques thermiques courantes pour les composants d'enveloppe sous plusieurs formats. Des valeurs de conductivité thermique de matériaux ( $\lambda$ ), des résistances thermiques (R) de paroi de gros œuvre et de second œuvre qui tiennent compte des ponts thermiques intégrés et des coefficients de transmission surfacique  $U_w$  de paroi vitrée (fenêtre ou porte) avec ou sans fermetures. Les principes d'utilisation de ces différents coefficients sont donnés ci-après.

La résistance thermique d'une couche de matériaux ne tient pas compte des résistances thermiques superficielles.

La résistance thermique totale d'une paroi constituée de plusieurs couches de matériaux homogènes ou hétérogènes peut se calculer en ajoutant les résistances thermiques de chacune des couches.

$$R \text{ totale} = \sum R \text{ couche homogène} + \sum R \text{ couche hétérogène}$$

Les coefficients  $U_w$  des parois tiennent compte des résistances thermiques superficielles.

**Ces principes ne s'appliquent que dans le cas de l'utilisation des bases de données du présent document. Pour obtenir des valeurs plus précises, l'utilisation des règles Th-U est requise.**

#### *Résistances thermiques de couches homogènes*

La résistance thermique R d'une couche homogène exprimée en  $m^2.K/W$  s'obtient en calculant le ratio de l'épaisseur de la couche (exprimée en m) et de sa conductivité thermique.

$$R_{\text{couche homogène}} = e_{\text{couche}} / \lambda_{\text{couche}}$$

Le tableau 1 en [Annexe 7] fournit des valeurs moyennes de conductivités thermiques des matériaux d'enveloppe les plus courants. Ces données thermiques pourront être utilisées pour évaluer la performance thermique des parois homogènes existantes. La performance thermique des nouveaux composants devra être déterminée conformément aux règles Th-U en vigueur.

#### *Résistances thermiques de couches hétérogènes*

##### **Gros œuvre hétérogène**

Le tableau 2 en [Annexe 7] fournit des valeurs moyennes de résistance thermiques d'ouvrages de gros œuvre courants qui tiennent compte des ponts thermiques intégrés. Ces données thermiques pourront être utilisées uniquement pour évaluer la performance thermique des parois homogènes existantes. La performance thermique des nouveaux composants devra être déterminée conformément aux règles Th-U en vigueur.

## Second œuvre hétérogène

Le tableau 3 en [Annexe 7] fournit des valeurs moyennes de résistance thermique d'ouvrages de second œuvre courants qui tiennent compte des ponts thermiques intégrés. Ces données thermiques pourront être utilisées uniquement pour évaluer la performance thermique des parois hétérogènes existantes. La performance thermique des nouveaux composants devra être déterminée conformément aux règles Th-U en vigueur.

### *Coefficients de transmission surfacique $U_w$ des fenêtres ou porte fenêtre vitrées*

#### Fenêtre nue

Les coefficients  $U_w$  des fenêtres données dans le tableau en [Annexe 7] tiennent compte des transmissions thermiques à travers les vitrages, les menuiseries et les ponts thermiques à la jonction entre les vitrages et les menuiseries.

Ces données thermiques pourront être utilisées uniquement pour évaluer la performance thermique des parois vitrées existantes. La performance thermique des nouveaux composants devra être déterminée conformément aux règles Th-U en vigueur.

L'interpolation est possible pour des dimensions de menuiserie intermédiaires.

### *Fenêtre avec fermeture*

Les coefficients  $U_w$  des fenêtres données en [Annexe 7] tiennent compte des transmissions thermiques à travers les vitrages, les menuiseries, les ponts thermiques à la jonction entre les vitrages et les menuiseries, de la présence d'une fermeture extérieure (volet roulant, battant avec ou sans ajours).

Ces données thermiques pourront être utilisées uniquement pour évaluer la performance thermique des parois vitrées existantes. La performance thermique des nouveaux composants devra être déterminée conformément aux règles Th-U en vigueur.

L'interpolation est possible pour des dimensions de menuiserie intermédiaires.

### *Coefficients de transmission surfacique $U_w$ des portes*

Ces données thermiques [Annexe 7] pourront être utilisées uniquement pour évaluer la performance thermique des parois hétérogènes existantes. La performance thermique des nouveaux composants devra être déterminée conformément aux règles Th-U en vigueur.

Pour les portes comportant plus de 60% de partie vitrée, on utilisera les valeurs  $U_w$  du de l' [Annexe 7].



# 4

## Références bibliographiques



- [1] – Observatoire permanent de l'amélioration énergétique du logement – CSTB –2010
- [2] – Base de données EDIBATEC (<http://www.edibatec.com/>) consultation avril-mai 2013
- [3] – Base de données ATITA (<http://www.rt2005-chauffage.com/default.asp>) consultation avril-mai 2013
- [4] – Différents avis techniques – site internet du CSTB (rechercher-un-avis-technique-ou-un-dta) – consultation avril-mai 2013
- [5] – Réglementation thermique des bâtiments existants
  - arrêté du 13 juin 2008 (RT globale)
  - arrêté du 3 mai 2007 (RT élément par élément)
  - arrêté du 08 août 2008 (méthode de calcul Th-C-Eex)
- [6] – Réglementation thermique des bâtiments neufs
  - arrêté du 24 mai 2006 (RT 2005)
  - arrêté du 19 juillet 2006 (méthode de calcul Th-C-E)
- [7] Charte de qualité Flamme Verte – Chaudières domestiques au bois – Version 2011
- [8] Arrêté DPE
- [9] Eurovent Certification – [http://www.eurovent-certification.com/fr/Programmes\\_de\\_Certification/Description\\_des\\_Programmes.php?lg=fr&rub=03&srub=01&select\\_prog=LCP-HP](http://www.eurovent-certification.com/fr/Programmes_de_Certification/Description_des_Programmes.php?lg=fr&rub=03&srub=01&select_prog=LCP-HP)
- [10] Guide ADEME – La qualité de l'air et le chauffage au bois – juin 2013

