

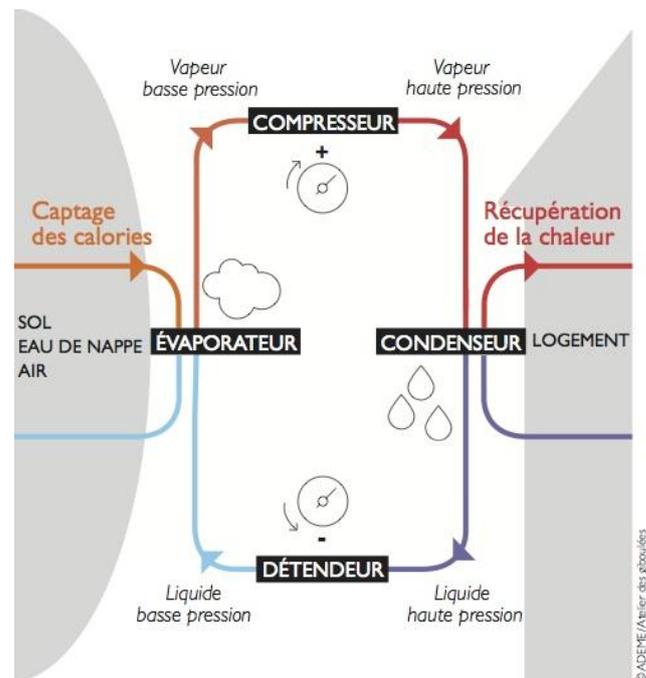


Les chauffe-eau thermodynamiques individuels (CETI)

Enjeux

Dans le contexte actuel de la construction neuve et notamment de l'application de la RT 2012 sur les maisons individuelles, les besoins de chauffage vont être réduits de manière importante alors que les besoins d'eau chaude sanitaire (ECS) resteront, eux, quasiment constants. L'usage ECS (également réglementé) est par conséquent en passe de devenir, à court terme, le premier poste de consommation des logements neufs. Des solutions de production d'ECS de plus en plus performantes sont donc appelées à se développer sur le marché, et le chauffe-eau thermodynamique individuel (CETI) en fait partie.

Le marché des CETI est en plein développement grâce à une grande diversité d'offres (80 modèles et une trentaine de constructeurs en 2011 en France). Le marché a été multiplié par 5 en l'espace de 2 ans ; ainsi, plus de 26 000 unités ont été commercialisées en 2011, contre 5 000 unités deux ans plus tôt. Ce marché est essentiellement porté par la rénovation de l'existant (environ 75 % du marché), notamment grâce à la mise en place d'un crédit d'impôts développement durable de 26 %¹.



Fonctionnement d'une pompe à chaleur

appoint électrique permettant de palier une baisse de puissance de la PAC et d'éviter les risques de légionnelles.

La performance d'un chauffe-eau thermodynamique, c'est-à-dire la quantité d'énergie utile qu'il fournit par rapport à celle qu'il consomme, est caractérisée par un Coefficient de Performance (COP). Par exemple, un COP de 3 signifie que la pompe à chaleur consomme 1 kWh d'électricité et restitue 3 kWh d'énergie sous forme d'eau chaude sanitaire. Le COP donné par les constructeurs (appelé COP normatif ou nominal) est mesuré en laboratoire, selon une norme d'essai bien définie, avec des conditions de température stabilisées. La majorité des produits ont des COP normatifs se situant aux alentours des 2,5.

Principes techniques

Un chauffe-eau thermodynamique est une pompe à chaleur de petite puissance dédiée exclusivement à la production d'eau chaude sanitaire. Il se compose d'un volume de stockage (généralement 150 à 300L d'eau) et d'une pompe à chaleur (PAC) fonctionnant à l'électricité.

La partie « pompe à chaleur » est constituée d'un circuit fermé et étanche dans lequel circule un fluide frigorigène qui transporte les calories captées dans la source extérieure. Un compresseur, alimenté à l'électricité, élève la température et la pression du fluide pour qu'il transfère les calories au ballon d'eau chaude. Le plus souvent, le CETI est équipé d'un

¹ Taux applicable au 1^{er} janvier 2013



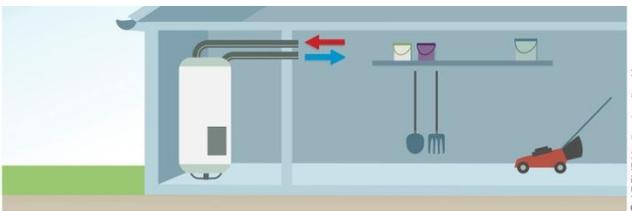
De la même manière que les PAC pour le chauffage, plusieurs typologies de CETI existent, dépendant de la source renouvelable sur laquelle est captée l'énergie :

- le captage aérothermique : l'énergie est récupérée dans l'air ; on parlera alors de CETI aérothermique. C'est la typologie la plus répandue, elle existe en trois configurations :

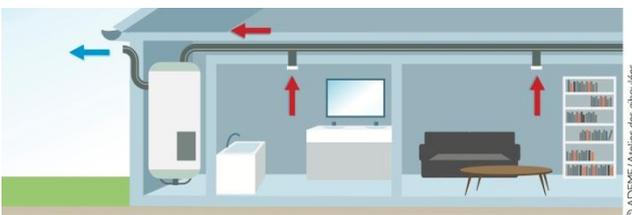
- **CETI aérothermique sur air extérieur**, l'air est capté via une gaine qui aspire et refoule l'air à l'extérieur, l'air du local n'est pas impacté.



