Laboratoire national de métrologie et d'essais

Guide technique

Comment choisir **les équipements solaires thermiques** pour atteindre les objectifs de la Réglementation Thermique 2012

1 rue Gaston Boissier – 75724 Paris Cedex 15
Tél. : 01 40 43 37 00 – Fax : 01 40 43 37 37 – E-mail : info@lne.fr – www.lne.fr

SOMMAIRE

Préface 3

Introduction 4

Présentation générale de la Réglementation Thermique 2012 (RT 2012) 5

L'importance des certifications 11

Les équipements solaires thermiques 14

PREFACE

La problématique de la Réglementation Thermique 2012, dite RT 2012, est complexe !

Il s'agit en effet d'un sujet vaste, hétéroclite et exigeant.

- **Vaste :**
  Le texte de la RT 2012 compte près de 2 000 pages.

- **Hétéroclite :**
  Une multitude d'éléments entrent en considération : l'énergie solaire, l'isolation, la perméabilité à l'air, les coefficients… Tout ceci fait appel à de nombreuses données et grandeurs physiques de natures différentes.

- **Exigeant :**
  La RT 2012 va plus loin que la précédente, car elle prend en compte quasiment tous les aspects techniques, comme par exemple l'intégration du bâtiment dans son environnement.

Comment trouver un fil conducteur ?

Comment appréhender cette mini-révolution sans être expert ?

Comment réussir un projet avec autant de complexité ?

Quelles sont les points clés ?

Ce guide vous présente une méthodologie de sélection de matériaux, produits et équipements du bâtiment avec laquelle vous pourrez optimiser les résultats de vos futures études RT 2012.

INTRODUCTION

La réglementation thermique 2012 (RT 2012) définit les bases et les exigences pour la construction des bâtiments neufs selon leurs lieux géographiques et leurs usages.

Pour chaque bâtiment, une étude thermique doit attester du respect des objectifs exigés.

Cette étude nécessite l'utilisation de logiciels dédiés, et demande une analyse complète du bâtiment.

Dans la plupart des cas, c'est à un bureau d'études que revient ce travail du calcul réglementaire.

Ce guide vise à vous donner les informations essentielles pour mieux sélectionner les produits, matériaux de construction et équipements qui permettront d'atteindre plus facilement les objectifs de la RT 2012.

Il vous permettra de comprendre les principes de base de la performance énergétique, sous l'angle d'analyse de chacun des constituants « clés » de la RT 2012.

L'objectif est de permettre aux «non thermiciens» d'appréhender simplement les phénomènes thermiques qui peuvent paraître complexes.

Il mettra en avant l'importance du choix des produits dont les performances ont été testées et validées, permettant d'avoir alors des valeurs « certifiées ».

L'utilisation de telles valeurs peut faire la différence sur un projet.

La certification est donc un atout stratégique pour atteindre les objectifs de la RT 2012.

C'est un outil d'aide à la décision précieux.

Le LNE et ses filiales spécialisées dans le génie climatique sont ravis de pouvoir mettre à votre disposition un savoir faire utile et stratégique pour le futur.

Nous vous souhaitons une bonne lecture.

PRESENTATION GENERALE DE LA RT 2012

LES OBJECTIFS DE LA RT 2012

- Depuis 1974, les réglementations thermiques se sont succédées, avec comme objectif une diminution permanente de l'énergie consommée par le bâtiment.
- L'Article 4 de la loi du Grenelle de l'Environnement I (3 août 2009) prévoit la généralisation des bâtiments basse consommation et une évolution technologique et industrielle significative.
- La RT 2012 fixe un objectif principal de consommation moyenne de 50 kWhEP/m².an.
- La conception des bâtiments est mieux prise en compte que dans les précédentes réglementations.

L'application de la RT 2012 devrait permettre de réaliser des économies d'énergie de l'ordre de 150 milliards de kWh par an et de réduire les émissions de CO2 dans l'atmosphère de l'ordre de 13 à 35 millions de tonnes sur la période 2013-2020.

