



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

www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr

RECOMMANDATIONS PROFESSIONNELLES

**CHAUFFE-EAU
THERMODYNAMIQUES
EN HABITAT INDIVIDUEL**

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT

JUIN 2015

RENOVATION

ÉDITO

Le 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

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

1 - Domaine d'application	7
2 - Références	8
2.1. • Références réglementaires.....	8
2.2. • Références normatives.....	9
2.3. • Autres documents.....	11
3 - Description des systèmes	12
3.1. • Chauffe-eau thermodynamiques sur air extérieur.....	13
3.1.1. • Monoblocs raccordés vers l'extérieur.....	13
3.1.2. • En éléments séparés (bi-bloc).....	14
3.2. • Chauffe-eau thermodynamiques sur air ambiant.....	15
3.2.1. • Avec prise et rejet d'air dans l'ambiance.....	15
3.2.2. • Avec prise et rejet d'air raccordés vers un local non chauffé.....	16
3.2.3. • Avec rejet d'air raccordé vers l'extérieur.....	17
3.3. • Chauffe-eau thermodynamiques sur air extrait.....	19
4 - Diagnostic de l'installation existante	21
4.1. • Installation électrique.....	21
4.2. • Accessibilité du local d'implantation.....	21
4.3. • Fiche de diagnostic.....	22
5 - Sélection du chauffe-eau thermodynamique	25
5.1. • Exigences à satisfaire.....	25
5.1.1. • Légionelles et autres micro-organismes pathogènes.....	26
5.1.2. • Risques de brûlures.....	26
5.1.3. • Risques de contamination.....	27
5.1.4. • Spécifications acoustiques.....	27
5.2. • Caractéristiques thermiques.....	28
5.2.1. • Plage de fonctionnement.....	28
5.2.2. • Volume d'eau chaude mitigée (V40td).....	28
5.2.3. • Appoint.....	28
5.2.4. • Modes de régulation.....	29
5.2.5. • Asservissement temporel.....	30
5.2.6. • Température de consigne.....	30
5.3. • Caractéristiques acoustiques.....	31
5.4. • Performances calorifiques.....	31
5.4.1. • Coefficient de performance.....	32
5.4.2. • Durée de mise en température.....	32
5.4.3. • Puissance absorbée en régime stabilisé.....	32
5.4.4. • Facteurs d'influence.....	32
6 - Dimensionnement du chauffe-eau thermodynamique	34

7 - Implantation du chauffe-eau thermodynamique.....	37
7.1. • Local d'implantation	38
7.2. • Contraintes mécaniques et aplomb du support.....	39
7.3. • Valorisation d'énergie renouvelable.....	40
7.4. • Contraintes acoustiques.....	40
7.5. • Limitation des longueurs de conduits aérauliques et frigorifiques.....	41
7.6. • Proximité des points de puisage d'ECS	42
7.7. • Plage de température et qualité de l'air aspiré.....	42
8 - Raccordement électrique	44
9 - Raccordement hydraulique	46
9.1. • Groupe de sécurité.....	46
9.2. • Raccords isolants diélectriques	46
9.3. • Autres composants	46
9.4. • Échangeur hydraulique d'appoint	47
10 - Raccordement aéraulique.....	48
10.1. • Prise et rejet d'air.....	48
10.2. • Entrée d'air de compensation du local.....	49
10.3. • Calorifuge des conduits aérauliques	49
10.4. • Étanchéité à l'air des conduits aérauliques.....	50
10.5. • Pertes de charge des conduits aérauliques.....	50
10.6. • Spécificités des chauffe-eau thermodynamiques sur air extrait.....	51
11 - Raccordement frigorifique.....	53
12 - Annexe	55
ANNEXE 1 : MÉTHODE DE DIMENSIONNEMENT DES CHAUFFE-EAU THERMODYNAMIQUES LCIE	56



Domaine d'application

1



Ces Recommandations professionnelles concernent la conception et le dimensionnement des installations de chauffe-eau thermodynamiques destinées à la production d'eau chaude sanitaire en habitat individuel existant.

Elles s'appliquent aux installations équipées de chauffe-eau thermodynamiques aérothermiques des trois catégories suivantes :

- sur air extérieur (monobloc ou en éléments séparés) ;
- sur air ambiant (avec prise et rejet d'air dans l'ambiance, raccordés vers un autre local ou avec rejet raccordé vers l'extérieur) ;
- sur air extrait (avec ventilateur intégré).

Les chauffe-eau thermodynamiques raccordés sur le retour d'émetteurs basse température ou sur puits géothermique ne sont pas traités dans ces Recommandations professionnelles.

Ces Recommandations ne visent pas les installations associant un chauffe-eau thermodynamique sur air extrait avec un appareil à circuit de combustion non étanche, de type poêle à bois ou insert, placé dans l'ambiance chauffée.

Ces Recommandations s'appliquent à l'habitat existant, situé en France métropolitaine, dans toutes les zones climatiques. Le domaine d'application ne couvre pas les départements de la Guadeloupe, de la Martinique, de la Guyane et de La Réunion.

Commentaire

Ces Recommandations professionnelles n'ont pas vocation à se substituer aux documentations techniques des fabricants de chauffe-eau thermodynamiques.



2

Références



2.1. • *Références réglementaires*

- Circulaire du 9 août 1978 modifiée relative à la révision du Règlement Sanitaire Départemental Type (RSDT).
- Arrêté du 23 juin 1978 modifié relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation et de bureaux ou recevant du public.
- Circulaire du 2 juillet 1985 modifiée relative au traitement thermique des eaux destinées à la consommation humaine (article 16-9 du RSDT).
- Circulaire du 7 mai 1990 modifiée relative aux produits et procédés de traitement des eaux destinées à la consommation humaine.
- Arrêté du 29 mai 1997 modifié relatif aux matériaux et objets utilisés dans les installations fixes de production, de traitement et de distribution d'eau destinée à la consommation humaine.
- Arrêtés du 30 juin 1999 relatifs aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation et aux modalités d'application de la réglementation acoustique.
- Circulaire DGS n°2002-273 du 2 mai 2002 relative à la diffusion du rapport du conseil supérieur d'hygiène publique de France relatif à la gestion du risque lié aux légionelles.
- Arrêté du 30 novembre 2005 modifiant l'arrêté du 23 juin 1978 relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation, de bureaux ou locaux recevant du public.
- Arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et/ou à la performance énergétique des bâtiments existants.



- Arrêté du 7 mai 2007 relatif au contrôle d'étanchéité des éléments assurant le confinement des fluides frigorigènes utilisés dans les équipements frigorifiques et climatiques.
- Décret et arrêté du 24 décembre 2007 relatifs aux niveaux de qualité et aux prescriptions techniques en matière de qualité des réseaux publics de distribution et de transport d'électricité.
- Arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R1321-2, R1321-3, R1321-7 et R1321-38 du Code de la santé publique.
- Arrêté du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments.
- Articles R543-75 à R543-123 du Code de l'environnement relatifs aux interventions sur les installations contenant du fluide frigorigène.
- Articles R543-75 à R543-123 du Code de l'environnement relatifs aux conditions de mise sur le marché d'utilisation et de récupération des fluides frigorigènes utilisés dans les équipements frigorifiques et climatiques.
- Article R1334-33 du Code de la Santé publique relatif à la valeur d'émergence globale en période diurne et en période nocturne.
- Articles L1321-1 à L1321-8 et R1321-1 à R1321-63 du Code de la Santé publique sur la sécurité sanitaire des eaux potables.

2.2. • *Références normatives*

- NF C 15-100, Conception, réalisation, vérification et entretien des installations électriques alimentées sous une tension au plus égale à 1000 volts (valeur efficace) en courant alternatif et à 1500 volts en courant continu.
- NF DTU 45.2 P1-2, Travaux d'isolation – Isolation thermique des circuits, appareils et accessoires de – 80°C à + 650°C – Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux.
- NF DTU 45.2 P2, Travaux d'isolation – Isolation thermique des circuits, appareils et accessoires de – 80°C à + 650°C – Partie 2 : Cahier des Clauses Spéciales.
- NF DTU 60.1, Travaux de bâtiment – Plomberie sanitaire pour bâtiments.
- NF DTU 60.5 P1-1, Canalisations en cuivre – Distribution d'eau froide et chaude sanitaire, évacuation d'eaux usées, d'eaux



- pluviales – Installations de génie climatique – Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques.
- NF DTU 60.5 P1-2, Canalisations en cuivre – Distribution d'eau froide et chaude sanitaire, évacuation d'eaux usées, d'eaux pluviales – Installations de génie climatique – Partie 1-2 : Critères de choix des matériaux.
 - NF DTU 60.11, Règles de calcul des installations de plomberie sanitaire et des installations d'évacuation des eaux pluviales.
 - DTU 65.10, Canalisations d'eau chaude ou froide sous pression et canalisations d'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales à l'intérieur des bâtiments – Règles générales de mise en œuvre.
 - NF DTU 68.3 P1-1-1, Installation de ventilation mécanique – Partie 1-1-1 : Règles de calcul, dimensionnement et mise en œuvre – Cahier des clauses techniques types.
 - NF DTU 68.3 P1-1-2, Installation de ventilation mécanique – Partie 1-1-2 : Ventilation mécanique contrôlée autoréglable – Règles de calcul, dimensionnement et mise en œuvre – Cahier des clauses techniques type.
 - NF EN 378-1, Exigence de sécurité et d'environnement – Partie 1 : Exigences de base, définitions, classification et critère de choix.
 - NF EN 806-5 – Spécifications techniques relatives aux installations d'eau destinées à la consommation humaine à l'intérieur des bâtiments – Partie 5 : exploitation et maintenance.
 - NF EN 1487, Robinetterie de bâtiment – Groupes de sécurité – Essais et prescription.
 - NF EN 1717, Protection contre la pollution de l'eau dans les réseaux intérieurs et exigences générales des dispositifs de protection contre la pollution par retour.
 - NF EN 15161, Équipement de traitement d'eau à l'intérieur des bâtiments – Mise en œuvre, fonctionnement, entretien et réparation.
 - NF EN ISO 15874, Systèmes de canalisations en plastique pour les installations d'eau chaude et froide – Polypropylène (PP).
 - NF EN ISO 15875, Systèmes de canalisations en plastique pour les installations d'eau chaude et froide – Polyéthylène réticulé (PE-X).
 - NF EN ISO 15876, Systèmes de canalisations en plastique pour les installations d'eau chaude et froide – Polybutène (PB).
 - NF EN 16147, Pompes à chaleur avec compresseur entraîné par moteur électrique – Essais et exigences pour le marquage des appareils pour eau chaude sanitaire.

- NF EN ISO 21003, Systèmes de canalisations multicouches pour installations d'eau chaude et froide à l'intérieur des bâtiments.
- NF EN 60335-2-40, Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 2-40 : Règles particulières pour les pompes à chaleur électriques, les climatiseurs et les déshumidificateurs.
- NF EN 61000-3-3, Compatibilité électromagnétique – Partie 3 : Limites – Section 3 : Limitation de fluctuations de tension et du flicker dans les réseaux basse tension pour les équipements ayant un courant appelé inférieur ou égale à 16 A.
- NF X 08-100, Tuyauteries rigides – Identification des fluides par couleurs conventionnelles.

2.3. • *Autres documents*

- Cahier de charges des chauffe-eau thermodynamiques autonomes NF Électricité Performance LCIE 103-15/B éligibles aux Labels Promotelec.
- Cahier des charges EDF Bleu Ciel – Référentiel technique 2014 : travaux habitat.
- Guide Chauffe-eau thermodynamiques indépendants en résidentiels individuel et collectif – AFPAC – 2013.
- Recommandation AICVF 02-2004 – Eau Chaude Sanitaire – COSTIC – Edition AICVF – 2004.
- Cahier de notes savoir-faire – Distribution d'eau sanitaire dans les bâtiments – GDF – COSTIC – Avril 2005.
- Comment concevoir une protection satisfaisante des bâtiments vis-à-vis des bruits extérieurs – CSTB – Cahier n°1855 – Juin 1983.
- Instruction technique pour la réalisation et l'installation des dispositifs de traitement thermique de l'eau potable – Cahier du CSTB n°1815 – Décembre 1982.
- Cahier des Prescriptions Techniques communes relatives aux systèmes de ventilation hygroréglable – Cahier du CSTB n°3615 – Janvier 2009.
- Référentiel de certification Ventilation mécanique contrôlée – N° d'application : NF 205.
- Référentiel de certification Entrées d'air autoréglables – N° d'application : NF 173.
- Bruit des équipements – Collection des guides de l'AICVF n°11 – 1997.