## ANNEXE 1 : BASE DE DONNÉES CHAUDIÈRES À COMBUSTIBLE SOLIDE ET APPAREILS INDÉPENDANTS DE CHAUFFAGE À BOIS

### Base de données Chaudières à combustible solide

Le tableau ci-dessous présente la proposition de base de données pour les chaudières à combustible solide

#### Produits neufs ou remplacés :

Classe	Rendement sur PCI à puissance nominale	Puissance électrique des auxiliaires (Watts)	Alimentation en bois	Brûleur
<b>DEPUIS LE 1<sup>ER</sup> JANVIER 2011 – CHAUDIÈRES LABELLISÉES FLAMME VERTE</b>				
3	MAX (80 ; 67 + 6log Pn)	nulle	Manuelle	Atmosphérique
		73,3 + 0,52*min (Pn ; 70)		Air pulsé
	MAX (85 ; 67 + 6log Pn)	10*min (Pn ; 70)	Automatique	Atmosphérique
		73,3 + 10,52*min (Pn ; 70)		Air pulsé
4	MAX (80 ; 80 + 2log Pn)	nulle	Manuelle	Atmosphérique
		73,3 + 0,52*min (Pn ; 70)		Air pulsé
	MAX (85 ; 80 + 2log Pn)	10*min (Pn ; 70)	Automatique	Atmosphérique
		73,3 + 10,52*min (Pn ; 70)		Air pulsé
5	87 + log Pn	nulle	Manuelle	Atmosphérique
		73,3 + 0,52*min (Pn ; 70)		Air pulsé
	87 + log Pn	10*min (Pn ; 70)	Automatique	Atmosphérique
		73,3 + 10,52*min (Pn ; 70)		Air pulsé
<b>DE 2000 À 2011</b>				
1	47 + 6log Pn	nulle	Manuelle	Atmosphérique
		73,3 + 0,52*min (Pn ; 70)		Air pulsé
		10*min (Pn ; 70)	Automatique	Atmosphérique
		73,3 + 10,52*min (Pn ; 70)		Air pulsé
2	57 + 6log Pn	nulle	Manuelle	Atmosphérique
		73,3 + 0,52*min (Pn ; 70)		Air pulsé
		10*min (Pn ; 70)	Automatique	Atmosphérique
		73,3 + 10,52*min (Pn ; 70)		Air pulsé
3	67 + 6log Pn	nulle	Manuelle	Atmosphérique
		73,3 + 0,52*min (Pn ; 70)		Air pulsé
		10*min (Pn ; 70)	Automatique	Atmosphérique
		73,3 + 10,52*min (Pn ; 70)		Air pulsé
4	80 + 2log Pn	nulle	Manuelle	Atmosphérique
		73,3 + 0,52*min (Pn ; 70)		Air pulsé
		10*min (Pn ; 70)	Automatique	Atmosphérique
		73,3 + 10,52*min (Pn ; 70)		Air pulsé
5	87 + log Pn	nulle	Manuelle	Atmosphérique
		73,3 + 0,52*min (Pn ; 70)		Air pulsé
		10*min (Pn ; 70)	Automatique	Atmosphérique
		73,3 + 10,52*min (Pn ; 70)		Air pulsé



### Éléments complémentaires :

- Puissance intermédiaire utile du générateur : 30% de la puissance nominale
- Pertes à l'arrêt [5] :
  - Chaudières après 2005 :  $P_n * 0,05$
  - Chaudières 1994 – 2005 :  $P_n * 0,085 * \min(P_n ; 400)^{-0,4}$
  - Chaudières atmosphériques avant 1978 :  $P_n * 0,08 * \min(P_n ; 400)^{-0,27}$
  - Chaudières atmosphériques de 1978 à 1994 :  $P_n * 0,07 * \min(P_n ; 400)^{-0,3}$
  - Chaudières assistées par ventilateur avant 1978 :  $P_n * 0,09 * \min(P_n ; 400)^{-0,28}$
  - Chaudières assistées par ventilateur de 1978 à 1994 :  $P_n * 0,075 * \min(P_n ; 400)^{-0,31}$

### Produits anciens, non remplacés :

Pour ce type de produits, on utilisera uniquement les données correspondant aux classes 1 et 2 ci-dessus [5].

#### **Base de données appareils indépendants de chauffage à bois**

Ces valeurs sont utilisables pour des **appareils neufs installés**. On fournit, pour certains appareils, deux valeurs de rendement (minimale et maximale), qui correspondent aux performances des équipements labellisés Flamme Verte, respectivement la valeur moyenne pour le tiers inférieur et le tiers supérieur, ce qui correspond donc au haut et au bas de la gamme.

Appareil	Puissance par défaut indicative (modifiable par l'utilisateur car le rendement ne dépend pas de la puissance)	Rendement
Poêle à granulés	10 kW	Peu performant : 86%
		Très performant : 91%
Poêle buches	10 kW	Peu performant : 72%
		Très performant : 80%
Poêle à accumulation	2,2 kW	Peu performant : 80%
		Très performant : 86%
Insert, foyer fermé	13 kW	Peu performant : 71%
		Très performant : 79%

On trouve également ci-dessous quelques éléments pour des appareils anciens

Appareil	Rendement énergétique moyen
Foyer ouvert	10%
Foyer fermé avant 2002	45%
Foyer fermé 2002-2007	60%

