

Principes de fonctionnement de la pompe à chaleur

Exposés dès le 19^{ème} siècle par Sadi Carnot, les principes fondateurs de la thermodynamique ont permis l'apparition en 1834 des premières pompes à chaleur (PAC) sous forme de machines frigorifiques à compression de fluide. Depuis, ces machines thermodynamiques se sont modernisées et sont entrées dans l'habitat collectif et particulier. Elles peuvent fournir à un bâtiment le chauffage, le rafraîchissement et/ou l'eau chaude sanitaire. La chaleur est puisée dans l'environnement extérieur et restituée à l'intérieur.

Les différents types de pompes à chaleur

Il existe plusieurs technologies de pompes à chaleur, les plus courantes sont actuellement les PAC à compression. Une autre technologie de pompes à chaleur se développe depuis quelques années : la PAC à absorption gaz.

PAC à compression

Le compresseur des PAC à compression peut être alimenté soit par de l'électricité (PAC à compression électrique) soit par du gaz (PAC à moteur gaz). Le fonctionnement d'une PAC à compression est comparable à celui d'un réfrigérateur ménager.

PAC à absorption

Dans le cas des PAC à absorption, l'élévation de température et de pression ne se fait pas via un compresseur mais par l'intermédiaire d'un brûleur à gaz. Les échanges de chaleur reposent, quant à eux, sur la réaction d'une solution composée d'un fluide frigorigène (ammoniac) et d'un absorbant (eau).

Terminologie des pompes à chaleur

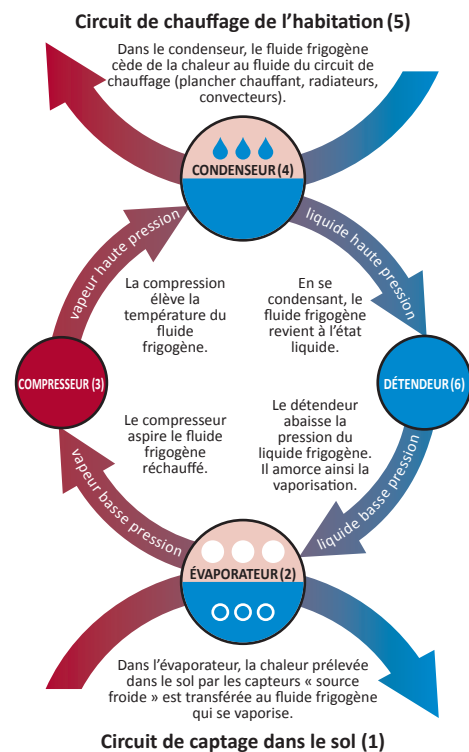
Les pompes sont souvent qualifiées par deux mots, le premier désigne le milieu où la pompe puise la chaleur, le second désigne le vecteur de diffusion dans le bâtiment.

Géothermie et aquathermie :

- sol/eau : énergie puisée dans le sol, diffusée dans des radiateurs à eau
- sol/sol : énergie puisée dans le sol, diffusée dans un plancher chauffant
- eau glycolée/eau : énergie puisée dans le sol via des capteurs enterrés contenant de l'eau glycolée, diffusée dans des radiateurs à eau
- eau/eau : énergie puisée dans l'eau, diffusée dans des radiateurs à eau

Aérothermie :

- air/eau : énergie puisée dans l'air, diffusée dans des radiateurs à eau
- air/air : énergie puisée dans l'air, diffusée via des ventilo-convecteurs



Qu'est-ce qu'une pompe à chaleur (PAC) ?

Une PAC est une machine thermodynamique qui puise la chaleur d'un milieu naturel appelé « source froide »(1) (eau, air, sol) dont la température est inférieure à celle du local à chauffer. Elle transfère ensuite cette énergie au fluide caloporteur afin d'assurer le chauffage et souvent aussi la production d'eau chaude sanitaire. La chaleur prélevée au niveau de la « source froide » est captée par le fluide caloporteur au niveau de l'évaporateur (3). Le fluide change d'état et se transforme en vapeur. Le compresseur comprime cette vapeur, augmentant ainsi sa température. C'est au niveau du condenseur (4) que la vapeur en se condensant transmet sa chaleur au milieu à chauffer (5). Puis la température du fluide s'abaisse fortement dans un détendeur (6) le rendant prêt pour une nouvelle absorption de chaleur, le cycle peut recommencer. Il existe aujourd'hui des pompes à chaleur dites réversibles qui permettent de produire du chaud et du froid.