3

Description des systèmes



Un chauffe-eau thermodynamique individuel est un système autonome permettant d'assurer la production de l'eau chaude sanitaire (ECS) en habitat individuel.

Il est composé d'une pompe à chaleur couplée à un réservoir de stockage. Une résistance électrique est fréquemment intégrée. Un échangeur à eau raccordé à un générateur peut également assurer l'appoint d'énergie thermique.

Ces appareils prélèvent l'énergie contenue dans une source froide par l'intermédiaire d'un évaporateur et la restituent à l'eau sanitaire au moyen d'un condenseur. Un fluide frigorigène assure le transfert de chaleur par changement de phase.

On dénombre différentes technologies de chauffe-eau thermodynamiques :

- les chauffe-eau thermodynamiques sur air extérieur monoblocs ou en éléments séparés ;
- les chauffe-eau thermodynamiques sur air ambiant raccordés sur conduits ou non ;
- les chauffe-eau thermodynamiques sur air extrait.

Cette partie présente les principes et les points de vigilance spécifiques des différentes configurations d'installations.



3.1. • *Chauffe-eau thermodynamiques sur air extérieur*

Un chauffe-eau thermodynamique sur air extérieur puise l'énergie contenue dans l'air extérieur pour la restituer à l'eau sanitaire.

Pour cette configuration d'installation, l'appareil doit pouvoir fonctionner en mode « Thermodynamique » a minima jusqu'à une température d'air de -5°C et ainsi disposer d'un dispositif de dégivrage de l'évaporateur.

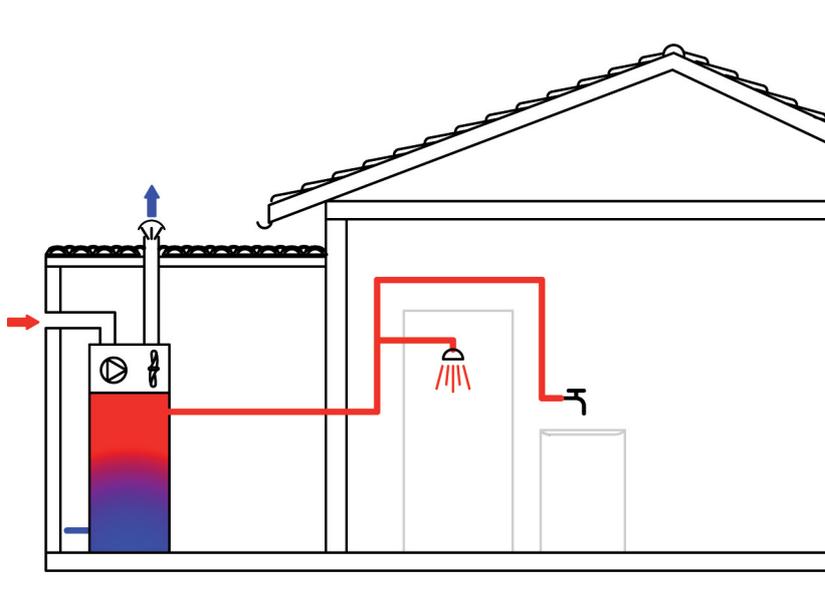
On distingue deux technologies de chauffe-eau thermodynamiques sur air extérieur :

- les chauffe-eau thermodynamiques sur air extérieur monoblocs raccordés vers l'extérieur ;
- les chauffe-eau thermodynamiques sur air extérieur en éléments séparés (bi-bloc).

3.1.1. • Monoblocs raccordés vers l'extérieur

Dans cette configuration, les orifices d'aspiration et de rejet d'air du chauffe-eau thermodynamique sont raccordés vers l'extérieur par des conduits aérauliques. Ils débouchent en façade ou en toiture (Figure 1).

Il existe également des solutions avec des conduits aérauliques concentriques pour l'aspiration et le rejet d'air (conduits « ventouses »).



▲ Figure 1 : Schéma de principe d'un chauffe-eau thermodynamique sur air extérieur monobloc

Dans cette typologie d'installation, les principaux points de vigilance à surveiller sont :

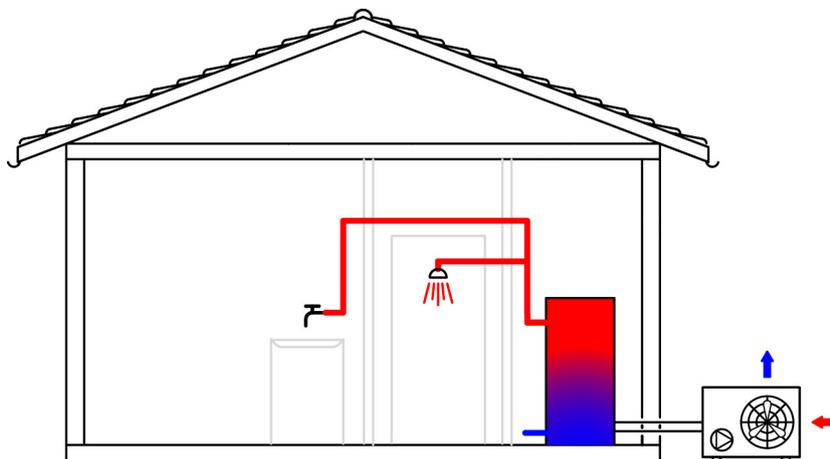


- la minimisation des longueurs du réseau aéraulique de raccordement et le respect des longueurs maximales spécifiées par le fabricant ;
- l'éloignement du chauffe-eau thermodynamique des pièces sensibles (chambres, salon) pour minimiser le risque de gênes acoustiques ;
- l'installation du chauffe-eau thermodynamique sur plots antivibratiles ou dalle antivibratile pour limiter la propagation des bruits solidiens dans l'habitation ;
- la mise en œuvre soignée au niveau des traversées de parois déperditives pour ne pas dégrader l'étanchéité à l'air de l'enveloppe.

3.1.2. • En éléments séparés (bi-bloc)

Dans cette configuration, la pompe à chaleur et le réservoir de stockage sont séparés. Excepté le condenseur, tous les éléments de la pompe à chaleur sont généralement intégrés dans l'unité extérieure. Il n'y a pas de conduit aéraulique à mettre en œuvre mais une liaison frigorifique pour raccorder les composants du chauffe-eau thermodynamique (Figure 2).

La puissance calorifique de la pompe à chaleur installée sur ces chauffe-eau thermodynamiques est généralement élevée. Ils s'adaptent à des situations avec des besoins d'ECS importants.



▲ Figure 2 : Schéma de principe d'un chauffe-eau thermodynamique sur air extérieur en éléments séparés

Dans cette typologie d'installation, les principaux points de vigilance à surveiller sont :

- la minimisation des longueurs de raccordement frigorifique et le respect des longueurs maximales spécifiées par le fabricant ;
- la minimisation du dénivelé entre les composants du chauffe-eau thermodynamique et a minima le respect de la différence de hauteur maximale spécifiée par le fabricant ;

- l'implantation judicieuse de l'unité extérieure du chauffe-eau thermodynamique pour minimiser le risque de gênes acoustiques ;
- la mise en œuvre soignée au niveau des traversées de parois déperditives pour ne pas dégrader l'étanchéité à l'air de l'enveloppe ;
- la mise en service de l'installation frigorifique par une entreprise disposant de l'attestation de capacité dont l'intervenant doit détenir l'attestation d'aptitude conformément à la réglementation en vigueur ;
- l'absence d'obstacles qui pourraient engendrer une recirculation d'air entre l'aspiration et le refoulement de la pompe à chaleur.

3.2. • *Chauffe-eau thermodynamiques sur air ambiant*

Un chauffe-eau thermodynamique sur air ambiant prélève l'énergie contenue dans l'air ambiant d'un local non chauffé pour la restituer à l'eau sanitaire.

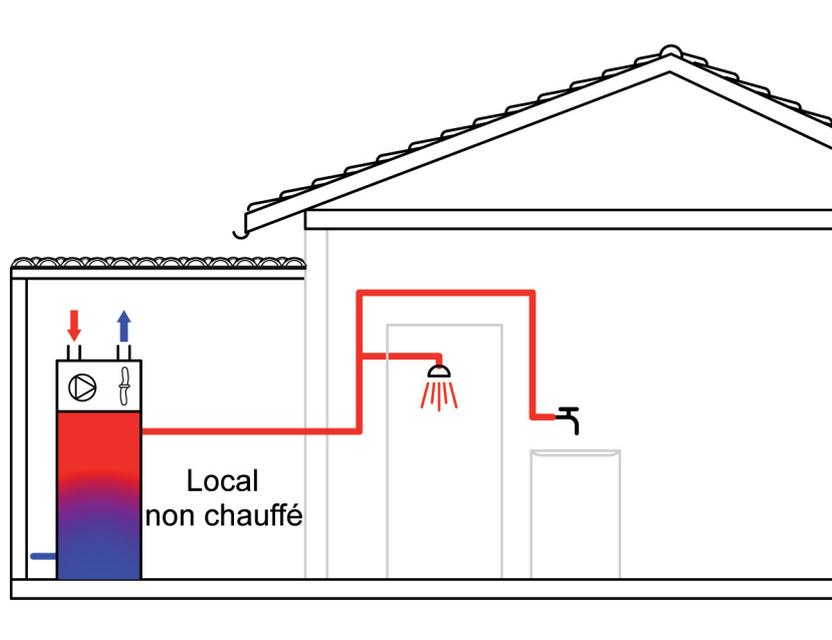
Dans cette configuration d'installation, une part de l'énergie prélevée par le chauffe-eau thermodynamique provient de l'ambiance chauffée. Cette part varie en fonction du volume, du renouvellement d'air et du niveau d'apport du local utilisé comme source froide.

On dénombre différentes variantes selon que le chauffe-eau thermodynamique soit installé ou non dans le local qui constitue la source froide.

3.2.1. • Avec prise et rejet d'air dans l'ambiance

Dans cette configuration, le chauffe-eau thermodynamique aspire et rejette l'air dans l'ambiance (Figure 3).

Le chauffe-eau thermodynamique refroidit et déshumidifie l'air de manière importante pendant son fonctionnement. Le local d'implantation doit être non chauffé et présenter une réserve d'énergie suffisante.



▲ Figure 3 : Schéma de principe d'un chauffe-eau thermodynamique sur air ambiant avec prise et rejet d'air dans l'ambiance

Dans cette typologie d'installation, les principaux points de vigilance à surveiller sont :

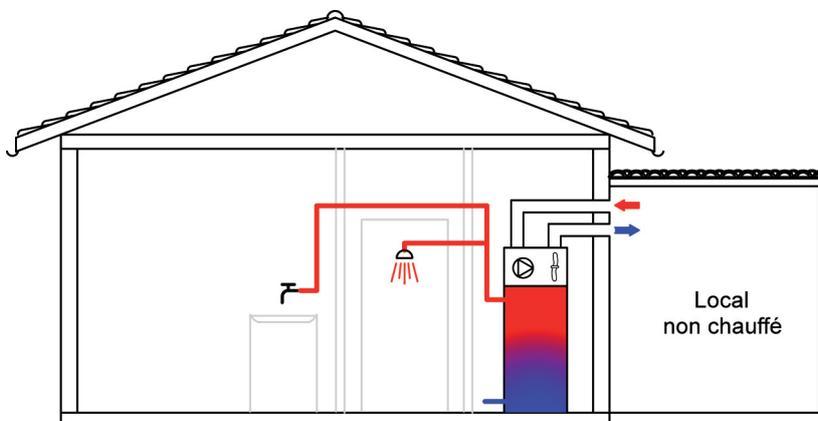
- l'adéquation du volume du local d'implantation, son renouvellement d'air et le niveau d'apports pour permettre une régénération suffisante d'énergie et d'humidité ;
- l'éloignement du chauffe-eau thermodynamique des pièces sensibles (chambres, salon) pour minimiser le risque de gênes acoustiques ;
- l'installation du chauffe-eau thermodynamique sur plots anti-vibratiles ou dalle antivibratile pour limiter la propagation des bruits solidiens dans l'habitation ;
- les distances de dégagement autour des orifices de prise et de rejet d'air pour minimiser le risque de recirculation (hauteur sous plafond, distance par rapport aux parois verticales) ;
- la mise en œuvre soignée au niveau des traversées de parois déperditives pour ne pas dégrader l'étanchéité à l'air de l'enveloppe ;
- l'isolation thermique suffisante de la paroi en contact avec le local non chauffé où est placé le chauffe-eau thermodynamique, afin de limiter les déperditions de l'ambiance chauffée.