QUELS SONT LES BATIMENTS CONCERNES ?

Le décret n° 2010-1269 du 26 octobre 2010 fixe les exigences sur les caractéristiques thermiques et la performance énergétique des bâtiments neufs.

La Réglementation Thermique 2012 s'applique :

- le 28 octobre 2011 pour les logements (maisons individuelles, immeubles collectifs, foyers de jeunes travailleurs et cités universitaires) situés en zone ANRU ;
- le 28 octobre 2011 pour les bureaux, les bâtiments d'enseignement et les établissements d'accueil de la petite enfance ;
- Un an après la publication des arrêtés spécifiques qui devrait intervenir courant 2011 pour les autres bâtiments tertiaires ;
- le 1er janvier 2013, pour les bâtiments à usage d'habitation situés en dehors des périmètres de rénovation urbaine.

Afin d'être conforme à la RT 2012, un bâtiment neuf devra respecter **3 exigences globales** :

- L 'exigence **d'efficacité énergétique** du bâti $Bbio_{max}$;
- L'exigence maximale de **consommation d'énergie primaire** Cepmax ;
- L'exigence de **confort d'été** TIC (température intérieure de confort).

De manière simplifiée, le coefficient Cep correspond au besoin sur le rendement des équipements, et le coefficient TIC correspond à la température intérieure maximale atteinte au cours d'une période de forte chaleur.

Les coefficients BBio, Cep et TIC seront calculés grâce aux outils de calculs informatiques qui seront fournis par le CSTB et qui sont en cours d'élaboration.

$BBIO_{MAX}$: BESOIN BIOCLIMATIQUE MAXIMUM

Le coefficient Bbio correspond aux besoins énergétiques du bâtiment (chauffage, climatisation et éclairage). Il prend en compte les déperditions thermiques et tous les apports gratuits (chaleur humaine, soleil…).

C'est un indicateur qui :

- rend compte de la qualité de la conception et de l'isolation du bâtiment (indépendamment du système de chauffage) ;
- valorise la **conception bioclimatique** (accès à l'éclairage naturel, surfaces vitrées orientées au Sud…) et l'isolation performante.

NB : Le coefficient Bbio remplace le Ubat présent dans la RT 2005 qui ne prenait en compte que le niveau d'isolation du bâti.

Dans la RT 2012 : c'est une exigence d'efficacité énergétique du bâti.

Ce coefficient traduit la capacité du bâti à limiter ses besoins d'énergie

- Chauffage = lutter contre le froid
- Rafraîchissement = lutter contre le chaud
- Eclairage artificiel = limiter le besoin en électricité

$$Bbio = 2.(Bbio_{ch} + Bbio_{fr}) + 5.Bbio_{ecl}$$

en nombre de points, sans dimension.

CEPMAX : CONSOMMATION MAXIMALE D'ENERGIE PRIMAIRE

Le coefficient Cep correspond à la limite maximale (Cep Max) de consommation pour les 5 usages suivants :

- Chauffage
- Refroidissement
- Eau chaude sanitaire
- Eclairage
- Auxiliaire (ventilation, circulateur)

L'exigence maximale de consommation d'énergie primaire est de 50 kWhEP/m2.an en moyenne.

LES MODULATIONS DU CEPMAX :

- L'usage (catégorie de bâtiment) ;
- La zone climatique (exemple ci-contre pour le logement individuel, en kWh/m²/an) ;
- L'altitude ;
- La surface moyenne des logements ;
- Le bois et les réseaux de chaleur.

La consommation s'exprime en énergie primaire, c'est-à-dire en énergie consommée dans la nature pour produire l'énergie réellement consommée dans le bâtiment.

DES COEFFICIENTS DE CONVERSION EN ENERGIE PRIMAIRE SONT CONFIRMES

2,58 pour l'électricité (1kWh électrique = 2,58 kWh d'énergie primaire).