## ANNEXE 2 : BASE DE DONNÉES CHAUDIÈRES À COMBUSTIBLE LIQUIDE ET GAZEUX

Chaudières gaz – valeurs type $R_{Pn}$ , $R_{Pint}$ et $Q_{PO}$							
Type	Ancienneté	Puissance nominale $P_n$ (kW)	Rendement à pleine charge (PCI) $R_{Pn}$ (%)	Rendement à charge partielle (PCI) $R_{Pint}$ (%)	$Q_{PO}$ en % puissance nominale $P_n$	Puissance veilleuse en W (si veilleuse)	
Classique/ standard	Avant 1980	<14	79%	74%	4%	240	
		=23	82%	77%	4%	240	
	1981 – 1985	=23	85%	80%	2%	150	
	1986 – 1990	=23	86%	83%	1.5%	150	
	1991 – 2000	23	87%	84%	1.2%	120	
		$P_n$	$84 + 2\log P_n$	$80 + 3\log P_n$	1.2%	120	
	2000 – 2007	23	87%	84%	1%	NA	
		$P_n$	$84 + 2\log P_n$	$80 + 3\log P_n$	1%	NA	
	Après 2007	23	89%	86%	1%	NA	
		$P_n$	$84 + 2\log P_n$	$80 + 3\log P_n$	1%	NA	
Au-delà de 70kW quelle que soit la date			89%	86%	1%	NA	
Basse Température	1991 – 2000	23	89.5%	89.5%	1.2%	120	
		$P_n < 70kW$	87.5 $+1.5\log P_n$	87.5 $+1.5\log P_n$	1.2%	120	
	2000 – 2007	23	89.5%	89.5%	1%	NA	
		$P_n < 70kW$	87.5 $+1.5\log P_n$	87.5 $+1.5\log P_n$	1%	NA	
	Après 2007	23	91%	91%	1%	NA	
		$P_n < 70kW$	87.5 $+1.5\log P_n$	87.5 $+1.5\log P_n$	1%	NA	
	Au-delà de 70kW quelle que soit la date			91%	93%	1%	NA

Chaudières gaz – valeurs type $R_{Pn}$ , $R_{Pint}$ et $Q_{PO}$							
Type	Ancienneté	Puissance nominale $P_n$ (kW)	Rendement à pleine charge (PCI) $R_{Pn}$ (%)	Rendement à charge partielle (PCI) $R_{Pint}$ (%)	$Q_{PO}$ en % puissance nominale $P_n$	Puissance veilleuse en W (si veilleuse)	
Condensation	1981 – 1985	23	93%	98%	1%	150	
		$P_n < 70kW$	$91 + 1\log P_n$	$97 + 1\log P_n$	1%	150	
	1986 – 2000	23	93%	98%	1%	120	
		$P_n < 70kW$	$91 + 1\log P_n$	$97 + 1\log P_n$	1%	120	
	Après 2000	23	96%	105%	1%	NA	
		$P_n < 70kW$	$91 + 1\log P_n$	$97 + 1\log P_n$	1%	NA	
	Au-delà de 70kW quelle que soit la date			96%	108%	1%	NA



Chaudières fioul – valeurs types $R_{Pn}$ , $R_{Pint}$ et $Q_{P0}$						
Type	Ancienneté	Puissance nominale $P_n$ (kW)	Rendement à pleine charge (PCI) – $R_{Pn}$ (%)	Rendement à charge partielle (PCI) – $R_{Pint}$ (%)	$Q_{P0}$ en % puissance nominale $P_n$	
Classique/ standard	Avant 1970	23	77%	67%	4%	
	1970 – 1975	23	80%	75%	3%	
	1976 – 1980	23	81%	80%	2%	
	1981 – 1990	23	83%	82%	1%	
	1991 – 2007	23	87%	85%	1%	
		$P_n < 70kW$	$84+2\log P_n$	$80+3\log P_n$		
	Après 2007		88%	89%		
$P_n < 70kW$		$84+2\log P_n$	$80+3\log P_n$			
Au-delà de 70kW et quelle que soit la date		91%	93%			
Basse Température	Depuis 1991	23	89.5%	89.5%		1%
		$P_n < 70kW$	$87.5+1.5P_n$	$87.5+1.5P_n$		
	Au-delà de 70kW et quelle que soit la date		93%	96%		
Condensation	Depuis 1996	23	92.5%	98%	1%	
		$P_n < 70kW$	$91+1\log P_n$	$97+1\log P_n$		
	Au-delà de 70kW et quelle que soit la date		98%	101%		

#### Éléments complémentaires :

- Les puissances des auxiliaires de circulation sont calculées en **Watts** par la formule ( $P_n$  est exprimée en kW) :  $P_{aux} = 20 + 1.6 \cdot P_n$

Ces valeurs sont valables aussi bien pour les chaudières gaz que pour les chaudières fioul.

## ANNEXE 3 : BASE DE DONNÉES POMPES À CHALEUR

### **fonctionnement en chauffage (COP)**

On trouve tout d'abord ci-dessous la base de données pour des machines récentes, donc soit des machines installées dans le cadre d'une rénovation, soit des machines installées dans des bâtiments neufs. Les régimes de température indiqués pour les machines fonctionnant sur l'eau (air/eau, eau/eau) peuvent correspondre aux utilisations suivantes :

- Régimes 30/35° : application plancher chauffant
- Régime 40/45°C : application ventilo-convecteurs, radiateurs, ou eau chaude sanitaire
- Régime 47/55°C : application eau chaude sanitaire haute température

Pompes à chaleur – valeurs type COP						
MACHINES AIR/EAU, EAU/EAU						
Type	Performance	Température sèche	Température humide	Température entrée eau	Température sortie eau	COP
Air extérieur / eau	Machine moyennement performante	7	6	30	35	3,4
		-7	-8	30	35	2,1
		7	6	40	45	2,7
		-7	-8	40	45	1,6
		7	6	47	55	2,2
		-7	-8	47	55	1,3
	Machine très performante	2	1	30	35	3,1 <sup>a</sup>
		2	1	40	45	2,6
Air extrait / eau	Machine moyennement performante	20	12	30	35	3,3
		20	12	40	45	2,7
		20	12	47	55	2,2
Eau de nappe / eau	Machine moyennement performante	10	7	30	35	4,5
		10	7	40	45	3,5
		10	7	47	55	2,8
	Machine très performante	10	7	30	35	5,1
		10	7	40	45	4,2
Eau glycolée (ou saumure) / eau	Machine moyennement performante	0	-3	30	35	3,6
		0	-3	40	45	2,8
		0	-3	47	55	2,2
	Machine très performante	0	-3	30	35	4,3
		0	-3	40	45	3,5