3.2.2. • Avec prise et rejet d'air raccordés vers un local non chauffé

Dans cette configuration, les orifices d'aspiration et de refoulement du chauffe-eau thermodynamique sont chacun raccordé à un conduit aéraulique dont le débouché donne sur un local non chauffé constituant la source froide (Figure 4).



Le chauffe-eau thermodynamique refroidit et déshumidifie l'air de manière importante pendant son fonctionnement. Le local constituant la source froide doit être non chauffé et présenter une réserve d'énergie suffisante.



▲ Figure 4 : Schéma de principe d'un chauffe-eau thermodynamique sur air ambiant avec prise et rejet d'air raccordés vers un local non chauffé

Dans cette typologie d'installation, les principaux points de vigilance à surveiller sont :

- l'adéquation du volume du local d'implantation, son renouvellement d'air et le niveau d'apports pour permettre une régénération suffisante d'énergie et d'humidité ;
- la minimisation des longueurs de raccordement aéraulique et le respect des longueurs maximales spécifiées par le fabricant ;
- l'éloignement du chauffe-eau thermodynamique des pièces sensibles (chambres, salon) pour minimiser le risque de gênes acoustiques ;
- l'installation du chauffe-eau thermodynamique sur plots anti-vibratiles ou dalle antivibratile pour limiter la propagation des bruits solidiens dans l'habitation ;
- la mise en œuvre soignée au niveau des traversées de parois déperditives pour ne pas dégrader l'étanchéité à l'air de l'enveloppe ;
- l'isolation thermique suffisante de la paroi en contact avec le local non chauffé où est prélevé et rejeté l'air, afin de limiter les déperditions de l'ambiance chauffée.

3.2.3. • Avec rejet d'air raccordé vers l'extérieur

Dans cette configuration, le rejet est raccordé vers l'extérieur par un conduit aéraulique. La prise d'air est libre ou raccordée vers un environnement différent du lieu d'implantation de l'appareil (Figure 5).

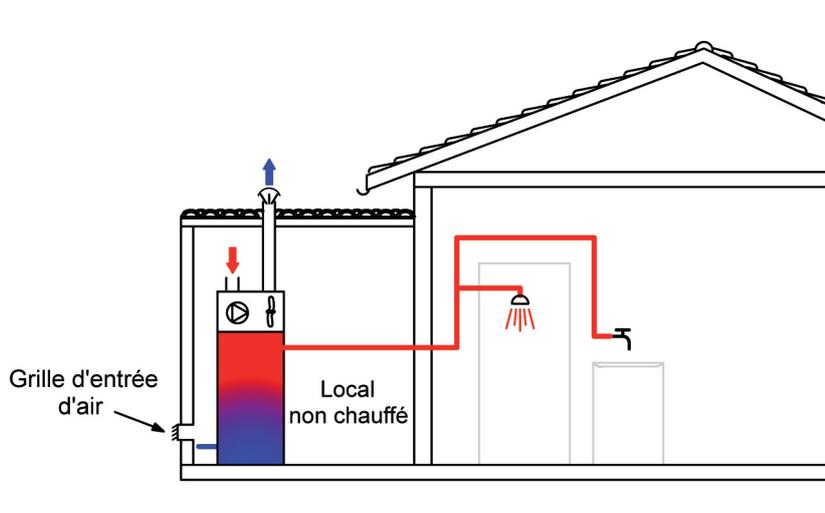
Le chauffe-eau thermodynamique refroidit et déshumidifie l'air de manière importante pendant son fonctionnement. Le local constituant la source froide doit être non chauffé.



La prise et le rejet d'air du chauffe-eau thermodynamique sont raccordés vers des environnements différents. Le chauffe-eau thermodynamique crée ainsi une extraction d'air pendant son fonctionnement qui doit être compensée par une entrée d'air spécifique pour ne pas perturber l'équilibre des pressions internes du bâtiment.

Une grille d'entrée d'air donnant sur l'extérieur est disposée en paroi du local où est prélevé l'air (Figure 5). Une alternative peut être d'opter pour un clapet de surpression qui assure le complément d'air extérieur sous l'effet de la dépression engendrée par le fonctionnement du chauffe-eau thermodynamique.

L'appareil puisant l'air extérieur par compensation, la température du local où est prélevé l'air peut être proche de la température extérieure.



▲ Figure 5 : Schéma de principe d'un chauffe-eau thermodynamique sur air ambiant raccordé uniquement sur le rejet

Dans cette typologie d'installation, les principaux points de vigilance à surveiller sont :

- la mise en place d'une entrée d'air de compensation pour éviter la mise en dépression du local pendant le fonctionnement du chauffe-eau thermodynamique ;
- la minimisation des longueurs de raccordement aéraulique et le respect des longueurs maximales spécifiées par le fabricant ;
- l'éloignement du chauffe-eau thermodynamique des pièces sensibles (chambres, salon) pour minimiser le risque de gênes acoustiques ;
- l'installation du chauffe-eau thermodynamique sur plots anti-vibratiles ou dalle antivibratile pour limiter la propagation des bruits solidiens dans l'habitation ;
- la mise en œuvre soignée au niveau des traversées de parois déperditives pour ne pas dégrader l'étanchéité à l'air de l'enveloppe ;

- l'isolation thermique suffisante de la paroi en contact avec le local non chauffé où est placé le chauffe-eau thermodynamique, afin de limiter les déperditions de l'ambiance chauffée ;
- la compatibilité de la limite basse de température de fonctionnement du chauffe-eau thermodynamique avec la température du local qui peut être notablement faible en hiver.

3.3. • *Chauffe-eau thermodynamiques sur air extrait*

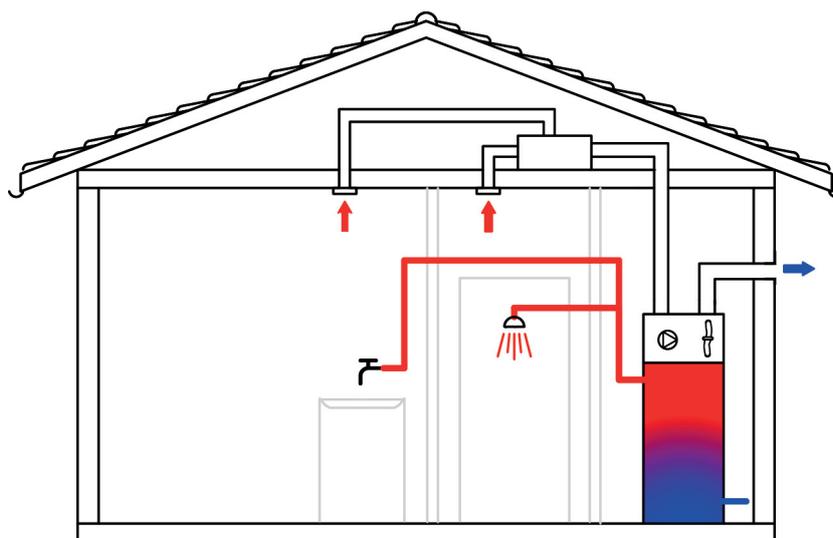
Un chauffe-eau thermodynamique sur air extrait est un système compact qui assure la double fonction de ventilation par extraction mécanique et de production d'eau chaude sanitaire d'un habitat individuel (Figure 6).

Cette technologie de chauffe-eau thermodynamique permet la valorisation de l'énergie contenue dans l'air vicié pour la production d'ECS.

Ces produits spécifiques permettent une ventilation permanente du logement et la production d'ECS à partir de débits d'air réduits. La pression maximale admissible au niveau du ventilateur est supérieure sur ces produits pour permettre leur raccordement sur un réseau aéraulique de ventilation.



Les chauffe-eau thermodynamiques sur air extrait sont des produits spécifiquement conçus pour cet usage.



▲ Figure 6 : Schéma de principe d'un chauffe-eau thermodynamique sur air extrait avec ventilateur intégré

Dans cette typologie d'installation, les principaux points de vigilance à surveiller sont :

- la concordance du débit d'air extrait du logement avec la plage de débit admissible pour le fonctionnement du chauffe-eau



thermodynamique afin d'éviter des surconsommations de chauffage engendrées par une surventilation des pièces ;

- une conception conforme au NF DTU 68.3 dans le cas d'une installation de ventilation autoréglable ou à l'avis technique dans le cas d'une installation hygroréglable ;
- la minimisation des longueurs de raccordement aéraulique et le respect des longueurs maximales spécifiées par le fabricant ;
- l'éloignement du chauffe-eau thermodynamique des pièces sensibles (chambres, salon) pour minimiser le risque de gênes acoustiques ;
- l'installation du chauffe-eau thermodynamique sur plots anti-vibratiles ou dalle antivibratile pour limiter la propagation des bruits solidiens dans l'habitation ;
- la mise en œuvre soignée au niveau des traversées de parois déperditives pour ne pas dégrader l'étanchéité à l'air de l'enveloppe.

Diagnostic de l'installation existante

4



Afin de tenir compte de l'installation existante et d'aider le professionnel dans le choix de la décision, un diagnostic permet de vérifier rapidement si la mise en place d'un chauffe-eau thermodynamique est possible ou non.

Les informations à relever doivent permettre :

- de définir le type de chauffe-eau thermodynamique et le local d'implantation le mieux adapté ;
- de réaliser son dimensionnement ;
- d'identifier les modifications éventuelles à réaliser sur l'installation.

4.1. • *Installation électrique*

Dès la phase de conception et de dimensionnement, une attention particulière doit être portée à la qualité de l'installation électrique existante. Les chauffe-eau thermodynamiques étant des appareils de technologie avancée, une alimentation électrique de qualité est nécessaire pour assurer le fonctionnement. Dans le cas d'une installation électrique vétuste, une mise en conformité doit être préconisée.

4.2. • *Accessibilité du local d'implantation*

Les chauffe-eau thermodynamiques sont des appareils lourds dont la manutention peut s'avérer difficile. Afin de garantir le bon déroulement de la future installation de l'appareil, l'accessibilité doit être vérifiée dès la phase de conception et de dimensionnement.



4.3. • Fiche de diagnostic

L'exemple de bordereau de relevé (Figure 7) peut être utilisé pour n'omettre aucun point lors du diagnostic. La liste de points n'est pas exhaustive et doit être adaptée à la typologie de chaque installation.

En parallèle du remplissage de ce document, il est conseillé de réaliser un grand nombre de photos lors du diagnostic de l'installation existante afin de regrouper le maximum d'informations.

Repère :	DIAGNOSTIC pour l'installation d'un chauffe-eau thermodynamique	Date :
Utilisateur		
Nom, prénom :		
Adresse :		
Profil de consommation : <input type="checkbox"/> Économe <input type="checkbox"/> Classique <input type="checkbox"/> Confort		
Informations générales		
Habitat	Maison : <input type="checkbox"/> Indépendante <input type="checkbox"/> Accolée <input type="checkbox"/> Autre : Nombre de pièces principales : Surface habitable [m ²] : État : <input type="checkbox"/> Neuve <input type="checkbox"/> Ancienne Niveau d'isolation : <input type="checkbox"/> Non isolée <input type="checkbox"/> Intermédiaire <input type="checkbox"/> RT 2005 Proximité du voisinage [m] :	
Chauffage	Type : <input type="checkbox"/> Appareil à combustion (<input type="checkbox"/> Étanche <input type="checkbox"/> Non-étanche) <input type="checkbox"/> Pompe à chaleur : <input type="checkbox"/> Autre : Énergie : <input type="checkbox"/> Électricité <input type="checkbox"/> Gaz <input type="checkbox"/> Fioul <input type="checkbox"/> Bois <input type="checkbox"/> Autre : Emplacement : <input type="checkbox"/> Volume chauffé <input type="checkbox"/> Hors volume chauffé Type d'émetteur : <input type="checkbox"/> Radiateur <input type="checkbox"/> Plancher chauffant <input type="checkbox"/> Autre :	
Ventilation	Type : <input type="checkbox"/> Naturelle <input type="checkbox"/> Mécanique (<input type="checkbox"/> Autoréglable <input type="checkbox"/> Hygroréglable <input type="checkbox"/> Double-flux) Longueur du réseau aéraulique [m] : État du réseau aéraulique : <input type="checkbox"/> Excellent <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Mauvais Isolation du réseau aéraulique : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Position du caisson de ventilation :	
Alimentation électrique	Fournisseur : Dispositifs : <input type="checkbox"/> Différentiel 30 mA <input type="checkbox"/> Contact HC/HP Tarification : <input type="checkbox"/> Simple <input type="checkbox"/> Heures creuses (période :) État général de l'installation électrique : <input type="checkbox"/> Excellent <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Mauvais	
Identification de l'installation d'ECS existante		
Production d'ECS	Production : <input type="checkbox"/> Instantanée <input type="checkbox"/> Accumulée <input type="checkbox"/> Semi-accumulée Générateur : <input type="checkbox"/> Chaudière <input type="checkbox"/> Ballon électrique <input type="checkbox"/> Pompe à chaleur <input type="checkbox"/> Autre : Volume du ballon [m ³] : Énergie : <input type="checkbox"/> Électricité <input type="checkbox"/> Gaz <input type="checkbox"/> Fioul <input type="checkbox"/> Bois <input type="checkbox"/> Motivation du remplacement :	