1 pour toutes les autres énergies (1 kWh hydrocarbure, bois… = 1 kWh d'énergie primaire).

On comprend ainsi l'intérêt d'avoir recours aux énergies innovantes et surtout d'utiliser des appareils à haute performance pour obtenir des rendements élevés.

TIC-TEMPERATURE INTERIEURE DE CONFORT : EXIGENCE DE CONFORT D'ETE

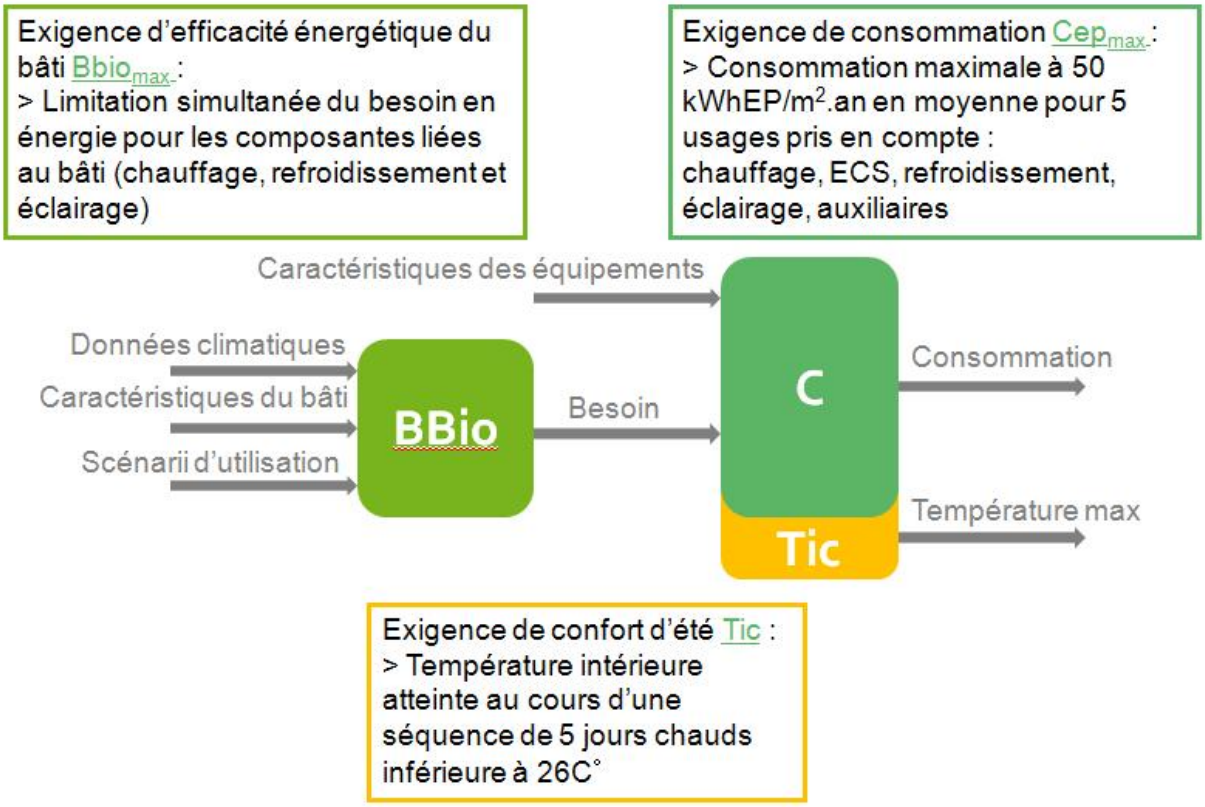
Il s'agit de la température intérieure maximale atteinte au cours d'une période de forte chaleur (exigence sur la température intérieure atteinte au cours d'une séquence de 5 jours chauds).

Le groupe de travail «Confort d'été RT 2012» s'est réuni pour la première fois le 23 février 2011. A ce jour, les règles de calculs restent inchangées, mais des modifications sont prévues avant le 1er janvier 2013.