Pompes à chaleur – valeurs type COP						
MACHINES SOL/SOL ET SOL/EAU						
Type				Température évaporateur	Température condenseur	COP
Sol/Sol	Machine moyennement performante			-5	35	3,4
Type			Température évaporateur	Température entrée eau	Température sortie eau	COP
Sol/Eau	Machine moyennement performante		-5	30	35	3,4
			-5	40	45	2,7
			-5	47	55	2,2
MACHINES AIR/AIR						
Type		Température sèche évaporateur	Température humide évaporateur	Température entrée air condenseur	Température sortie air condenseur	COP
Air extérieur / air recyclé	Machine moyennement performante	7	6	20	15	3,4
		-7	-8	20	15	2,0
Air extrait/ air neuf	Machine moyennement performante	20	15	7	6	2,3
		20	15	-7	-8	2,8
MACHINES EAU/AIR						
Type		Température entrée eau évaporateur	Température sortie eau évaporateur	Température sèche condenseur	Température humide air condenseur	COP
Eau de nappe / air recyclé	Machine Moyennement performante	15	12	20	15	3,3
	Machine très performante	15	12	20	15	4,7
Eau glycolée / air recyclé	Machine moyennement performante	0	-3	20	15	3,3
MACHINES EAU/SOL, AIR EXTÉRIEUR/SOL						
Type		Température entrée eau évaporateur	Température sortie eau évaporateur	Température de condensation		COP
Eau / sol	Machine Moyennement performante	10	7	35		4,2
Air extérieur / sol	Machine moyennement performante	7	6	35		3,3
		-7	-8	35		2

Attention ! ici, un COP plus faible peut donner l'impression d'avoir une machine moins performante. Mais les conditions d'essai sont différentes de la machine dite « milieu de gamme ».

On trouve ci-dessous quelques éléments parcellaires, fournissant des indications de performances d'anciennes pompes à chaleur, rencontrées dans les bâtiments existants.



<b>MACHINES SOL/SOL ET SOL/EAU</b>						
Type	Année			Température évaporateur	Température condenseur	COP
Sol/Sol	1975			-5	35	1,5
	1985			-5	35	2
	1995			-5	35	3,2
<b>MACHINES SOL/SOL ET SOL/EAU</b>						
Type	Année	Température sèche	Température humide	Température entrée eau	Température sortie eau	COP
Air extérieur / eau	1975	7	6	30	35	1,2
	1985	7	6	30	35	1,7
	1995	7	6	30	35	2,5

Pour compléter ces valeurs, on pourra utiliser pour la part de la puissance électrique des auxiliaires dans la puissance totale :

- Une valeur de 0,5% certifiée pour les machines haut de gamme
- Une valeur de 0,5% justifiée pour les machines milieu de gamme
- Une valeur par défaut pour les machines anciennes (2%)

### **fonctionnement en refroidissement (EER)**

On trouve tout d'abord ci-dessous la base de données pour des machines récentes, donc des machines installées dans le cadre d'une rénovation.

<b>Pompes à chaleur – valeurs type EER</b>						
<b>MACHINES AIR/EAU, EAU/EAU</b>						
Type		Température sèche	Température humide	Température entrée eau	Température sortie eau	EER
Air extérieur / eau	Machine moyennement performante	35	-	23	18	2,2
		35	-	12	7	2,2
Type		Température entrée	Température sortie	Température entrée eau	Température sortie eau	EER
Eau de nappe / eau	Machine moyennement performante	30	35	23	18	3,2
		30	35	12	7	3,2
Eau glycolée (ou saumure) / eau	Machine moyennement performante	30	35	23	18	3,0
		30	35	12	7	3,0
<b>MACHINES AIR/AIR</b>						
Type		Température sèche entrée air	Température humide entrée air	Température sèche air intérieur	Température humide air intérieur	EER
Air extérieur / air recyclé	Machine très performante	35	24	27	19	3,2
	Machine moyennement performante	35	24	27	19	2,7
	Machine peu performante	35	24	27	19	2,2



Pompes à chaleur– valeurs type EER						
MACHINES EAU/AIR						
Type		Température entrée eau	Température sortie eau	Température sèche air intérieur	Température humide air intérieur	EER
Eau / air recyclé	Machine moyennement performante	30	35	27	19	4,4

Pour compléter ces valeurs, on pourra utiliser pour la part de la puissance électrique des auxiliaires dans la puissance totale :

- Une valeur de 0,5% certifiée pour les machines haut de gamme
- Une valeur de 0,5% justifiée pour les autres machines

## ANNEXE 4 : BASE DE DONNÉES CHAUFFE-EAU THERMODYNAMIQUE

Chauffe-eau thermodynamique– valeurs normatives Volume, durée de chauffage, puissance électrique étape B, Cycle de puisage, coefficient de performance						
Type	Catégorie NF Electricité Performance	COP <sub>DHW</sub>	Volume (litres)	Durée de chauffage (hh :min)	Puissance électrique étape B (W)	Cycle de puisage
Air ambiant	Catégorie 2	2,87	270	13:01	38	Cycle L
Air extérieur	Catégorie 1	2,36	200	5:36	40	Cycle L
	Catégorie 2	2,79	250	6:42	30	Cycle XL
Air extrait auto-réglable	Catégorie 2	3,0	200	13:00	30	Cycle L
Air extrait hygroréglable	Catégorie 2	2,72	200	13:00	30	Cycle L