Repère :	DIAGNOSTIC pour l'installation d'un chauffe-eau thermodynamique		Date :
Local d'implantation	Implantation du générateur d'ECS existant : <input type="checkbox"/> Cellier <input type="checkbox"/> Garage <input type="checkbox"/> Sous-sol <input type="checkbox"/> Autre : Chauffé <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Prévoir une dalle pour la planéité / désolidarisation de l'installation : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Utilisation du local : <input type="checkbox"/> Bricolage <input type="checkbox"/> Menuiserie <input type="checkbox"/> Autre : Volume du local [m ³] : Hauteur sous plafond [m] : Éloignement des pièces de vie : Isolation thermique des parois en contact avec le volume chauffé : Espace disponible : H [m] : L [m] : I [m] : Accessibilité du local d'implantation : <input type="checkbox"/> Excellente <input type="checkbox"/> Moyenne <input type="checkbox"/> Faible Largeur de la plus petite porte permettant l'accès au local [cm] :		
Réseau hydraulique	État général de la distribution d'ECS : <input type="checkbox"/> Excellent <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Mauvais Éloignement du premier point de puisage [m] : Matériaux constitutifs du réseau ECS : <input type="checkbox"/> Cuivre <input type="checkbox"/> PE <input type="checkbox"/> Autre : Isolation du réseau ECS : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Présence d'un bouclage : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Présence d'un mitigeur en sortie de ballon : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Présence d'un compteur d'eau sur l'alimentation ECS : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Évacuation réseau d'eau usée : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non		
Électrique	Alimentation électrique existante : <input type="checkbox"/> Oui, sur une ligne électrique dédiée <input type="checkbox"/> Oui, sur une ligne alimentant un réseau de prise <input type="checkbox"/> Non Présence d'un dispositif de coupure : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Protection (Type : Calibre :)		
Relevés pour l'estimation des consommations d'ECS			
Nombre d'utilisateurs	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> Autre :		
Potentiel d'accueil (personnes supplémentaires)	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> Autre :		
Points de puisage alimentés en eau chaude	Cuisine	<input type="checkbox"/> Évier <input type="checkbox"/> Autre :	
	Salle de bain 1	<input type="checkbox"/> Lavabo (<input type="checkbox"/> 1, <input type="checkbox"/> 2) <input type="checkbox"/> Douche <input type="checkbox"/> Baignoire	
	Salle de bain 2	<input type="checkbox"/> Lavabo (<input type="checkbox"/> 1, <input type="checkbox"/> 2) <input type="checkbox"/> Douche <input type="checkbox"/> Baignoire	
	Autre	Appareils à forte consommation d'ECS : <input type="checkbox"/> Douche hydromassante <input type="checkbox"/> Jacuzzi	
	WC 1	<input type="checkbox"/> Lavabo	
	WC 2	<input type="checkbox"/> Lavabo	
	Cellier	<input type="checkbox"/> Évier <input type="checkbox"/> Autre :	
	Garage	<input type="checkbox"/> Évier <input type="checkbox"/> Autre :	
	Sous-sol	<input type="checkbox"/> Évier <input type="checkbox"/> Autre :	
Appareils électroménagers alimentés en eau chaude	<input type="checkbox"/> Lave-vaisselle <input type="checkbox"/> Lave-linge <input type="checkbox"/> Autre :		
Consommations réelles	Si l'installation ECS est pourvue d'un compteur dédié : [litres/an] Relevé des consommations d'eau de ville sur la période hivernale : Du au : [litres] Du au : [litres] Du au : [litres]		

Repère :	DIAGNOSTIC pour l'installation d'un chauffe-eau thermodynamique	Date :
Possibilité d'installer un chauffe-eau thermodynamique		
<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non		
Technologie de chauffe-eau à privilégier	<input type="checkbox"/> Air ambiant <input type="checkbox"/> Air extrait <input type="checkbox"/> Air extérieur monobloc <input type="checkbox"/> Air extérieur bi-bloc	
Modifications à réaliser		

▲ **Figure 7** : Exemple de fiche de diagnostic pour l'installation d'un chauffe-eau thermodynamique individuel

Sélection du chauffe-eau thermodynamique

5



Pour la sélection d'un chauffe-eau thermodynamique et la définition du local d'implantation, quelques spécificités relatives aux installations d'ECS individuelles et aux chauffe-eau thermodynamiques doivent être maîtrisées :

- les exigences à satisfaire ;
- les principales caractéristiques thermiques et acoustiques ;
- les principaux critères de performances et facteurs d'influence.

5.1. • Exigences à satisfaire

Le chauffe-eau thermodynamique individuel a pour rôle d'assurer la production d'eau chaude sanitaire d'un habitat individuel.

Pour concevoir une installation de production et de distribution d'ECS, les préoccupations principales sont :

- la satisfaction du besoin d'ECS à des températures confortables, avec des temps d'attente limités ;
- la prévention des risques sanitaires par rapport à la santé et la sécurité des utilisateurs ;
- la maîtrise des consommations énergétiques liées à la production et la distribution d'ECS ;
- le respect des exigences liées à la réglementation acoustique.

Les principaux risques sanitaires liés à l'eau chaude sanitaire sont :

- le développement de légionelles et autres micro-organismes pathogènes (bactéries, virus, protozoaires...) pouvant être l'origine d'infections ;



- la contamination par le fluide caloporteur et ses additifs dans le cas de chauffe-eau thermodynamiques équipés d'un échangeur hydraulique d'appoint simple paroi ;
- les brûlures causées par des températures d'eau élevées au point de puisage.

5.1.1. • Légionelles et autres micro-organismes pathogènes

Afin de limiter les risques microbiologiques (en particulier les développements de légionelles), des paramètres essentiels sont à prendre en compte pour la conception des installations :

- La température de l'eau chaude sanitaire ;
- la corrosion et l'entartrage ;
- les vitesses de circulation.

L'arrêté du 23 juin 1978 modifié par l'arrêté du 30 novembre 2005 impose, pour toutes nouvelles installations d'ECS (production et distribution), la mise en place d'une solution (traçage ou bouclage) permettant le maintien en température de la distribution d'ECS, dès que la contenance entre la sortie de la production et le point de puisage le plus éloigné est supérieure ou égale à 3 litres. La température de distribution d'ECS doit alors être maintenue à au moins 50°C, excepté dans les tubes finaux d'alimentation des points de puisage. Le volume de ces tubes finaux d'alimentation doit être la plus faible possible, et a minima inférieur à 3 litres.

Commentaire

Un volume de 3 litres correspond à une longueur de canalisation en cuivre de 38 m en diamètre 10/12, de 26 m en 12/14, de 19 m en 14/16 ou bien de 9 m en 20/22.

5.1.2. • Risques de brûlures

Le risque de brûlure est lié à la température d'ECS aux points de puisage. L'arrêté du 23 juin 1978 modifié par l'arrêté du 30 novembre 2005 impose, pour toutes nouvelles installations d'ECS (production et distribution), la limitation de la température d'ECS aux points de puisage à 50°C maximum dans les pièces destinées à la toilette.

Si le chauffe-eau thermodynamique est installé en logement occupé occasionnellement, l'option anti-légionelles est susceptible d'être enclenchée régulièrement. L'installation d'un dispositif de limitation de température peut donc être justifiée.

Ce dispositif de sécurité doit être installé le plus proche possible des points de puisage.

S'il est placé en sortie de production, un clapet anti-retour de type EA sur le bipasse peut permettre d'éviter une recirculation par thermosiphon.

5.1.3. • Risques de contamination

Dans le cas de chauffe-eau thermodynamique équipé d'un échangeur hydraulique d'appoint simple paroi, le liquide caloporteur et ses additifs doivent être autorisés au sens de l'article 16.9 du Règlement Sanitaire Départemental Type (Circulaire du 9 août 1978 modifiée).

Commentaire

Les avis sur les produits émis par l'ANSES (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) sont disponibles sur le site internet www.anses.fr. Il doit être vérifié que le fluide caloporteur utilisé dans l'installation bénéficie d'un avis favorable.

5.1.4. • Spécifications acoustiques

Le chauffe-eau thermodynamique ne doit pas engendrer de nuisances sonores, tant à l'intérieur du logement qu'au voisinage.

Une attention particulière est à porter à l'implantation de l'unité extérieure, dans le cas de chauffe-eau thermodynamiques à éléments séparés.

La réglementation sur le bruit intérieur stipulée par l'arrêté du 30 juin 1999 concerne les bâtiments nouveaux.

La réglementation sur le bruit de voisinage est stipulée par l'article R1334-33 du Code de la santé publique qui fixe les valeurs limites d'émergence sonore admises :

- 5 dB(A) en période diurne (de 7 h à 22 h) ;
- 3 dB(A) en période nocturne (de 22 h à 7 h).

L'émergence est définie par la différence entre le niveau de bruit ambiant, comportant le bruit particulier en cause, et le niveau du bruit résiduel constitué par l'ensemble des bruits habituels, extérieurs et intérieurs, correspondant à l'occupation normale des locaux et au fonctionnement habituel des équipements, en l'absence du bruit particulier en cause.

Le bruit résiduel est le bruit moyen que l'on mesure sur une période de référence lorsque l'équipement incriminé ne fonctionne pas. Il s'agit du bruit de fond.

Le bruit ambiant est le bruit mesuré pendant une période équivalente lorsque l'équipement fonctionne : le bruit ambiant est donc la somme du bruit de l'équipement seul et du bruit résiduel.



5.2. • *Caractéristiques thermiques*

Certains modèles de chauffe-eau thermodynamiques sont, de par leur technologie, incapables d'atteindre la température de consigne fixée par l'utilisateur avec la seule utilisation de la pompe à chaleur, sous certaines conditions de températures de source froide. Sur ces appareils, à partir d'un seuil de température, l'appoint est automatiquement mis en fonctionnement.

Afin de maximiser les performances de l'installation, il est conseillé de privilégier les produits pouvant produire l'ECS à la température voulue en mode « Thermodynamique » seul (cf. 5.2.4).

5.2.1. • Plage de fonctionnement

Les chauffe-eau thermodynamiques sont caractérisés par leur plage de fonctionnement. Il s'agit des températures admises au niveau de la source froide pour un fonctionnement de l'appareil en mode « Thermodynamique » seul.

Ces températures conditionnent l'aptitude d'un chauffe-eau thermodynamique pour une configuration donnée (cf. 3).

5.2.2. • Volume d'eau chaude mitigée (V40td)

Le volume d'eau chaude mitigée (V40td) correspond à la quantité d'eau chaude à 40°C que peut produire quotidiennement le chauffe-eau thermodynamique en mode « Thermodynamique », pour une durée de fonctionnement autorisée.

Cette donnée, essentielle pour le dimensionnement des chauffe-eau thermodynamiques, dépend de l'ensemble des paramètres de l'appareil. Son calcul est détaillé en [Annexe 1].

5.2.3. • Appoint

Les chauffe-eau thermodynamiques sont couramment équipés d'une résistance électrique d'appoint. L'appoint peut aussi être hydraulique par un échangeur à eau raccordé à un générateur.

L'appoint intégré présente plusieurs fonctions :

- la continuité de la fourniture d'ECS pour des températures de source froide en dehors de plages de fonctionnement de la pompe à chaleur ;
- la diminution de la durée de mise en température pour des périodes de besoins importants ;
- le maintien de la production d'ECS en cas de défaut de la pompe à chaleur ;
- l'atteinte d'une température de consigne plus élevée pour la réalisation des cycles anti-légionelles.



La position de l'appoint dans le réservoir de stockage détermine la fraction effective de l'eau sanitaire chauffée par l'appoint.