LES FACTEURS INFLUENTS SUR LA TEMPERATURE INTERIEURE D'UNE MAISON EN ETE SONT :

- La présence de protections solaires
- La présence d'une ventilation nocturne
- L'inertie des planchers intermédiaires et hauts
- Un bon niveau d'isolation thermique de la toiture

SCHEMA RECAPITULATIF :



RECOURS AUX ENERGIES RENOUVELABLES (EN MAISON INDIVIDUELLE)

LE MAITRE D'OUVRAGE PEUT CHOISIR L'UNE DES SOLUTIONS SUIVANTES :

- Produire l'eau chaude sanitaire à partir d'un système de production d'eau chaude solaire thermique, doté de capteurs solaires disposant d'une certification minimale de 2 m², orientation sud-est et sud-ouest, inclinaison entre 20° et 60°.
- Être raccordé à un réseau de chaleur alimenté à plus de 50 % par une énergie renouvelable et de récupération.
- Démontrer que la consommation d'énergie Cep d'un bâtiment comprend à minima 5 kWh/m² d'énergie primaire produite à partir d'au moins une source d'énergie renouvelable.
- Recourir à une production d'eau chaude sanitaire assurée par un appareil électrique individuel de production d'eau chaude sanitaire thermodynamique.
- Recourir à une production de chauffage et/ou d'eau chaude sanitaire assurée par une chaudière à micro-cogénération à combustible liquide ou gazeux.

AUTRES POINTS A TRAITER :

Obligation de traitement de la perméabilité à l'air des logements

- Mesure systématique de la perméabilité à l'air réalisée par des opérateurs autorisés. La perméabilité mesurée est inférieure à 0.6 m3/h.m² ;
- Vérifier si le bâtiment a fait l'objet de l'application d'une démarche qualité agréée par le ministère en charge de la construction (annexe VII).

Accès à l'éclairage naturel

Pour les bâtiments ou parties de bâtiments à usage d'habitation, la surface totale des baies, mesurée en tableau, est supérieure ou égale à 1/6 de la surface habitable.

> ***Définition d'une baie***
>
> *Une baie est une ouverture ménagée dans une paroi extérieure servant à l'éclairage, le passage ou l'aération.*
> *Une paroi transparente ou translucide est considérée comme une baie.*

Comptage d'énergie – résidentiel

Cette information est délivrée dans le volume habitable, par type d'énergie, à minima selon la répartition suivante :

- Chauffage
- Refroidissement
- Production d'eau chaude sanitaire
- Réseau prises électriques
- Autres

Cette répartition peut être basée soit sur des données mesurées, soit sur des données estimées.

L'IMPORTANCE DES CERTIFICATIONS

Nous avons vu que l'importance des rendements des appareils et la performance de ces derniers est capitale.

La méthode de calcul Th BCE 2012 s'appuie sur deux types de données pour vérifier la conformité du bâtiment aux 3 exigences de résultats de la RT 2012 :

- d'une part, des données opposables et vérifiables au moment de la construction : surface, type et caractéristiques des équipements, orientation… ,
- d'autre part, pour les données ne pouvant pas être définies à l'avance, des scénarios conventionnels (présence des occupants, conditions météorologiques…).

Le moteur de calcul élaboré par le CSTB à partir de la méthode Th BCE 2012 est intégré aux logiciels de calculs thermiques développés par des éditeurs. Ces logiciels d'application, qui permettent de vérifier la conformité des projets aux exigences réglementaires, seront évalués avant le 1er janvier 2013. Les résultats seront rendus publics sur le site du ministère en charge de la construction.

QU'ENTEND-ON PAR «VALEURS CERTIFIEES» ?

Les industriels qui souhaitent valoriser la qualité et la performance de leur produits / équipements effectuent des démarches auprès d'organismes certificateurs afin d'obtenir des certifications telles que NF, ACERMI etc.