Chauffe-eau thermodynamique– valeurs types COP Pivot, pertes du ballon, puissance absorbée, volume du stockage						
Type	Catégorie NF Electricité Performance	COP Pivot	Pertes thermiques du ballon (W/K)	Puissance absorbée Pivot (kW)	Volume du stockage (litres)	Part de la puissance électrique des auxiliaires
Air ambiant	Catégorie 2	3,3	2,85	0,25	270	Valeur par défaut
Air extérieur	Catégorie 1	2,65	2,85	0,5	200	Valeur par défaut
	Catégorie 2	2,7	2,2	0,5	250	Valeur par défaut
Air extrait auto-réglable	Catégorie 2	3,1	2,5	0,2	200	Valeur par défaut
Air extrait hygroréglable	Catégorie 2	2,8	2,3	0,2	200	Valeur par défaut



## ANNEXE 5 : BASE DE DONNÉES CAPTEURS SOLAIRES PHOTOVOLTAÏQUES

Capteurs solaires photovoltaïques– valeurs de puissance crête / m <sup>2</sup> et de densité de mise en œuvre				
Technologie	Puissance crête par m <sup>2</sup> de surface mise en œuvre (Wc/m <sup>2</sup> )		Densité de surface mise en œuvre	
Cristalline	Haute	160	Haute	0,98
	Moyenne	140	Moyenne	0,95
	Basse	110	Basse	0,9

Capteurs solaires photovoltaïques– valeurs de rendement des onduleurs	
Haute	95%
Moyenne	96,5%
Basse	98%

## ANNEXE 6 : BASE DE DONNÉES CAPTEURS SOLAIRES THERMIQUES

### **capteur sous vide**

Le nombre d'échantillon analysés est faible, nous ne donnons donc qu'une valeur moyenne pour les trois paramètres

Rendement $\eta_0$	le coefficient de perte du premier ordre a1	Le coefficient de perte du second ordre a2
0.74	1.16	0.0078

### **Capteurs plan**

L'analyse a été faite sur 60 certificats. Il est alors possible de donner pour les trois paramètres une valeur moyenne, performante et peu performante.

	Rendement $\eta_0$	le coefficient de perte du premier ordre a1	Le coefficient de perte du second ordre a2
Performant	0.81	3.3	0.05
Standard	0.78	3.7	0.015
Peu performant	0.75	4.1	0.001



## ANNEXE 7 : BASE DE DONNÉES MATERIAUX ET BAIES

### Résistances thermiques de couches homogènes

La résistance thermique R d'une couche homogène exprimée en m<sup>2</sup>.K/W s'obtient en calculant le ratio de l'épaisseur de la couche (exprimé en m) et de sa conductivité thermique.

$$R_{\text{couche homogène}} = e_{\text{couche}} / \lambda_{\text{couche}}$$

Le tableau ci-dessous fournit des valeurs moyennes de conductivités thermiques des matériaux d'enveloppe les plus courants. Ces données thermiques pourront être utilisées pour évaluer la performance thermique des parois homogènes existantes. La performance thermique des nouveaux composants devra être déterminée conformément aux règles Th-U en vigueur.

Matériau	Type	$\lambda$ W/(m.K)
<b>Pierre</b>	Granites	2.8
	Grès	2.3
	Calcaires	1.7
	Meulière	1.5
<b>Béton</b>	Granulats courant à base de silice ou de calcaire	1.65
	Mâchefer	
	Granulats légers à base d'argile ou de schiste	0.90
	Granulats légers à base de ponce, de pouzzolane ou de cendres	0,40
	Granulats très légers (perlite, vermiculite, polystyrène, bois...)	0,25
<b>Terre crue</b>	Pisé, bauge, adobe, torchis	1.1
<b>Plâtre</b>	Auget	1
<b>Terre cuite</b>	Brique pleine	0.74
<b>Béton cellulaire</b>	Blocs pleins	0.16
<b>Bois</b>	Madrier, bois empilé	0.23
<b>Isolant</b>	Polyuréthane (panneaux)	0.030 <sub>+/-0,005</sub>
	Polystyrène, mousse phénolique, liège, isolants fibreux sous forme de panneaux ou de rouleaux.	0.040 <sub>+/- 0,01</sub>
	Isolants en vrac	0.045 <sub>+/-0,01</sub>
	Autres isolants	0.060 <sub>+/-0,01</sub>
<b>Parement</b>	Verre	1
	Plâtre	0.25
	Bois massif (parquet...)	0.18
	Bois léger (lambris, contre-plaqué, OSB, panneaux de particules...)	0.13
	Panneaux de laine de bois	0.10
	Autres parements	0.25
<b>Enduit</b>	Mortier ciment, mortier de chaux	1.3
	Enduit plâtre, bacula de plâtre, plâtre sous lattes	0.8



Matériau	Type	$\lambda$ W/(m.K)
Revêtement	Terre végétale	2
	Carrelage (Grés, céramique...)	1.04
	Mortier de scellement	1
	Asphalte	1
	Tomette	0.74
	Bitume	0.23
	Tapis, revêtement textile	0.06

▲ Tableau 1 – Conductivité thermique représentatives des matériaux courants d'enveloppe

### Résistances thermiques de couches hétérogènes

#### Gros œuvre hétérogène

Le tableau ci-dessous fournit des valeurs moyennes de résistance thermique d'ouvrages de gros œuvre courants qui tiennent compte des ponts thermiques intégrés. Ces données thermiques pourront être utilisées uniquement pour évaluer la performance thermique des parois homogènes existantes. La performance thermique des nouveaux composants devra être déterminée conformément aux règles Th-U en vigueur.