- **CETI aérothermique sur air intérieur**, l'air est capté et refoulé en vrac dans le local dans lequel le CETI est installé, l'air du local se refroidit.



- **CETI aérothermique sur air extrait**, en combinaison avec une ventilation mécanique contrôlée (VMC), c'est l'énergie de l'air vicié qui est utilisée avant de le refouler à l'extérieur, l'air du local n'est pas impacté.



- le captage géothermique : l'énergie est récupérée dans le sol au travers d'une sonde ; on parlera alors de CETI géothermique.

- le captage héliothermique : le fluide frigorigène s'évapore grâce à un panneau récupérant l'énergie

solaire. Il s'agit d'une technologie complètement différente des panneaux solaires (thermiques ou photovoltaïques) ; on parlera alors de CETI héliothermique.

Ces deux dernières technologies présentent des performances saisonnières plus élevées de par la stabilité de température de leur source froide (le sol ou l'ensoleillement) en comparaison avec l'air extérieur dont la température varie continuellement.

État des connaissances

Avantages / Points forts

Une solution de production d'eau chaude sanitaire (ECS) valorisant les énergies renouvelables et réduisant donc les consommations d'énergies non renouvelables

Le CETI puise une partie de son énergie dans des sources renouvelables (l'air, l'eau, le sol). Une partie de sa production est donc d'origine renouvelable et permet ainsi d'atteindre des performances énergétiques supérieures aux ballons électriques classiques (dits à effet Joule).

Une solution adaptée à de nombreuses situations

Plusieurs types de chauffe-eau thermodynamiques existent et permettent de répondre à un grand nombre de situations. Les CETI aérothermiques, qui représentent la majorité du marché actuel, sont particulièrement faciles à installer et bénéficient des calories présentes dans l'air, extérieur voire intérieur.

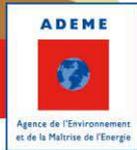
Éligible au crédit d'impôt « développement durable »

Les CETI sont éligibles à un crédit d'impôt « développement durable » de 26 %, ou 34 % dans le cadre d'un bouquet de travaux (niveaux applicables au 1^{er} janvier 2013). Les exigences d'éligibilité requièrent un COP de 2,3 pour les versions géothermiques et aérothermiques (sur air extérieur et sur air ambiant) et 2,5 pour les versions sur air extrait².

Points de vigilance

Les conditions nécessaires à une bonne performance en conditions réelles sont nombreuses

² <http://ecocitoyens.ademe.fr/financer-mon-projet>



Les COP en conditions réelles varient fortement par rapport aux COP normatifs mesurés par les fabricants en laboratoire. On observe généralement une baisse de 50% entre les COP normatifs et les COP en conditions réelles, avec des COP réels de 1,5 en moyenne.

En particulier, les performances d'un CETI dépendent en grande partie :

- de **l'emplacement du ballon**. Stocker l'eau chaude dans un ballon génère des pertes thermiques importantes (appelées « pertes statiques »). Pour limiter ces pertes, le CETI ne doit pas être installé dans un local soumis aux températures extérieures (abri hors d'eau à éviter par exemple). Il faut préférer une installation en volume chauffé, ou bien en local attenant au volume chauffé.

- du **dimensionnement du ballon**. Installer un ballon de stockage surdimensionné par rapport aux besoins réels d'eau chaude sanitaire (ECS) fait baisser fortement les performances de l'appareil en augmentant les pertes statiques. A titre d'exemple et contrairement aux idées reçues, pour une famille moyenne de 4 personnes, un CETI avec un ballon de 200 L suffit amplement pour la cuisine, les douches et les bains occasionnels.

- de la **température de consigne** pour l'eau du ballon. Les CETI fonctionnent de façon optimale pour une température de consigne de 45 à 50° C. Le COP se dégrade rapidement si on l'augmente (baisse de 40 à 60 % pour une consigne de 60° C).

Attention aux surconsommations de chauffage induites

Un **CETI sur air ambiant** utilise l'air du local (arrière cuisine, cellier, garage, buanderie...) dans lequel il se situe pour puiser son énergie. La conséquence est qu'il rafraîchit l'air de ce local de plusieurs degrés. Ce local étant le plus souvent chauffé ou attenant à l'habitation chauffée, il entraîne une surconsommation de chauffage pour le logement. Les versions utilisant l'air extérieur sont donc à privilégier.