5.2.4. • Modes de régulation

Les chauffe-eau thermodynamiques disposent généralement de 4 modes de régulation.

Le mode « **Thermodynamique** » n'autorise que le fonctionnement de la pompe à chaleur pour assurer la production d'ECS. Ce mode de régulation est le plus économique mais ne garantit pas un réchauffage suffisant de l'ECS dans toutes les conditions de température de source froide.



En mode « Thermodynamique », la commande de l'appoint n'est pas autorisée pour assurer le complément de production d'ECS.

Pour des températures de source froide en dehors des plages de fonctionnement et/ou des puisages importants, des manques d'ECS peuvent être ressentis.

Le mode « **Automatique** » permet un enclenchement automatique de la pompe à chaleur (en priorité) et si nécessaire de l'appoint électrique ou hydraulique en complément.

Dans ce mode, la température de consigne est toujours atteinte en fin du cycle de production quelles que soient les conditions de fonctionnement.

Le mode « **Accélééré** » peut être actionné manuellement pour répondre à des besoins ponctuels importants. La pompe à chaleur et l'appoint sont alors sollicités simultanément jusqu'à l'atteinte de la température de consigne. La plupart des chauffe-eau thermodynamiques repassent automatiquement dans le mode de régulation précédemment sélectionné lorsque la consigne de température d'eau est atteinte.



Le mode « Accélééré » permet d'augmenter temporairement la quantité d'ECS disponible pour des périodes de fortes utilisations, mais au détriment de la performance et du coût de fonctionnement.

Le mode « **Absence** » est aussi couramment proposé. Il permet d'éviter le stockage d'ECS à la température de consigne pendant une période de non utilisation prolongée. Le chauffe-eau est alors maintenu en hors-gel pendant le nombre de jours programmé.

L'option « **Anti-légionelles** » permet un enclenchement périodique de cycles de montée en température permettant de « détruire »



les légionelles. Un cycle anti-légionelles peut aussi être enclenché manuellement après chaque absence prolongée.



Comme pour tout système de production d'ECS à accumulation, l'enclenchement d'un cycle « Anti-légionelles » est recommandé après une absence prolongée.

5.2.5. • Asservissement temporel

L'asservissement temporel « Heures Creuses/Heures Pleines » de la production d'ECS est courant pour des générateurs électriques basés sur un fonctionnement accumulé.

Il n'autorise pas le fonctionnement de la pompe à chaleur et de l'appoint électrique en dehors des périodes tarifaires heures creuses, hormis dans certains cas particuliers. Certains produits autorisent par exemple un dépassement de courte durée en fin de période heures creuses. Ces spécificités sont précisées dans les documentations des fabricants.



L'asservissement temporel de la production d'ECS est favorable au bon fonctionnement des chauffe-eau thermodynamiques à condition qu'ils soient bien dimensionnés.

Toutefois, comme avec tout générateur de production d'ECS à accumulation, des manques d'ECS peuvent être ressentis avec cet asservissement, en cas de puisages importants, supérieurs à la quantité d'ECS disponible.

Afin de disposer d'une quantité d'ECS suffisante, le cumul de l'asservissement temporel « Heures Creuses/Heures Pleines » et du mode « Thermodynamique » n'est pas conseillé lorsque les températures de source froide sont en dehors des plages de fonctionnement de l'appareil.

5.2.6. • Température de consigne

La consigne de température d'ECS est généralement réglable sur les chauffe-eau thermodynamiques. Ce paramètre permet de moduler la quantité d'eau chaude sanitaire disponible par rapport au besoin des occupants.

Commentaire

À titre d'exemple, pour un réservoir de 250 litres, le passage d'une température de consigne d'ECS de 55 à 60°C permet de faire varier la quantité d'ECS disponible à 40°C de 400 à 450 litres, soit une augmentation de 12,5%.

Ce paramètre a un impact important sur le niveau de performance des chauffe-eau thermodynamiques. Plus la consigne de température est faible, meilleures sont les performances.

Toutefois, la limite basse de 55 °C doit être conseillée aux utilisateurs pour limiter le risque de développement de légionelles.

La majorité des chauffe-eau thermodynamiques offre la possibilité de régler la température de consigne à partir de 40°C. Cette température se situe dans la zone optimale de développement des légionelles.

Commentaire

L'arrêté du 30 novembre 2005 impose, à partir d'un volume de stockage d'ECS de 400 litres, une température minimale en sortie de production d'au moins 55 °C, vis-à-vis de la prévention du risque lié aux légionelles. En dessous de 400 litres, il n'y a aucune exigence réglementaire sur la température minimale de production d'ECS en habitat individuel.

5.3. • *Caractéristiques acoustiques*

Les chauffe-eau thermodynamiques disposent d'un petit compresseur et d'un ventilateur qui traite un débit d'air de l'ordre de 400 m³/h. À titre indicatif, le niveau acoustique de ces générateurs est compris entre 30 et 40 dB à 2 m selon les produits et les technologies.

Cette caractéristique doit être prise en compte pour le choix de l'implantation de l'appareil (cf. 5.1.4).

Certaines technologies de chauffe-eau thermodynamiques sont intéressantes pour minimiser le risque de gênes acoustiques :

- les chauffe-eau thermodynamiques sur air extérieur en éléments séparés permettent de déplacer les sources de nuisances sonores (compresseur, ventilateur) vers l'unité extérieure ;
- les chauffe-eau thermodynamiques sur air extrait intègrent des pompes à chaleur de plus petites puissances et les débits d'air sont réduits. Cette technologie est ainsi généralement plus silencieuse.

Commentaire

Aucun protocole d'essai n'est établi pour la mesure du niveau de puissance acoustique. Une attention particulière doit être portée sur les conditions d'essais pour la comparaison de ce critère entre les produits.

5.4. • *Performances calorifiques*

Outre les caractéristiques thermiques et acoustiques, les performances calorifiques des chauffe-eau thermodynamiques constituent souvent un critère de sélection de premier plan.



La compréhension des principaux critères de performance et facteurs d'influence est donc essentielle.

5.4.1. • Coefficient de performance

Le coefficient de performance (COP) des chauffe-eau thermodynamiques, selon la norme d'essais NF EN 16147, représente les performances du système au cours d'un cycle de soutirage normalisé établi sur 24 heures.

Ce COP est le rapport entre l'énergie utile soutirée en eau chaude sanitaire et la consommation électrique du chauffe-eau thermodynamique pour un profil de soutirage identifié. Il intègre les pertes de stockage, les consommations électriques du compresseur et des auxiliaires.

Commentaire

Pour comparer les COP entre différents produits, il faut vérifier qu'il soit établi selon les mêmes conditions d'essais (norme d'essais, profil de puisage, température de source froide, température de référence).

5.4.2. • Durée de mise en température

La durée de mise en température normative, selon la norme d'essais NF EN 16147, d'un chauffe-eau thermodynamique est la durée nécessaire pour chauffer jusqu'à la température de consigne tout le volume du réservoir de stockage initialement à la température de 10 °C.

Les températures de source froide normatives sont de 7 °C pour les chauffe-eau thermodynamiques sur air extérieur, de 15°C pour les appareils sur air ambiant et de 20 °C pour les systèmes sur air extrait.

Ce critère dépend principalement du rapport entre la puissance calorifique de la pompe à chaleur et la capacité du réservoir de stockage.

5.4.3. • Puissance absorbée en régime stabilisé

La puissance électrique absorbée en régime stabilisé, selon la norme d'essais NF EN 16147, correspond à la puissance nécessaire pour maintenir l'ECS stockée en température, sans puisage.

Ce critère caractérise principalement la qualité du calorifuge de l'appareil comme le fait la constante de refroidissement pour les chauffe-eau électriques à accumulation.

5.4.4. • Facteurs d'influence

Outre les performances normatives, les conditions de fonctionnement ont un impact important sur les performances réelles des chauffe-eau thermodynamiques.

Le premier facteur d'influence sur le niveau de performance est le taux d'utilisation de l'ECS disponible. Pour un volume puisé journalier

inférieur à 25% de la quantité d'ECS disponible, la dégradation des performances peut atteindre plus de 50%.

Le deuxième facteur est la température de source froide. En effet, une température faible à l'évaporateur engendre une diminution des performances et une augmentation de la durée de montée en température.

Une température de consigne trop élevée induit une sollicitation importante de la pompe à chaleur et dégrade également les performances de l'installation.



Dimensionnement du chauffe-eau thermodynamique

6



Sur les chauffe-eau thermodynamiques, la production d'ECS est de type accumulée. Ainsi, la quantité d'ECS que peut produire le générateur sur une durée de fonctionnement autorisée doit permettre, sans sollicitation de l'appoint, de couvrir les besoins journaliers.

Les étapes du dimensionnement sont :

- la détermination de la quantité d'ECS que peut produire le chauffe-eau en mode « Thermodynamique », pour une durée de fonctionnement autorisée (V40 td) (cf. 5.2.2) ;
- la vérification de la couverture du besoin dimensionnant en fonction de l'habitat individuel considéré.

La méthode de dimensionnement est définie dans le cahier des charges LCIE 103-15/B de la marque NF Électricité Performance. Elle est détaillée en [Annexe 1].

Les données d'entrée pour ce calcul sont :

- la capacité réelle du réservoir du chauffe-eau thermodynamique notée V_n ;
- le temps normatif de montée en température noté t_h .

Ces données doivent être issues d'essais normatifs, selon la norme NF EN 16147 ou le cahier des charges LCIE 103-15/B de la marque NF Électricité Performance.

Les tableaux (Figure 8) et (Figure 9) permettent une application simplifiée de la méthode de dimensionnement. Ils intègrent les calculs décrits dans le cahier des charges LCIE avec pour principales hypothèses une température d'ECS de référence de 52,5°C et un temps de fonctionnement autorisé dépendant des technologies :

- 8 heures pour les chauffe-eau sur air extérieur et air ambiant ;
- 24 heures pour les chauffe-eau sur air extrait.



Le besoin dimensionnant est défini à 40°C.

Grâce à ces tableaux, à partir du type de logement ou du nombre d'occupants, il est possible de sélectionner l'appareil à installer en déterminant directement par lecture les deux principaux paramètres de dimensionnement : la capacité réelle du réservoir (Vn) et le temps normatif de montée en température (th).

La notion de surdimensionnement exprimée dans les tableaux (Figure 8) et (Figure 9) désigne une installation dont la production d'ECS est largement supérieure aux besoins des utilisateurs. Selon le critère choisi, cette surproduction entraîne une dégradation des performances du chauffe-eau thermodynamique supérieure à 50%.

La notion de sous-dimensionnement désigne quant à elle une installation dont les capacités de production ne permettent pas de couvrir le besoin dimensionnant du logement.

Chauffe-eau thermodynamiques sur air extérieur et air ambiant

Type de logement	1 pièce	2 pièces	3 pièces	4 pièces	5 pièces	t _n : temps normatif de montée en température	Vn
Nombre d'occupants	1 - 2	1 - 2	3 - 4	4 - 5	5 et plus		
Besoin dimensionnant	135 litres	200 litres	260 litres	315 litres	360 litres		
Surdimensionnement du chauffe-eau thermodynamique sur air extérieur ou air ambiant						11 h	150
						10 h	
						9 h	
						8 h	
						7 h	
						6 h	175
						11 h	
						10 h	
						9 h	
						8 h	
						7 h	200
						11 h	
						10 h	
						9 h	
						8 h	
						7 h	225
						6 h	
						11 h	
						10 h	
						9 h	
						8 h	250
						7 h	
						12 h	
						11 h	
					10 h		
					9 h	275	
					8 h		
					12 h		
					11 h		
					10 h		
					9 h	300	
					13 h		
					12 h		
					11 h		
					10 h		
					9 h		

▲ Figure 8 : Dimensionnement d'un chauffe-eau thermodynamique sur air extérieur ou air ambiant selon la méthode de dimensionnement LCIE 103-15/B (NF Électricité Performance) avec une température d'ECS de 52,5°C et un besoin dimensionnant à 40°C

Exemples de sélection d'un chauffe-eau thermodynamique sur air extérieur selon le tableau de la (Figure 8).

Pour une habitation hébergeant 3 à 4 personnes, le besoin dimensionnant est de 260 litres d'ECS à 40°C. Afin de répondre aux besoins



et ainsi assurer le confort des habitants, le chauffe-eau thermodynamique installé doit être a minima d'une capacité nominale de 175 litres (température d'ECS à 52,5°C) et, pour cette capacité, son temps de montée en température normatif doit être au maximum de 9h. Si le temps de montée en température était supérieur ou si la capacité de stockage était plus faible, le chauffe-eau serait sous-dimensionné.