Composant		Epaisseur	R m <sup>2</sup> .K/W
Mur à base d'éléments de maçonnerie multi alvéolaires	En terre cuite	10 cm	0,20
		20 cm	0,80
		30 cm	1,50
		40 cm	2,50
		50 cm	3,50
	En béton de granulats courants	10 cm	0,10
		20 cm	0,20
		30 cm	0,30
	En béton de granulats légers	10 cm	0,20
		20 cm	0,40
		30 cm	0,60
	En béton de granulats très légers ou légers à base de ponce ou pouzzolane	10 cm	0,40
		20 cm	1,00
30 cm		1,50	
40 cm		2,50	
Murs en briques de verre		5 à 15 cm	0,30
Panneaux sandwichs lourds nervurés		Isolant 4 cm	0,50
		Isolant 8 cm	1,00
Panneaux sandwich lourds à voiles librement dilatable	Isolant de conductivité thermique $\leq 0,04$ W/(m.K)	Isolant 5 cm	1,10
		Isolant 10 cm	2,25
		Isolant 20 cm	4,75
	Autres isolants	Isolant 5 cm	0,75
		Isolant 10 cm	1,60
		Isolant 20 cm	3,30



Composant		Epaisseur	R m <sup>2</sup> .K/W	
Parois à ossature bois (murs, planchers ou charpentes)	Isolation entre ossatures	Isolant de conductivité thermique $\leq 0,04$ W/(m.K)	5 cm	1,10
			10 cm	2,25
			20 cm	4,75
		Autres isolants	5 cm	0,75
			10 cm	1,60
			20 cm	3,30
	Avec remplissage lourd (plâtre, torchis...)		10 cm	0,15
			30 cm	0,45
	Espace d'air non ventilé entre ossatures		10 à 30 cm	0,25
Parois à ossature métallique (murs, planchers ou charpentes)	Isolation entre ossatures	Isolant de conductivité thermique $\leq 0,04$ W/(m.K)	5 cm	0,70
			10 cm	1,40
			20 cm	2,85
		Autres isolants	5 cm	0,50
			10 cm	1,00
			20 cm	2,00
	Avec remplissage lourd (plâtre, torchis...)		10 cm	0,08
			30 cm	0,20
	Espace d'air non ventilé entre ossatures		10 à 30 cm	0,10
Plancher à hourdis en béton ou terre cuite		20 à 30 cm	0,25	
Dalles alvéolées		20 à 40 cm	0,20	
Planchers à hourdis PSE sans languette		15 à 30 cm	0,50	
Plancher à hourdis PSE avec languette	Fond plat	Languette 30 mm	2,00	
		Languette 60 mm	2,80	
		Languette 100 mm	4,00	
	Fond décaissé	Languette 30 mm	1,50	
		Languette 60 mm	2,15	
		Languette 100 mm	3,00	
Sur terre-plein	Sans isolation		1,00	
	Avec isolation		2,5	

▲ Tableau 2 – Résistance thermique R de parois de gros œuvre hétérogènes

## Second œuvre hétérogène

Le tableau ci-dessous fournit des valeurs moyennes de résistance thermiques d'ouvrages de second œuvre courants qui tiennent compte des ponts thermiques intégrés. Ces données thermiques pourront être utilisées uniquement pour évaluer la performance thermique des parois hétérogènes existantes. La performance thermique des nouveaux composants devra être déterminée conformément aux règles Th-U en vigueur.



Composant	Type	Epaisseur d'isolant	Catégorie de gros œuvre	R m <sup>2</sup> .K/W	
				Isolant de conductivité thermique ≤ 0,04 W/(m.K)	Autres isolants
<b>ITE</b> Système d'isolation par thermique par l'extérieur pour mur, plancher ou rampants	Isolant entre ossature bois	5 cm	Catégorie B	1,10	0,75
			<b>CATÉGORIE A</b>	<b>1,30</b>	<b>0,90</b>
		10 cm	Catégorie B	2,25	1,60
			<b>CATÉGORIE A</b>	<b>2,65</b>	<b>1,85</b>
		20 cm	Catégorie B	4,75	3,30
			<b>CATÉGORIE A</b>	<b>5,40</b>	<b>3,80</b>
	Isolant entre ossature métallique	5 cm	Catégorie B	0,70	0,50
			<b>CATÉGORIE A</b>	<b>1,00</b>	<b>0,70</b>
		10 cm	Catégorie B	1,40	1,00
			<b>CATÉGORIE A</b>	<b>2,00</b>	<b>1,40</b>
		20 cm	Catégorie B	2,85	2,00
			<b>CATÉGORIE A</b>	<b>4,05</b>	<b>2,85</b>
Isolant fixé ponctuellement	5 cm	Catégorie B	1,10	0,75	
		<b>CATÉGORIE A</b>	<b>1,40</b>	<b>1,00</b>	
	10 cm	Catégorie B	2,20	1,50	
		<b>CATÉGORIE A</b>	<b>2,85</b>	<b>2,00</b>	
	20 cm	Catégorie B	4,40	3,05	
		<b>CATÉGORIE A</b>	<b>5,70</b>	<b>4,00</b>	
<b>ITI</b> Système d'isolation thermique par l'intérieur pour mur, plancher ou rampants	Isolant entre ossature bois	5 cm	Catégorie B	1,15	0,80
			<b>CATÉGORIE A</b>	<b>1,40</b>	<b>1,00</b>
		10 cm	Catégorie B	2,40	1,70
			<b>CATÉGORIE A</b>	<b>2,85</b>	<b>2,00</b>
		20 cm	Catégorie B	4,95	3,45
			<b>CATÉGORIE A</b>	<b>5,70</b>	<b>4,00</b>
	Isolant entre ossature métallique	5 cm	Catégorie B	0,95	0,65
			<b>CATÉGORIE A</b>	<b>1,30</b>	<b>0,90</b>
		10 cm	Catégorie B	1,90	1,30
			<b>CATÉGORIE A</b>	<b>2,60</b>	<b>1,80</b>
		20 cm	Catégorie B	3,80	2,65
			<b>CATÉGORIE A</b>	<b>5,15</b>	<b>3,60</b>
Isolant fixé ponctuellement	5 cm	Catégorie B	1,20	0,85	
		<b>CATÉGORIE A</b>	<b>1,40</b>	<b>1,00</b>	
	10 cm	Catégorie B	2,45	1,70	
		<b>CATÉGORIE A</b>	<b>2,85</b>	<b>2,00</b>	
	20 cm	Catégorie B	4,95	3,45	
		<b>CATÉGORIE A</b>	<b>5,70</b>	<b>4,00</b>	
Lame d'air non ventilée	Mur	1 à 10 cm	-	0,15	
	Plancher bas				
	Plancher haut				