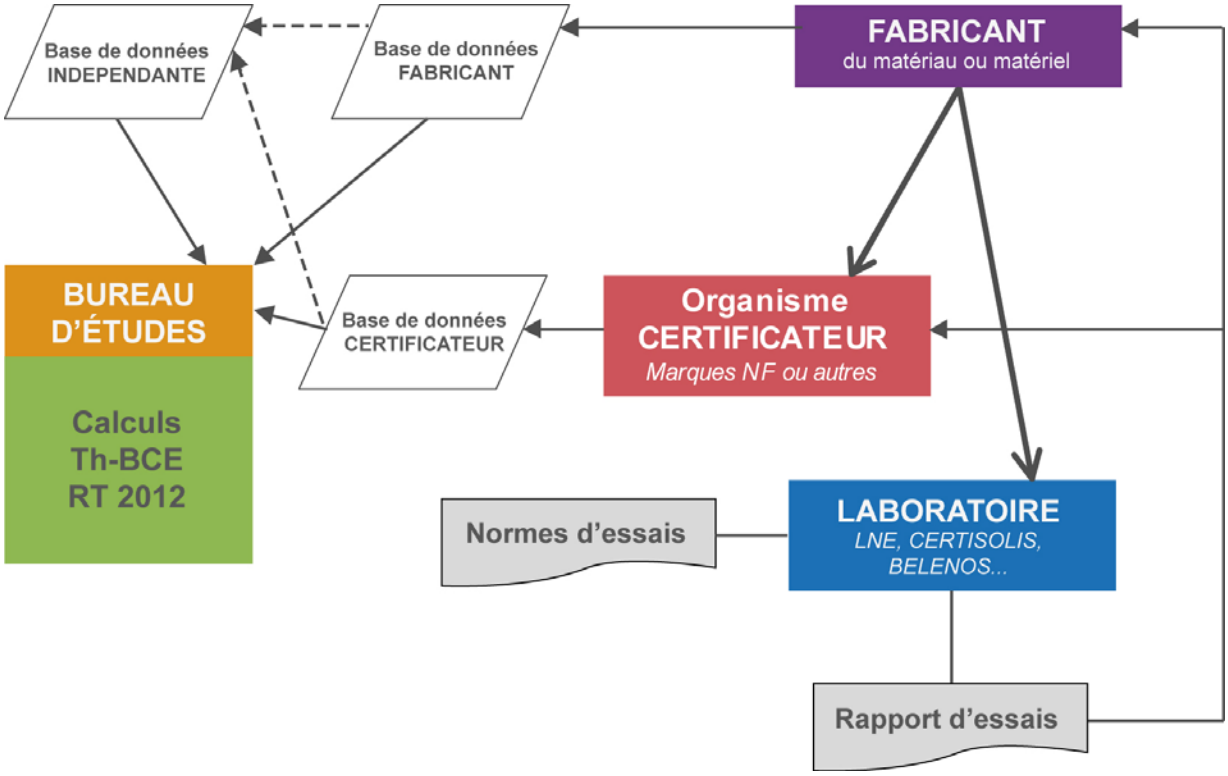
Une certification est une garantie de qualité qui indique q'un produit respecte en permanence les exigences d'un référentiel, ce qui est vérifié régulièrement par un organisme certificateur indépendant et impartial.

Dans le cas de la RT 2012 :

Les certificateurs de produits/équipements de construction communiquent les performances des appareils via les certificats. Ils prennent en compte les rapports d'essais réalisés dans les laboratoires qui ont testé les appareils.

Ces valeurs certifiées sont intégrées dans les logiciels de calcul utilisés par les bureaux d'études.

Ceci est résumé sur le schéma suivant :



1. Le fabricant s'adresse soit :
   - à l'organisme certificateur qui choisit un laboratoire,
   - directement au laboratoire qui informera l'organisme certificateur de la demande du fabricant.
2. Le laboratoire transmet ses résultats à l'organisme certificateur «et/ou» au fabricant.
3. Le fabricant peut communiquer par sa propre base de données ou via une base de données indépendante externe.
4. L'organisme certificateur publie les valeurs certifiées sur sa base de données (n'existe pas pour tous les produits).
5. Les bureaux d'études utilisent les données.