Pour un logement d'une pièce principale, le besoin dimensionnant est de 135 litres d'ECS à 40°C. Afin d'éviter une dégradation des performances engendrées par un surdimensionnement de l'appareil, la capacité nominale du chauffe-eau doit être au maximum de 200 litres (température d'ECS à 52,5°C) pour un temps de montée en température normatif de 11h. Si cette durée de mise en chauffe était plus faible, ou si la capacité nominale était plus importante, l'installation produirait une quantité trop importante d'ECS et serait donc surdimensionnée.

Afin de limiter la dégradation des performances, il est conseillé de sélectionner un appareil dont les caractéristiques se situent dans la partie supérieure de la zone verte.

Chauffe-eau thermodynamiques sur air extrait

Pour les chauffe-eau thermodynamiques sur air extrait, la lecture du tableau (Figure 9) s'effectue de façon analogue.

Type de logement	1 pièce	2 pièces	3 pièces	4 pièces	5 pièces	t _h : temps normatif de montée en température	Vn
Nombre d'occupants	1 - 2	1 - 2	3 - 4	4 - 5	5 et plus		
Besoin dimensionnant	135 litres	200 litres	260 litres	315 litres	360 litres		
				Sous-dimensionnement du chauffe-eau thermodynamique sur air extrait		12	100
						11	
						10	
						9	
						8	175
						13	
						12	
						11	
						10	200
						9	
						14	
						13	
						12	225
						11	
						10	
						9	
						15	250
						14	
						13	
						12	
						11	250
						10	
						11	
						10	

▲ Figure 9 : Dimensionnement d'un chauffe-eau thermodynamique sur air extrait selon la méthode de dimensionnement LCIE 103-15/B (NF Électricité Performance) avec une température d'ECS de 52,5°C et un besoin dimensionnant à 40°C



Implantation du chauffe-eau thermodynamique

7



Les choix du type de chauffe-eau thermodynamique et de son local d'implantation sont liés à de multiples critères :

- la minimisation des pertes de stockage ;
- l'espace disponible requis ;
- la contrainte mécanique et l'aplomb du support ;
- la récupération possible d'énergie non valorisée ;
- les contraintes acoustiques ;
- la proximité de la source froide ;
- la proximité des points de puisage ;
- la plage de température et la qualité de l'air aspiré ;
- la possibilité d'évacuer les condensats vers le réseau d'évacuation des eaux usées.

La compréhension de ces critères et des spécificités des différents types de chauffe-eau thermodynamiques (cf. 5) est essentielle pour définir la configuration la plus pertinente dans une situation donnée.



Les chauffe-eau thermodynamiques sont des appareils lourds dont la manutention peut s'avérer difficile. Afin de garantir le bon déroulement de la future installation de l'appareil, l'accessibilité doit être vérifiée dès la phase de conception et de dimensionnement.

Le chauffe-eau thermodynamique refroidit et déshumidifie l'air pendant son fonctionnement. Suivant la configuration de l'installation, cet air froid peut être à l'origine de désordres.

Pour un chauffe-eau thermodynamique sur air extérieur, l'air froid peut avoir des conséquences néfastes sur la végétation à proximité



du rejet d'air (appareil monobloc) ou de l'unité extérieure (appareil en éléments séparés).

Dans le cas d'un chauffe-eau thermodynamique sur air ambiant, l'air rejeté par l'appareil peut être à des températures négatives. Il convient de prendre des dispositions pour éviter tout dégât lié au gel.

L'installateur doit avertir son client de ce phénomène dès les premières phases du projet.

7.1. • Local d'implantation

Choix du local

Le chauffe-eau thermodynamique (ou le réservoir dans le cas d'un appareil en éléments séparés) ne doit pas être implanté dans un local pouvant être soumis au gel.

Il doit être à proximité des points de puisage d'ECS.

Une implantation en local chauffé permet de limiter les pertes thermiques du réservoir de stockage.

Par contre, un chauffe-eau thermodynamique sur air ambiant non raccordé vers un autre environnement et prélevant l'air dans le local où il est situé doit être implanté dans un local non chauffé.

Le lieu d'implantation doit être conforme à l'indice de protection du chauffe-eau thermodynamique spécifié par le fabricant en accord avec les exigences de la norme NF C 15-100.

Espace disponible

Le chauffe-eau thermodynamique doit être installé de telle sorte que les parties amovibles de l'appareil (résistance d'appoint, thermostat, groupe de sécurité, conduits de raccordement aéraulique, filtre à air, capot de protection...) puissent être enlevées sans avoir à le déposer.

Les espaces libres minimaux à réserver autour de l'appareil sont spécifiés dans le NF DTU 60.1 P1-1-3. Ils sont de 10 cm entre le dessus de l'appareil et le plafond, de 12 cm entre l'appareil et une paroi verticale, et de 40 cm entre le dessous de l'appareil et le sol si l'appareil est installé au mur.

Volume du local

Le local d'implantation du chauffe-eau thermodynamique doit présenter un volume minimal conforme aux limites pratiques définies dans la norme NF EN 378-1, suivant la charge et le type de fluide frigorigène.



Le tableau (Figure 10) traduit ces exigences en volume pour deux catégories de charge et trois types de fluide frigorigène couramment utilisés dans les chauffe-eau thermodynamiques individuels.

Le type de fluide frigorigène et la charge contenue dans l'appareil sont indiqués sur la plaque signalétique et sur les documentations techniques du fabricant.

Fluide frigorigène	Nature du fluide frigorigène	Charges dans l'appareil	Volume minimal local d'implantation
R134-a	C ₂ H ₂ F ₄ Hydrocarbure halogéné	≤ 1 kg	> 4 m ³
		≤ 1,5 kg	> 6 m ³
R744	CO ₂ Dioxyde de carbone	≤ 1 kg	> 10 m ³
		≤ 1,5 kg	> 15 m ³
R600a ⁽¹⁾	C ₄ H ₁₀ Hydrocarbure	≤ 0,5 kg	> 62,5 m ³
		≤ 1 kg	> 125 m ³

(1) Pour le R600, fluide frigorigène de catégorie A3 selon la norme NF EN 378-1, le volume minimum a été établi pour une hauteur sous plafond de 2,5 m. La norme fixe en effet, pour cette catégorie de fluide frigorigène, une surface minimale du local d'implantation, selon la limite d'inflammabilité.

▲ Figure 10 : Volumes minimums du local d'implantation d'un chauffe-eau thermodynamique conformément aux limites pratiques de la norme NF EN 378-1



Le tableau de la (Figure 10) ne donne pas le volume du local dans lequel le chauffe-eau thermodynamique doit être installé. Il s'agit des volumes réglementaires minimaux dans lesquels un appareil contenant un fluide frigorigène peut être installé.

Commentaire

Pour calculer le volume minimal du local d'implantation, il est possible d'appliquer une règle de 3 à partir des valeurs définies dans le tableau (Figure 10) et de la charge exacte de fluide frigorigène contenue dans l'appareil.

Pour les chauffe-eau thermodynamiques sur air ambiant avec prise et rejet d'air dans l'ambiance, le local d'implantation doit présenter un volume, un niveau de renouvellement d'air et un niveau d'apport permettant une régénération suffisante de l'énergie et de l'humidité prélevées par l'appareil.

7.2. • Contraintes mécaniques et aplomb du support

La grande majorité des chauffe-eau thermodynamiques présentent une capacité supérieure à 200 litres et doivent donc être installés et fixés au sol. Le plancher du local d'implantation ne doit pas être meuble afin de permettre la fixation et sa résistance mécanique doit



être compatible avec le poids de l'appareil en eau. Une plaque de désolidarisation peut également être installée.

À noter que certains chauffe-eau thermodynamiques de petite capacité peuvent être installés au mur. Le type de fixation admis dépend du type de paroi.



Les fixations murales adaptées aux différents types de parois sont décrites dans le NF DTU 60.1 P1-1-3.

Commentaire

La planéité spécifiée dans les documentations des fabricants doit impérativement être respectée pour assurer le fonctionnement de l'appareil et une bonne évacuation des condensats. Les pieds des chauffe-eau thermodynamiques sont généralement réglables pour éventuellement corriger l'aplomb du support.

7.3. • Valorisation d'énergie renouvelable

L'intérêt des chauffe-eau thermodynamiques est la valorisation d'énergie d'origine renouvelable pour la production d'ECS :

- l'énergie présente dans l'air extérieur, est entièrement renouvelable.
- l'énergie apportée par des appareils électroménagers dans un local non chauffé ;
- l'énergie apportée par la géothermie passive dans un local enterré ou semi-enterré non chauffé ;
- l'énergie présente dans l'air vicié extrait par un système de ventilation mécanique simple flux.

Pour valoriser l'énergie de l'air vicié, **un chauffe-eau thermodynamique spécifique sur air extrait** doit être installé. Le débit nécessaire pour assurer la production d'ECS doit être compatible avec le débit d'air hygiénique réglementaire du logement.

Afin de valoriser l'énergie renouvelable, **les chauffe-eau thermodynamiques sur air ambiant** doivent prélever l'air d'une ambiance non chauffée. De plus, l'isolation thermique de la paroi en contact avec ce local non chauffé doit être suffisante pour limiter les déperditions de l'ambiance chauffée.

7.4. • Contraintes acoustiques

Le fonctionnement d'un chauffe-eau thermodynamique génère un niveau acoustique susceptible de gêner les occupants. Bien que cette caractéristique soit prise en compte pour le choix de l'implantation de l'appareil, il est de la responsabilité de l'installateur de prévenir son client des éventuelles nuisances générées par le bruit de l'appareil dès la première phase du projet.

L'implantation du chauffe-eau thermodynamique doit également tenir compte du voisinage (appareil monobloc et unité extérieure des appareils en éléments séparés) et en particulier de la position par rapport aux pièces sensibles (chambre, séjour...).

Le cas échéant, des actions spécifiques sur les locaux et sur le système doivent être entreprises afin d'éviter la propagation du bruit.

Pour les chauffe-eau thermodynamiques en éléments séparés, des précautions doivent être prises pour intégrer au mieux l'unité extérieure vis-à-vis du voisinage :

- l'unité extérieure doit être placée de préférence hors de la vue du voisinage direct, à partir d'une terrasse ou de baies vitrées : l'abriter derrière un obstacle naturel formant écran tel qu'un rideau d'arbustes, une haie, une butte de terre ou un mur de clôture en conservant une distance minimale ;
- l'unité extérieure doit être éloignée des chambres de la maison voisine et de la maison équipée ;
- l'unité extérieure doit être éloignée des parois fortement réverbérantes.

Dans certains cas, des précautions complémentaires sont nécessaires du fait, par exemple, d'une distance trop faible par rapport au voisinage. Il convient alors d'affiner l'étude d'un point de vue acoustique.

Un écran acoustique peut être installé tout en restant vigilant sur le risque potentiel des ondes sonores réfléchies par une mauvaise implantation de l'unité extérieure vis-à-vis de l'écran.

Commentaire

Pour la pose d'un écran acoustique, il convient de se rapprocher des services de l'urbanisme pour savoir si une demande de travaux en mairie est nécessaire.

7.5. • *Limitation des longueurs de conduits aérauliques et frigorifiques*

Le chauffe-eau thermodynamique (monobloc gainé ou en éléments séparés) doit être installé le plus proche possible de sa source d'énergie (air ambiant ou air extérieur) afin de limiter les longueurs des conduits de raccordement aéraulique ou frigorifique.

Pour les chauffe-eau thermodynamiques sur air extrait, l'implantation de l'appareil et la conception du réseau d'extraction sont déterminées de manière à minimiser la longueur des conduits aérauliques. A minima, les longueurs maximales admissibles spécifiées par le fabricant doivent être respectées.



Commentaire

Le respect des pertes de charges maximales admissibles est essentiel pour le bon fonctionnement de l'appareil. Un manque de puissance calorifique est une conséquence de pertes de charge supérieures à la limite spécifiée par le fabricant. Ces pertes de charges ont de plus un impact direct sur les consommations du ventilateur ou du compresseur (chauffe-eau en éléments séparés) et donc sur les performances de l'appareil.

7.6. • Proximité des points de puisage d'ECS

Le chauffe-eau thermodynamique doit être installé le plus proche possible des points de puisage d'ECS pour minimiser le temps d'attente de l'eau chaude et les pertes thermiques sur la distribution.