▲ Tableau 3 – Résistance thermique R de parois de second œuvre hétérogènes

<b>GROS ŒUVRE CATÉGORIE A</b>	<b>R ≥ 1 M<sup>2</sup>.K/W</b>
Gros œuvre Catégorie B	R < 1 m <sup>2</sup> .K/W

**Coefficients de transmission surfacique  $U_w$  des fenêtres ou porte fenêtre vitrées**



## Fenêtre nue

Les coefficients  $U_w$  des fenêtres donnés dans le tableau ci-dessous tiennent compte des transmissions thermiques à travers les vitrages, les menuiseries et les ponts thermiques à la jonction entre les vitrages et les menuiseries.

Ces données thermiques pourront être utilisées uniquement pour évaluer la performance thermique des parois vitrées existantes. La performance thermique des nouveaux composants devra être déterminée conformément aux règles Th-U en vigueur.

Vitrage	Menuiserie		Surface totale de la fenêtre (menuiserie comprise)		
	Type	Dimension moyenne de la menuiserie en cm	$\geq 2 \text{ m}^2$	$2 \text{ m}^2 > \text{Surface} \geq 0,25 \text{ m}^2$	$< 0,25 \text{ m}^2$
Simple vitrage	Bois	5	5,4	5,0	4,6
		10	4,8	4,2	3,4
	PVC	5	5,5	5,2	4,7
		10	5,0	4,4	3,8
	Métal	5	5,7	5,5	5,3
		10	5,4	5,1	4,7
Double vitrage lame d'air $\leq 8 \text{ mm}$ sans couche basse émissivité	Bois	5	3,2	3,2	3,3
		10	3,0	2,9	2,9
	PVC	5	3,3	3,3	3,5
		10	3,2	3,2	3,3
	Métal	5	3,4	3,5	3,7
		10	3,7	3,9	4,4
Double vitrage $8 \text{ mm} < \text{Lame d'air} \leq 20 \text{ mm}$ (sans couche basse émissivité)	Bois	5	2,8	2,8	3,0
		10	2,7	2,7	2,8
	PVC	5	2,9	3,0	3,2
		10	2,8	2,9	3,1
	Métal	5	2,7	3,2	3,4
		10	3,0	3,7	4,2
Double vitrage $8 \text{ mm} < \text{Lame d'air ou}$ $\text{d'argon} \leq 20 \text{ mm}$ (avec couche basse émissivité)	Bois	5	1,6	1,9	2,2
		10	1,7	2,0	2,4
	PVC	5	1,7	2,0	2,4
		10	1,9	2,2	2,7
	Métal	5	1,9	2,2	2,7
		10	2,4	3,0	3,9
Triple vitrage	Bois	5	1,1	1,3	1,8
		10	1,2	1,6	2,2
	PVC	5	1,1	1,5	2,0
		10	1,4	1,8	2,5
	Métal	5	1,3	1,7	2,3
		10	1,9	2,7	3,7

Interpolation possible pour des dimensions de menuiserie intermédiaires.

▲ Tableau 4 – Coefficient  $U_w$  des fenêtres nues



## Fenêtre avec fermeture

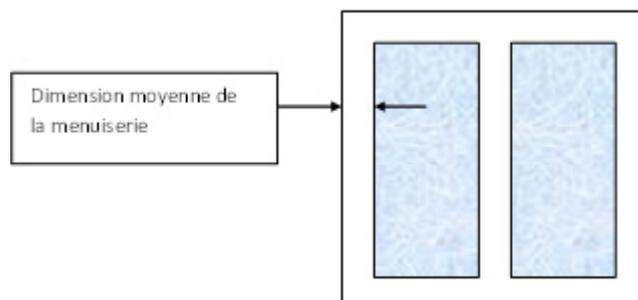
Les coefficients  $U_{jn}$  des fenêtres données dans le tableau ci-dessous tiennent compte des transmissions thermiques à travers les vitrages, les menuiseries, les ponts thermiques à la jonction entre les vitrages et les menuiseries, de la présence d'une fermeture extérieure (volet roulant, battant avec ou sans ajours). Il s'agit d'un équivalent  $U_{jn}$  en supposant que la fermeture est utilisée 50% du temps.

Ces données thermiques pourront être utilisées uniquement pour évaluer la performance thermique des parois vitrées existantes. La performance thermique des nouveaux composants devra être déterminée conformément aux règles Th-U en vigueur.