Nous allons maintenant entrer dans le détail de chaque concept clé permettant de réussir un projet qui atteindra les objectifs de la RT 2012, et allons voir en quoi les valeurs certifiées des éléments constitutifs du bâti (isolants, vitrages isolants, pompes à chaleur, systèmes photovoltaïques et solaires thermiques) sont fondamentales.

LES INSTALLATIONS SOLAIRES THERMIQUES

LA FONCTION DES INSTALLATIONS SOLAIRES THERMIQUES

Les installations solaires thermiques sont utilisées pour chauffer les locaux ou l'eau sanitaire, voire même pour rafraîchir les locaux (avec un système thermodynamique).

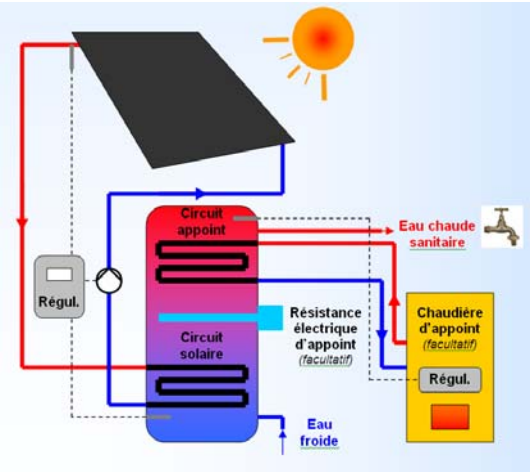
Pour la production d'eau chaude sanitaire à l'aide de l'énergie solaire, un choix peut être fait entre une installation sur mesure (généralement pour les immeubles d'habitations collectives) et une installation « préfabriquée » ou « en kit » (maison individuelle par exemple).

LES DEUX PRINCIPALES TECHNOLOGIES DE KITS POUR L'EAU CHAUDE SANITAIRE

- Le chauffe-eau solaire individuel (CESI) à circulation forcée : un fluide est chauffé à l'aide d'un capteur solaire. L'énergie solaire récupérée permet ainsi le chauffage de l'eau chaude sanitaire stockée dans un ballon.

- Le CESI à thermosiphon : l'eau chaude sanitaire est chauffée directement par le capteur solaire (l'eau passe dans le capteur) et l'eau chaude est stockée dans un ballon. Aucune pompe n'est nécessaire pour faire circuler l'eau dans le capteur solaire car ce système utilise le principe de la convection naturelle : l'eau réchauffée monte « naturellement » vers le ballon qui est plus froid (l'eau chaude est plus légère que l'eau froide).

CESI à circulation forcée



CESI à thermosiphon

LE PRINCIPAL CRITERE DE PERFORMANCE D'UN SYSTEME DE CHAUFFAGE SOLAIRE : LE TAUX DE COUVERTURE SOLAIRE (OU FRACTION SOLAIRE)

Ce taux représente la part de l'énergie solaire « gratuite » consommée par rapport à la quantité d'énergie annuelle nécessaire à l'usage.

Attention, ce n'est pas le taux de couverture le plus élevé qui doit être particulièrement recherché pour une installation solaire (en raison de possibles surchauffes des capteurs solaires en été par exemple si la surface de captage est trop importante).

Le taux de couverture doit répondre au cahier des charges de l'installation en assurant le niveau d'énergie gratuite solaire attendue.

Dans le cadre de la sélection de matériels solaires, il est à utiliser comme un comparateur entre 2 installations de dimensions identiques mais intégrant des composants différents, objets de la sélection (capteurs solaires, ballons de stockage).

Ce critère est valable quel que soit le type d'installations de chauffage solaire : eau chaude sanitaire, chauffage de locaux…

Il dépend des conditions d'installation et d'utilisation particulières associées qui doivent être présentées (matériel mis en place, capteurs solaires, ballons de stockage, lieu, orientation et inclinaison des capteurs, consommation d'eau chaude, volume des locaux chauffés, températures intérieure et extérieure…).