Commentaire

La contenance du réseau entre la sortie de l'appareil et le point de puisage le plus éloigné doit être, a minima, inférieure à 3 litres. Cette contenance correspond à la limite fixée par l'arrêté du 30 novembre 2005 à partir de laquelle la mise en place d'un traçage ou d'un bouclage est obligatoire (cf. 5.1.1).

7.7. • Plage de température et qualité de l'air aspiré

Le niveau de température de la source froide doit être conforme avec la plage de fonctionnement du chauffe-eau thermodynamique.

A titre informatif, les plages de température communément observées sur les différents types de chauffe-eau thermodynamique sont présentées (Figure 11).

Source froide	Plage de fonctionnement
Air ambiant	+ 5°C à + 35°C
Air extérieur	- 5°C à + 35°C
Air extrait	+ 15°C à + 35°C

▲ Figure 11 : Plages de fonctionnement communément observées sur les différents types de chauffe-eau thermodynamiques

Pour les chauffe-eau thermodynamiques sur air ambiant, le local constituant la source froide ne doit pas être soumis au gel et doit respecter les dispositions suivantes :

- le local ne doit pas présenter de sources de pollutions particulières (isolant en vrac, terre battue, poussières, suies...) ;
- l'air du local ne doit pas contenir de solvant ou de matières explosives.

L'emplacement des prises d'air doit être choisi de manière à être protégé de toutes sources de pollution particulière (automobile, végétale et organique, matières grasses...).

Le bord inférieur de la grille de prise d'air doit être situé à une hauteur minimale de 0,50 m au-dessus du sol fini.



Quel que soit le type de chauffe-eau thermodynamique, l'appareil ne doit pas être raccordé sur un puits climatique, un vide sanitaire, des combles perdus, un sèche-linge, une hotte d'évacuation...



8

Raccordement électrique



Le chauffe-eau thermodynamique doit être raccordé électriquement sur un réseau à courant alternatif 230 V – 50 Hz monophasé.

Le branchement et le raccordement électrique doivent respecter les exigences de la norme NF C 15-100 et les spécifications du fabricant.

Le raccordement à la terre de l'appareil est obligatoire. Une mesure de terre doit être effectuée lors du diagnostic pour vérifier la résistivité.

Le chauffe-eau thermodynamique doit être alimenté sur une ligne d'alimentation électrique spécifique.



Ne jamais raccorder le chauffe-eau thermodynamique sur un circuit électrique alimentant un autre appareil.

Les spécifications du fabricant sur la section et le type du câble électrique d'alimentation doivent être respectées.

L'alimentation de l'appareil doit comporter un disjoncteur différentiel de 30 mA.

Un disjoncteur divisionnaire doit être installé sur l'alimentation spécifique de l'appareil en fonction de sa puissance électrique maximale. Les spécifications du fabricant sur son type et son calibre doivent être respectées.



Si le chauffe-eau thermodynamique est installé en remplacement d'un chauffe-eau électrique à accumulation, un contrôle de la ligne d'alimentation électrique existante est obligatoire. Ce test doit permettre de vérifier l'absence de contacteur placé en amont et l'absence d'autre appareil alimenté à partir de la ligne d'alimentation électrique existante.



La résistance électrique d'appoint du chauffe-eau thermodynamique ne doit pas être alimentée directement.

L'asservissement temporel

L'asservissement temporel du fonctionnement du chauffe-eau thermodynamique peut être réalisée à partir :

- du signal tarifaire « Heures Creuses / Heures Pleines » du compteur électrique de facturation ;
- d'une horloge de programmation interne ou externe.

Certains chauffe-eau thermodynamiques sont équipés d'une horloge de programmation interne pour l'asservissement temporel de la production d'ECS.

D'autres autorisent l'installation d'une horloge externe. Dans ce cas, le raccordement doit être conforme aux spécifications du fabricant.

Si l'horloge externe intervient en coupure de l'alimentation électrique principale, une seconde ligne électrique peut être nécessaire. En effet, la grande majorité des chauffe-eau thermodynamiques requiert une alimentation électrique permanente pour maintenir le fonctionnement de la régulation et la protection anticorrosion active du réservoir de stockage.



9

Raccordement hydraulique



Ce chapitre décrit les composants à prévoir sur le raccordement hydraulique du chauffe-eau thermodynamique.

9.1. • *Groupe de sécurité*

Un groupe de sécurité doit être installé sur l'alimentation en eau froide du chauffe-eau thermodynamique conformément au NF DTU 60.1 P1-1-3.

Ce groupe comporte une soupape de sécurité, un robinet d'arrêt, un dispositif de vidange ainsi qu'un clapet de non-retour permettant d'éviter le risque de retour d'ECS dans l'eau froide.

Il doit être certifié NF Robinetterie de réglage et sécurité. Il est en général taré à 7 bar et doit être neuf.

9.2. • *Raccords isolants diélectriques*

Des raccords isolants diélectriques doivent être implantés sur les raccordements au chauffe-eau thermodynamique : canalisation d'eau froide sanitaire et canalisation d'eau chaude sanitaire, lorsque ces dernières sont métalliques (conformément au NF DTU 60.1 P1-1-3).

9.3. • *Autres composants*

L'installation d'un **réducteur de pression** est à prévoir au départ de l'installation générale si la pression dépasse 4 bar au point de puisage conformément à la NF DTU 60.1 P1-1-1.

Il doit être certifié NF Robinetterie de réglage et sécurité.

Dans les régions où l'eau est très calcaire, l'installation d'un **adoucisseur** peut être nécessaire. Dans ce cas, l'appareil est placé sur l'alimentation en eau froide du chauffe-eau thermodynamique. L'eau adoucie doit respecter les exigences du Code de la santé publique.

En complément du groupe de sécurité, un **vase d'expansion sanitaire** peut être installé afin d'éviter les pertes d'eau au niveau du groupe de sécurité.

9.4. • *Échangeur hydraulique d'appoint*

Dans le cas d'un chauffe-eau thermodynamique avec un échangeur d'appoint hydraulique (par une chaudière par exemple), les risques de pollution de l'eau sanitaire par le liquide caloporteur de la production doivent être limités.

Si l'échangeur hydraulique d'appoint est à simple paroi, le liquide caloporteur et ses additifs doivent être autorisés au sens de l'article 16.9 du Règlement Sanitaire Départemental Type.

Commentaire

Les avis sur les produits émis par l'ANSES (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) sont disponibles sur le site internet www.anses.fr. Il doit être vérifié que le fluide caloporteur utilisé dans l'installation bénéficie d'un avis favorable.



10

Raccordement aéraulique



Le raccordement aéraulique des chauffe-eau thermodynamiques sur air extrait est traité dans un paragraphe spécifique (cf. 10.5).

10.1. • *Prise et rejet d'air*

Le diamètre de la prise et du rejet d'air doit être *a minima* identique à celui des conduits aérauliques de raccordement.

La prise et le rejet d'air doivent disposer d'une grille anti-volatiles et d'un dispositif pare-pluie.



Les prises d'air équipées de grilles anti-insectes ne sont admises qu'en dehors des zones urbaines et à condition que leur maillage soit supérieur à 3 mm pour éviter un colmatage trop rapide.

L'étanchéité à l'air doit être soignée sur tout le périmètre de la prise et du rejet d'air à l'aide d'une membrane spécifique ou tout autre moyen permettant d'obtenir un résultat équivalent.

L'emplacement de la prise et du rejet d'air doit respecter les indications suivantes :

- les orifices d'air en façade ou en toiture doivent être positionnées à l'abri des vents dominants ;
- les bords inférieurs de la prise et du rejet d'air doivent être placés à une hauteur minimale de 0,50 m au-dessus du sol fini ;
- l'espace autour des orifices d'air doit être libre ;
- l'espacement entre la prise et le rejet d'air doit être conforme aux spécifications du fabricant pour minimiser le risque de

recirculation d'air. A défaut, une distance minimale de 1,50 m doit être respectée entre les bords extérieurs des orifices d'air ou bien une solution correctrice (écran d'interposition) doit être mise en place ;

- la prise et le rejet d'air ne doivent pas être installés sur un mur pouvant devenir une paroi intérieure lors d'une potentielle extension de l'habitation.

De plus, la prise d'air doit être protégée de toute source de pollution particulière (automobile, végétale et organique...).

Par ailleurs, le rejet d'air doit être disposé à une distance minimale de 0,40 m de toute baie ouvrante, à 0,60 m de toute entrée d'air de ventilation et à 1,50 m des lieux de passage ou terrasses afin d'éviter tout risque de formation de gel lorsque la température de l'air rejeté devient négative.

Commentaire

La solution avec conduit concentrique permet de s'affranchir des contraintes d'espacement entre la prise d'air et le rejet d'air. Elle limite le percement de l'enveloppe du bâtiment et ses incidences sur l'étanchéité à l'air.

Lorsque le local d'implantation du chauffe-eau thermodynamique est enterré, la création d'une cour anglaise peut s'avérer judicieuse pour faciliter le raccordement des conduits aérauliques vers l'extérieur.

10.2. • *Entrée d'air de compensation du local*

Dans le cas d'un chauffe-eau thermodynamique sur air ambiant avec rejet raccordé sur l'extérieur (cf. 3.2.3), une entrée d'air de compensation depuis l'extérieur doit être prévue en paroi du local où est prélevé l'air (Figure 5).

Elle doit être dimensionnée de manière à compenser le débit d'air extrait par le chauffe-eau thermodynamique.

Commentaire

Le débit d'air nécessaire au fonctionnement des chauffe-eau thermodynamiques est généralement de l'ordre de 300 à 400 m³/h.

Une grille d'entrée d'air conséquente doit être installée pour compenser l'extraction d'air créée. Une alternative peut être d'opter pour un clapet de surpression qui assure le complément d'air extérieur sous l'effet de la dépression engendrée par le fonctionnement du chauffe-eau thermodynamique.



10.3. • *Calorifuge des conduits aérauliques*

Tous les conduits aérauliques doivent être calorifugés.

Le calorifugeage des conduits en tôle s'effectue côté extérieur avec un matériau isolant imperméable à la vapeur d'eau pour éviter la condensation entre le conduit aéraulique et l'isolant.

Les spécifications du fabricant relatives à la qualité de l'isolation des conduits de raccordement aérauliques doivent être respectées.

A défaut, les conduits aérauliques doivent présenter une épaisseur minimale d'isolant de 50 mm.

10.4. • *Étanchéité à l'air des conduits aérauliques*

L'étanchéité du réseau aéraulique doit être soignée et durable tout le long du réseau, en particulier au niveau des raccords : entre conduits, entre les conduits et les accessoires et entre les conduits et le chauffe-eau thermodynamique.

Le raccordement ou l'emboîtement des pièces ou accessoires qui composent le réseau est réalisé à l'aide d'un joint d'étanchéité ou de tout autre moyen permettant d'obtenir un résultat équivalent.

L'utilisation d'accessoires intégrant des dispositifs d'étanchéité améliore l'étanchéité des réseaux aérauliques.

Les bandes rétractables et adhésives, les joints mastic rapportés, ne peuvent être utilisés que si l'espace disponible autour du conduit permet leur mise en œuvre dans des conditions normales.

10.5. • *Pertes de charge des conduits aérauliques*

Le réseau aéraulique de raccordement doit présenter des pertes de charge limitées et inférieures aux pertes de charge maximales admissibles spécifiées par le fabricant.



Le diamètre des conduits aérauliques de raccordement doit être identique à celui des raccords du chauffe-eau thermodynamique pour éviter des pertes de charge excessives.

La nature des conduits (souple, rigide, semi-rigide), le cheminement et la longueur du réseau doivent être définis de manière à minimiser les pertes de charges.

L'utilisation de conduits rigides ou semi-rigides est préférable pour préserver la perméabilité à l'air du réseau et limiter les pertes de charges. Ces dernières sont souvent traduites en longueur maximale tolérée en fonction du nombre de singularités dans les documentations des fabricants.

Le respect de ces spécifications permet de s'affranchir d'un calcul détaillé des pertes de charge du réseau aéraulique selon le NF DTU 68.3. Ce calcul consiste à vérifier que la longueur et la configuration du réseau engendrent des pertes de charge inférieures à la pression disponible maximale spécifiée par le fabricant.

10.6. • *Spécificités des chauffe-eau thermodynamiques sur air extrait*

Cette technologie de chauffe-eau thermodynamiques permet d'assurer la double fonction de production d'eau chaude sanitaire et de ventilation mécanique du logement à partir d'un produit compact. Ces appareils permettent de valoriser l'énergie contenue dans l'air vicié pour la production d'ECS.



Pour valoriser l'énergie de l'air vicié, un chauffe-eau thermodynamique spécifique sur air extrait doit être installé.