Le **CETI sur air extrait** contourne ce problème en s'intégrant à l'évacuation d'air vicié d'une VMC. Mais cette installation est néanmoins plus contraignante. Elle est surtout adaptée aux logements neufs ou aux rénovations lourdes. Pour leur bon fonctionnement, il est parfois préconisé d'augmenter les débits d'air de la VMC. Cette solution n'est pas optimale car elle entraîne une surconsommation de chauffage. Une alternative plus économe en énergie peut consister à mélanger l'air extrait avec de l'air extérieur.

Pour les CETI aérothermiques, privilégier un fonctionnement asservi aux heures pleines/heures creuses

Il existe deux types de fonctionnement des CETI : en fonctionnement continu, le ballon est constamment maintenu à sa température de consigne (jour et nuit), tandis qu'en fonctionnement asservi au signal tarifaire, le CETI ne fonctionne qu'en période nocturne.

Malgré les baisses de température de l'air extérieur en période nocturne (le COP diminue en moyenne de 2% par degré en moins), le fonctionnement asservi au signal tarifaire est à préconiser en raison de ses avantages en termes d'efficacité et de durée de vie du matériel :

- un ballon d'ECS qui a été utilisé toute la journée est à une température d'eau basse en soirée, au moment du démarrage du CET. Le COP étant inversement proportionnel à l'écart de température entre la "source froide" (l'air extérieur) et la source chaude (l'ECS), alors, le COP sera meilleur avec un ballon plus froid ;

- lorsque le CETI fonctionne en continu tout au long de la journée, il y a de nombreux cycles marche/arrêt successifs qui dégradent les performances. A contrario, un fonctionnement nocturne présente un seul cycle de marche pour remonter le ballon à sa température de consigne. A cela, il faut ajouter que multiplier les cycles marche/arrêt dégrade le compresseur et impacte la durée de vie de l'appareil.

La majorité des CETI sont aujourd'hui connectés en Heures Pleines / Heures Creuses. L'ADEME recommande ce type de fonctionnement, non seulement pour des raisons énergétiques et économiques, mais aussi pour le bon équilibre de la courbe de charge électrique nationale.

Une capacité de « stockage » d'énergie réduite

Les CETI, au même titre que les chauffe-eau solaires, en se développant remplaceront une partie des 12 millions de chauffe-eau à effet Joule équipant les ménages français. Ce parc représente une capacité de stockage d'électricité utile à une gestion optimisée du réseau électrique national. Sa substitution progressive par ces nouvelles technologies, plus efficaces énergétiquement, réduira donc la capacité de stockage de l'énergie électrique sous forme de chaleur. Cette réduction devra être prise en compte dans le développement et la gestion future des réseaux énergétiques. Des solutions de substitution présentant des performances techniques et économiques aussi bonnes devront être recherchées, mais elles ne sont pas encore disponibles.



Coûts

Pour un CETI aérothermique, les coûts de fourniture et d'installation généralement observés sont de l'ordre de 3 500 € TTC. A titre d'exemple, le budget dédié à l'ECS pour une famille de 4 personnes avec un CETI aérothermique peut être estimé à 155 € TTC/an. Pour couvrir les mêmes besoins, le recours à un chauffe-eau à effet Joule génère, quant à lui, une facture annuelle de 390 € TTC/an pour un investissement initial de l'ordre de 1 000 € TTC. Le temps de retour sur investissement pour le CETI est d'environ 8 années³

³ Crédit d'impôt de 26% sur le matériel, selon les hypothèses de calcul suivantes : besoins ECS de 2650kWh/an ; prix kWh élec HC de 8,8 ct€ ; COP du CETI = 1,5 ; efficacité du chauffe-eau = 0,6.

POUR EN SAVOIR PLUS

Publications

- Guide ADEME « [Installer une pompe à chaleur](#) »
- Publication ADEME « [Les pompes à chaleur](#) »

Sites Internet

- www.ecocitoyens.ademe.fr/mon-habitation
- www.afpac.org

L'Avis de l'ADEME

Les chauffe-eau thermodynamiques constituent des solutions de production d'eau chaude sanitaire performantes dans la mesure où l'appareil est correctement dimensionné et installé. L'ADEME préconise l'installation de CETI avec des COP normatifs proches de 3 et déconseille l'installation de CETI sur air intérieur au profit des autres typologies de CETI (air extérieur, air extrait, géothermique ...). L'ADEME préconise également un fonctionnement asservi au signal tarifaire Heures Pleines / Heures Creuses.

Le remplacement d'un chauffe-eau « classique » par un chauffe-eau thermodynamique réduit la consommation d'énergie non renouvelable mais aussi, en conséquence, la capacité de « stockage » du système électrique. Le développement de solutions alternatives est donc nécessaire.

Néanmoins, le CETI est une solution de production d'eau chaude sanitaire parmi d'autres et qui n'est pas nécessairement adaptée à tous les cas de figures. Il convient de faire une étude sérieuse par un installateur qualifié, préférentiellement titulaire d'une qualification porteuse de la mention "Reconnu Grenelle Environnement". Par ailleurs, l'ADEME préconise également un comportement économe en limitant au maximum ses besoins d'ECS, notamment par l'installation de dispositifs limiteurs sur les points de puisage et le recours aux douches.