Il ne peut être calculé qu'après avoir sélectionné les composants de l'installation solaire (capteurs, ballons, système de régulation).

Il est présenté dans les rapports de certification des chauffe-eaux solaires individuels vendus en kit.

Un paramètre équivalent peut également être présenté par des laboratoires ou des organismes de certification : c'est l'efficacité énergétique qui représente la part de l'énergie solaire annuelle « gratuite » consommée par rapport à la quantité d'énergie annuelle «payante» consommée (par équivalence au COP d'une pompe à chaleur).

VALEUR HABITUELLE DU TAUX DE COUVERTURE

Pour la France métropolitaine, le taux attendu et réalisable est souvent proche de 50 ou 60 %. Un appoint de chauffage est donc nécessaire pour couvrir l'ensemble des besoins énergétiques sur l'année.

QUELS CRITERES SONT A PRENDRE EN CONSIDERATION POUR LE CHOIX DES MATERIELS DANS LE CADRE DE LA RT 2012 ?

La performance thermique des matériels est caractérisée par des paramètres qui peuvent être contrôlés par des laboratoires et peuvent également être certifiés.

CAPTEURS

Trois paramètres de performance sont définis par des essais réalisés selon la norme NF EN 12975-2.

Le rendement «optique» doit être le plus élevé possible (η_0 > 0,75) : c'est la part du flux solaire récupérée par le capteur.

Les pertes thermiques doivent être très faibles (a_1 < 5 W/m².K).

Le facteur d'angle d'incidence doit être le plus élevé possible (K_θ > 0,85).

BALLONS DE STOCKAGE

Les paramètres sont déterminés par des essais réalisés selon la norme NF EN 12977-3 (équivalence possible avec d'autres normes).

Les pertes thermiques U_S doivent rester faibles (< 20 W/m^3.K soit par exemple 6 W/K pour un ballon de 300 litres).

La fraction auxiliaire f_{aux} qui équivaut à la part du volume du ballon utile pour le chauffage d'appoint. Elle doit permettre d'assurer un volume de quantité d'eau chaude nécessaire aux besoins en l'absence de soleil.

CESI

Les paramètres sont déterminés par des essais réalisés selon la norme NF EN 12976-2.

Entre deux modèles de CESI testés, ayant les <u>mêmes surfaces de capteurs</u> et les <u>mêmes volumes de ballon</u>, le meilleur produit sera celui qui aura le plus grand A^*_C et les plus faibles U^*_C et U_S avec :

- A^*_C : surface effective de captage solaire ; c'est la surface de captage équivalente à la surface réelle des capteurs sans aucune perte.
- U^*_C : pertes thermiques effectives du circuit de captage
- U_S : pertes thermiques du ballon de stockage

Attention, si la surface réelle des capteurs ou le volume du ballon sont différents entre deux CESI, la valeur principale à observer est la quantité d'énergie solaire récupérée et présentée dans les certificats NF-CESI ou SOLAR-KEYMARK. En effet, le dimensionnement des composants entre alors en jeu ainsi que le lieu de l'installation du chauffe-eau ou encore son mode d'utilisation.

Pour une même consommation d'eau chaude sanitaire, le meilleur CESI est celui qui aura la plus haute valeur d'énergie solaire récupérée (en MJ/an ou en KWh/an). Les certificats indiquent les consommations d'eau journalières pour des lieux géographiques de référence afin de pouvoir comparer des produits de dimensionnement différent.

Dernier point : la consommation électrique de la pompe (si elle est présente sur le produit) doit être notée car des écarts significatifs de consommation d'énergie peuvent exister entre deux appareils.

QUELLE MARQUE DE QUALITE PERMET DE RECONNAITRE ET SELECTIONNER DES PRODUITS SOLAIRES ?