Conception et dimensionnement du réseau aéraulique

Comme pour l'installation d'un système de ventilation mécanique contrôlé (VMC) en habitat individuel, le réseau aéraulique associé au chauffe-eau thermodynamique sur air extrait doit faire l'objet d'un dimensionnement aéraulique spécifique visant à déterminer :

- le nombre et les caractéristiques de débits des entrées d'air ;
- le nombre et les caractéristiques de débits des bouches d'extraction ;
- les longueurs et les dimensions des conduits aérauliques.

Les règles de conception et de dimensionnement du réseau aéraulique associé au chauffe-eau thermodynamique sur air extrait sont définies dans :

- le NF DTU 68.3 dans le cas d'un système de ventilation autoréglable ;
- les avis technique dans le cas d'un système de ventilation hygroréglable de type A ou B.



Pertes de charge des conduits aérauliques

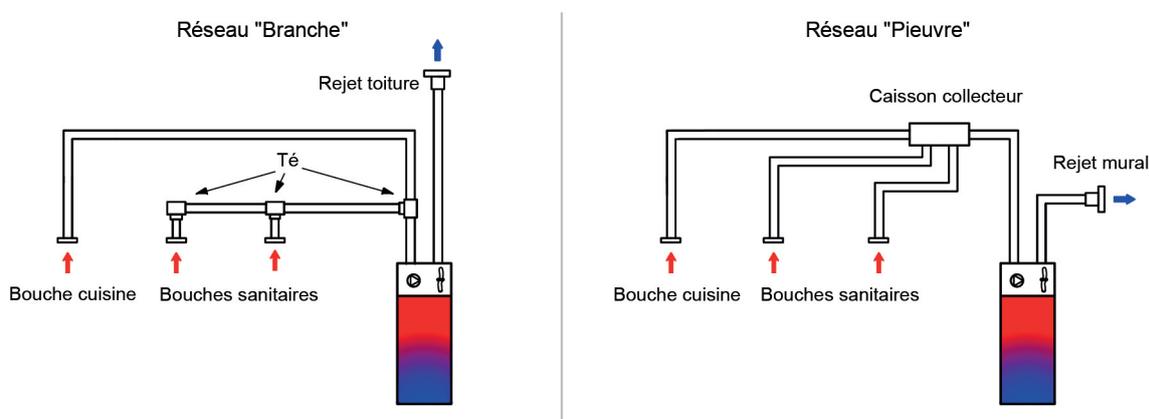
Comme pour les chauffe-eau monobloc raccordé, le réseau aéraulique doit présenter des pertes de charge limitées et inférieures aux pertes de charge maximales spécifiée par le fabricant. Le diamètre des conduits aérauliques doit être identique à celui des raccords du chauffe-eau thermodynamique pour éviter toutes pertes de charge excessives.

Le calcul des pertes de charge du réseau aéraulique associé au chauffe-eau thermodynamique doit être réalisé selon la norme NF DTU 68.3.

Deux modes de raccordement sont possibles pour les chauffe-eau thermodynamiques sur air extrait en habitat individuel (Figure 12) :

- réseau pieuvre, où chaque bouche est directement raccordée à un caisson collecteur (externe ou intégré sur certains chauffe-eau thermodynamiques) ;
- réseau branche, où plusieurs bouches sont raccordées sur un même conduit d'extraction.

En comparaison de l'architecture branche, l'architecture pieuvre est caractérisée par des longueurs de conduits plus importantes mais par des pertes de charge inférieures, et donc une pression disponible du ventilateur plus faible.



▲ Figure 12 : Présentation des deux modes de raccordement des chauffe-eau thermodynamiques sur air extrait en habitat individuel

11

Raccordement frigorifique



Ce chapitre concerne les chauffe-eau thermodynamiques sur air extérieur en éléments séparés (cf. 3.1.2).

Les opérations de mise en œuvre et de mise en service des chauffe-eau thermodynamiques avec liaison frigorifique entre l'unité extérieure et le réservoir de stockage doivent être réalisées par un intervenant détenant l'attestation d'aptitude à la manipulation de fluides frigorigènes, en particulier pour les opérations mentionnées dans les articles R543-75 à R543-123 du Code de l'environnement.

La liaison frigorifique doit être réalisée à partir de tube cuivre « qualité froid ».

Les diamètres des tuyauteries vapeur et liquide doivent être conformes aux spécifications du fabricant.

A titre informatif, le tableau (Figure 13) fournit les correspondances entre les dénominations usuelles des tuyauteries frigorifiques.

Dénomination du tube		1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"
Diamètre nominal	pouce	1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"
Diamètre extérieur	mm	6,35	9,52	12,70	15,87	19,05	22,22	25,40
Épaisseur	mm	1	1	1	1	1,05	1,14	1,20

▲ Figure 13 : Dénominations usuelles des tuyauteries frigorifiques

La longueur du raccordement frigorifique et le dénivelé entre les composants doivent être minimisés et inférieurs aux valeurs maximales spécifiées par le fabricant.

Toutes les tuyauteries frigorifiques doivent être calorifugées. L'isolation est réalisée au moyen d'un matériau souple à structure cellulaire fermée. A défaut de spécification du fabricant, les tuyauteries frigorifiques doivent être calorifugées avec une épaisseur d'isolant présentant une résistance thermique minimale de 0,5 m².K/W.



Une protection mécanique sur l'isolant doit être prévue jusqu'à une hauteur de 2 m tout en permettant l'accès aux tuyauteries calorifugées.

L'étanchéité à l'air sur tout le pourtour des tuyauteries frigorifiques au niveau des traversées de paroi doit être soignée.

Annexe

12



[ANNEXE 1] : MÉTHODE DE DIMENSIONNEMENT DES CHAUFFE-EAU THERMODYNAMIQUE LCIE





ANNEXE 1 : MÉTHODE DE DIMENSIONNEMENT DES CHAUFFE-EAU THERMODYNAMIQUES LCIE

Le dimensionnement d'un chauffe-eau thermodynamique est basé sur la méthode présentée dans le Cahier de charges des chauffe-eau thermodynamiques autonomes NF Électricité Performance LCIE 103-15/B.

La méthode est synthétisée ici.

Période de fonctionnement autorisée

En fonction du type de chauffe-eau thermodynamique, la quantité d'ECS que peut fournir l'appareil en mode thermodynamique seul doit être déterminée pour différentes périodes de fonctionnement autorisées.

Pour les chauffe-eau thermodynamiques sur air extérieur, les quantités d'ECS (V40td_nh) doivent être déterminées pour un fonctionnement :

- en Heures Creuses de nuit uniquement (sur 8h) : V40td_8h ;
- en Heures Creuses de nuit et relance méridienne (sur 14h) : V40td_8h + V40td_6h.

Pour les chauffe-eau thermodynamiques sur air extrait, les quantités d'ECS (V40td_nh) doivent être déterminées pour un fonctionnement :

- en nuit uniquement (sur 12h) : V40td_12h ;
- hors périodes de pointe (sur 18h) : V40td_12h + V40td_6h ;
- en permanent (sur 24h) : 2 x V40td_12h.

Besoin dimensionnant

Le produit et son asservissement doivent être définis de manière à vérifier que la quantité (V40td_nh) soit inférieure ou égale à la valeur V40td donnée (Figure 10).

Ces valeurs intègrent une réduction de 10 à 20% du besoin lié à la possibilité de solliciter la résistance électrique d'appoint durant les quelques jours de forts puisages sur l'année.

Type de logement	Chambre Individuelle et studio	2 pièces	3 pièces	4 pièces	5 pièces
Nombre d'occupants permanents	1-2	1-2	3-4	4-5	5 et plus
Dimensionnement en V40td (exprimé en litres à 40°C)					
Chauffe-eau sans appoint intégré	150	225	300	375	450
Chauffe-eau avec appoint intégré	135 (-10%)	200 (-11%)	260 (-13%)	315 (-16%)	360 (-20%)

▲ Figure 14: Tableau de dimensionnement en V40td (selon le Cahier de charges des chauffe-eau thermodynamiques autonomes NF Électricité Performance LCIE 103-15/B)



Méthode de calcul de la quantité d'ECS disponible

Le calcul consiste à déterminer la température théorique atteinte (t_{nh}) à l'issue du nombre d'heures de fonctionnement autorisé :

$$t_{nh} = \frac{('WH - 10)}{th} \times nh + 15$$

Avec :

- 'WH, température de référence exprimée en °C (par exemple de 52,5°C) ;
- th, durée normative de montée en température exprimée en heures ;
- nh, nombre d'heures de fonctionnement du chauffe-eau thermodynamique.

Dans la formule, 10 est la température d'eau froide de l'essai et 15 la température d'eau froide considérée pour le calcul du V40.

- Si la température théorique (t_{nh}) est inférieure à 40°C, le V40td_{nh} correspondant est considéré nul.

$$\text{Si } t_{nh} < 40^\circ\text{C} \text{ alors } V40td_{nh} = 0$$

Avec :

- V40td_{nh}, volume d'ECS à 40°C que peut fournir le ballon pour une durée de fonctionnement de nh heures. Ce volume est exprimé en litres.
- Si la température théorique (t_{nh}) est supérieure ou égale à 40°C mais inférieure à la température de référence ('WH), le V40td_{nh} doit être calculé pour le nombre d'heures de fonctionnement considéré avec la température théoriquement atteinte (t_{nh}).

$$\text{Si } 40^\circ\text{C} \leq t_{nh} < 'WH \text{ alors } V40td_{nh} = V_n \times \frac{(t_{nh} - 15)}{25}$$

Avec :

- V_n, volume nominal du ballon de stockage, exprimé en litres.
- Si la température théorique (t_{nh}) est supérieure à la température de référence ('WH), le V40td_{nh} doit être calculé pour le nombre d'heures de fonctionnement considéré avec la température de référence ('WH).

$$\text{Si } t_{nh} > 'WH \text{ alors } V40td_{nh} = V_n \times \frac{('WH - 15)}{25}$$



Température de source froide considérée

La température de référence et durée normative de montée en température ('WH, th) sont données pour une température de source froide correspondant à une application donnée.

Les valeurs utilisées pour le dimensionnement doivent correspondre à la température de source froide dans la configuration où le chauffe-eau thermodynamique est installé (Figure 11). Un chauffe-eau thermodynamique pouvant être installé dans différentes configurations, il est fréquent que ces valeurs soient indiquées pour différents types de source froide pour un même appareil.

Source froide	Température de source correspondante
Air extérieur	7°C
Air extrait	20°C

▲ Figure 15 : Températures des sources froides considérées (selon la norme NF EN 16147)

Profil de soutirage considéré

La température de référence et durée normative de montée en température ('WH, th) sont parfois disponibles pour plusieurs profils de soutirage normalisés (M, L, XL...).

Les valeurs utilisées pour le dimensionnement doivent correspondre au profil de soutirage le plus proche des besoins pour lesquels le chauffe-eau thermodynamique est installé (Figure 12).

Profil normatif	Volume journalier à 60°C litres	Équivalents à 40°C litres	Nombre de personne équivalent
S	36	60,2	
M	100,2	167,6	1 – 2
L	199,8	334,2	3 – 4
XL	325	546,8	5 – 6
XXL	420	703,3	plus

▲ Figure 16 : Correspondance des volumes normalisés (selon la norme NF EN 16147)

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.





Dans l'habitat individuel existant, l'installation d'un chauffe-eau thermodynamique individuel doit être adaptée à l'état initial de l'installation de production d'eau chaude sanitaire.

Ces Recommandations professionnelles exposent les bonnes pratiques ainsi que les points de vigilance à respecter pour garantir une conception et un dimensionnement corrects d'une installation de production d'ECS par un chauffe-eau thermodynamique dans l'habitat individuel existant.

Elles s'appliquent aux installations équipées de chauffe-eau thermodynamiques sur air extérieur, sur air ambiant et sur air extrait.

Après une description détaillée de ces solutions, une aide à la sélection du chauffe-eau est réalisée en rappelant les exigences à satisfaire ainsi que les caractéristiques liées intrinsèquement à ce type d'appareil.

Des tableaux d'aide au dimensionnement sont proposés afin de garantir la sélection d'un chauffe-eau adapté aux besoins des utilisateurs.

Les spécificités des raccordements électrique, hydraulique, aéraulique et frigorifique sont traités en détail afin de permettre le fonctionnement optimal.

Pour garantir une installation et une utilisation en toute sécurité, une attention particulière est portée au choix du local d'implantation dès la phase de conception.



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