Vitrage	Menuiserie		Surface totale de la fenêtre (menuiserie comprise)		
	Type	Dimension moyenne de la menuiserie en cm	$\geq 2 \text{ m}^2$	$2 \text{ m}^2 > \text{Surface} \geq 0,25 \text{ m}^2$	$< 0,25 \text{ m}^2$
Simple vitrage	Bois	5	3,9	3,7	3,4
		10	3,6	3,2	2,7
	PVC	5	4,0	3,8	3,5
		10	3,7	3,3	2,9
	Métal	5	4,1	4,0	3,9
		10	3,9	3,8	3,5
Double vitrage lame d'air $\leq 8 \text{ mm}$ sans couche basse émissivité	Bois	5	2,5	2,5	2,6
		10	2,4	2,3	2,3
	PVC	5	2,6	2,6	2,7
		10	2,5	2,5	2,6
	Métal	5	2,7	2,7	2,9
		10	2,9	3,0	3,3
Double vitrage $8 \text{ mm} < \text{Lame d'air} \leq 20 \text{ mm}$ (sans couche basse émissivité)	Bois	5	2,3	2,3	2,4
		10	2,2	2,2	2,3
	PVC	5	2,3	2,4	2,5
		10	2,3	2,3	2,5
	Métal	5	2,2	2,5	2,7
		10	2,4	2,9	3,2
Double vitrage $8 \text{ mm} < \text{Lame d'air ou d'argon} \leq 20 \text{ mm}$ (avec couche basse émissivité)	Bois	5	1,4	1,6	1,8
		10	1,5	1,7	2,0
	PVC	5	1,5	1,7	2,0
		10	1,6	1,8	2,2
	Métal	5	1,6	1,8	2,2
		10	2,0	2,4	3,0
Triple vitrage	Bois	5	1,0	1,2	1,5
		10	1,1	1,4	1,8
	PVC	5	1,0	1,3	1,7
		10	1,2	1,5	2,1
	Métal	5	1,2	1,5	1,9
		10	1,6	2,2	2,9



Interpolation possible pour des dimensions de menuiserie intermédiaires.



▲ Tableau 5 – Coefficient  $U_{jn}$  des fenêtres avec fermetures

### Coefficients de transmission surfacique $U_w$ des portes

Ces données thermiques pourront être utilisées uniquement pour évaluer la performance thermique des parois hétérogènes existantes. La performance thermique des nouveaux composants devra être déterminée conformément aux règles Th-U en vigueur.

	Type		$U_w$
Porte en bois	Pleine		3,5
	Equipées de vitrage simple	Proportion de vitrage < 30 %	4,0
		Proportion de vitrage entre 30 et 60 %	4,5
	Equipées de vitrages doubles		3,3
Porte en métal	Pleine		5,8
	Equipées de vitrage simple		5,8
	Equipées de vitrages doubles	Proportion de vitrage < 30 %	5,5
		Proportion de vitrage entre 30 et 60 %	4,8

▲ Tableau 6 – Coefficient  $U_w$  des portes

Pour les portes comportant plus de 60% de partie vitrée, on utilisera les valeurs  $U_w$  de l'Annexe 7.

## **PARTENAIRES du Programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »**

- Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) ;
- Association des industries de produits de construction (AIMCC) ;
- Agence qualité construction (AQC) ;
- Confédération de l'artisanat et des petites entreprises du bâtiment (CAPEB) ;
- Confédération des organismes indépendants de prévention, de contrôle et d'inspection (COPREC Construction) ;
- Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) ;
- Électricité de France (EDF) ;
- Fédération des entreprises publiques locales (EPL) ;
- Fédération française du bâtiment (FFB) ;
- Fédération française des sociétés d'assurance (FFSA) ;
- Fédération des promoteurs immobiliers de France (FPI) ;
- Fédération des syndicats des métiers de la prestation intellectuelle du Conseil, de l'Ingénierie et du Numérique (Fédération CINOV) ;
- GDF SUEZ ;
- Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie ;
- Ministère de l'Égalité des Territoires et du Logement ;
- Plan Bâtiment Durable ;
- SYNTEC Ingénierie ;
- Union nationale des syndicats français d'architectes (UNSFA) ;
- Union nationale des économistes de la construction (UNTEC) ;
- Union sociale pour l'habitat (USH).

Les productions du Programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont le fruit d'un travail collectif des différents acteurs de la filière bâtiment en France.



# MÉTHODE D'APPRÉCIATION DES LOGICIELS D'ÉVALUATION ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS D'HABITATION

## BASE DE DONNÉES ÉQUIPEMENTS ET MATÉRIAUX

MARS 2014

Au cours de l'étude sur l'appréciation des logiciels d'évaluation énergétique des bâtiments d'habitation, menée dans le cadre du programme d'accompagnement des professionnels RAGE 2012, il est apparu que les valeurs de performance d'éléments du bâti ou d'équipements techniques des bases de données intrinsèques aux logiciels étudiés n'étaient pas forcément accessibles ou pouvaient être différentes d'un logiciel à l'autre pour une même dénomination. L'objectif de ce rapport est de proposer une première version d'une **base de données de composants et d'équipements dite de référence**, accessible à tout éditeur de logiciel, et dont les valeurs seront publiques.

Les systèmes CVC étudiés sont :

- Ventilation : naturelle par ouverture des fenêtres, naturelle par conduit, mécanique autoréglable et hygroréglable ;
- Chaudières à combustible liquide et solide : bois, fioul, gaz ;
- Pompes à chaleur : pour différentes sources froides (air, eau, sol) ;
- Appareils indépendants à combustible solide ;
- Chauffe-eau thermodynamiques ;
- Chauffe-eau solaires individuels ;
- Capteurs solaires thermique et panneaux photovoltaïques.

Les matériaux et composants du bâti sont :

- Matériaux : les matériaux les plus courants : terre cuite, parpaing, béton, pierre (granit, calcaire, pierre meulière), bois ;
- Isolant : synthétique, minéral, lame d'air ;
- Murs hétérogènes ;
- Baies vitrées : simple et double vitrage, menuiserie bois, aluminium, PVC ;
- Portes donnant sur l'extérieur : bois, métal, PVC.

Cette base de données a été élaborée par le CSTB. Elle est destinée aux éditeurs de logiciel d'évaluation de la performance énergétique des bâtiments d'habitation existants.



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS  
« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

Ce programme est une application du Grenelle Environnement. Il vise à revoir l'ensemble des règles de construction, afin de réaliser des économies d'énergie dans le bâtiment et de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

[www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr](http://www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr)