Les chauffe-eau utilisés pour l'habitat individuel peuvent faire l'objet d'essais en laboratoire, notamment pour être certifiés et être marqués NF-CESI ou SOLAR KEYMARK.

Les systèmes plus compliqués de chauffage des locaux ou de l'eau sanitaire, (par exemple les systèmes solaires combinés : SSC), mis en place dans l'habitat collectif ou les immeubles de bureaux ne sont pas certifiés mais les capteurs solaires composant ces installations peuvent l'être avec les marques CSTBat ou SOLAR KEYMARK.

Les ballons de stockage de l'eau chaude sanitaire peuvent aussi faire l'objet d'essais, notamment pour déterminer leur perte thermique.

La marque NF-CESI : elle existe depuis mai 2010 et concerne les chauffe-eau à circulation forcée préfabriqués en usine conformément aux normes EN 12976 et ISO 9459-5.

La SOLAR-KEYMARK : elle a été développée par ESTIF (European Solar Thermal Industry Federation) et le CEN. La certification Solar-Keymark des capteurs solaires s'appuie sur la norme EN 12975 et celle des CESI « préfabriqués en usine » sur les normes EN 12976 et ISO 9459-5.

En France, le marquage des produits est géré par CERTITA *(ATITA, CETIAT, LNE, CSTB)* sur la base d'essais réalisés dans des laboratoires accrédités, comme par exemple le centre d'essais et de recherche BELENOS à Nîmes.

QUELLE EST L'AVANTAGE D'UN PRODUIT CERTIFIE DANS LE CADRE DE LA RT 2012 ?

Choisir un chauffe-eau certifié ou des capteurs solaires certifiés permet l'obtention d'un gain sur le Cep.

En effet, pour des capteurs non-certifiés, la RT 2012 impose l'utilisation d'un rendement prédéfini à 60 %, ce qui est une valeur plutôt faible pour l'ensemble des produits actuellement sur le marché. De même, les pertes thermiques imposées pour des capteurs non-certifiés sont pénalisantes.

Valeurs RT 2012 *à utiliser sans certification*	Capteur non-vitré	Capteur vitré	Capteur tubulaire
Rendement optique η_0	0,6	0,6	0,6
Pertes a_1 *(W/m².K)*	20	6	3
Pertes a_2 *(W/m².K²)*	0	0	0
Pertes ballon U_s *(W/K)*	$0{,}16\ V_{tot}^{0,5}$ *(avec V_{tot} = volume total du ballon)*		

Exemple de valeurs constatées pour un capteur plan vitré courant du marché

Valeurs certifiées à utiliser	Capteur vitré
Rendement optique η_0	0,77
Pertes a_1 *(W/m².K)*	3,2
Pertes a_2 *(W/m².K²)*	0,01

QUELLES SONT LES PRECAUTIONS PRINCIPALES A PRENDRE EN COMPTE POUR UNE INSTALLATION SOLAIRE DE QUALITE ?

Une fois les produits sélectionnés, leur mode d'installation sera influent sur les résultats du Cep de la RT 2012.

Les capteurs solaires doivent être installés de préférence avec une orientation plein sud et avec un angle d'inclinaison adapté à l'usage et dépendant du lieu d'installation.

Dans les régions très froides en hiver, les capteurs doivent être intégrés de préférence au bâti (dans la toiture par exemple) afin de limiter les pertes thermiques.

Les tuyauteries existantes entre les capteurs solaires, les ballons de stockage et les points de consommation (robinets) doivent être les plus courtes possibles.

LES 3 PRINCIPALES NORMES D'ESSAIS DES PRODUITS SOLAIRES THERMIQUES

Les réglementations évoluent régulièrement et de nouveaux matériaux, produits ou équipements arrivent constamment sur le marché. Nos experts suivent de près cette actualité et ce guide sera donc régulièrement mis à jour. Chaque nouvelle édition sera placée sur notre site internet, dans la partie «Documents à télécharger». Vous pouvez également en faire la demande à : construction@lne.fr.