■ Les sources de chaleur

Les PAC géothermiques utilisent la chaleur contenue dans le sol

La chaleur est puisée dans le sol par des capteurs qui peuvent être enterrés, verticalement ou horizontalement, ou dans l'eau des nappes.

• Capteurs horizontaux

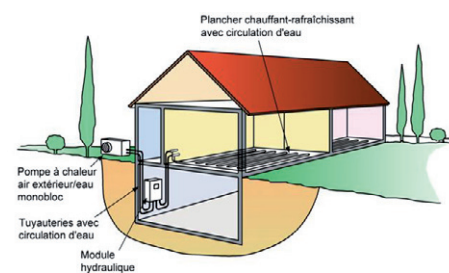
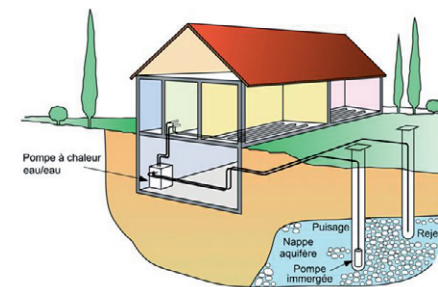
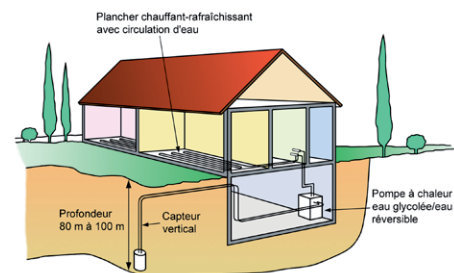
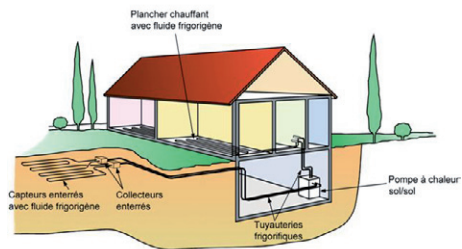
Les capteurs horizontaux sont répartis et enterrés à faible profondeur (de 0,60 m à 1,20 m). Selon la technologie employée, de l'eau glycolée ou le fluide frigorigène de la pompe à chaleur circule en circuit fermé à l'intérieur de ces capteurs. La surface de capteurs nécessaire représentera environ 1,5 à 2 fois la surface habitable à chauffer. Pour une maison de 150 m², les capteurs occuperont donc entre 225 et 300 m² du jardin.

• Sondes géothermiques verticales

Les sondes verticales sont installées dans un forage et scellées par du ciment. La profondeur peut atteindre plusieurs centaines de mètres, là où la température du sol est stable tout au long de l'année. On y fait circuler en circuit fermé de l'eau glycolée. L'emprise au sol est minime par rapport aux capteurs horizontaux. Pour chauffer une maison de 120 m² habitable, une sonde géothermique de 100 m de profondeur est suffisante.

• Les pompes à chaleur sur nappes ou sur aquifères

Les pompes à chaleur sur nappes puisent la chaleur contenue dans l'eau : nappes phréatiques (où la température de l'eau est constante entre 7 et 12 °C), rivière ou lac. Elles nécessitent deux forages pouvant atteindre chacun plusieurs dizaines ou centaines de mètres de profondeur. Ce type d'installation permet de fournir le chauffage et rafraîchissement aux bâtiments collectifs ou tertiaires et, si la nappe est située à faible profondeur, aux maisons individuelles.



Les PAC aérothermiques puisent la chaleur dans l'air extérieur

La pompe à chaleur est installée à l'extérieur du logement et prélève la chaleur de l'air extérieur pour chauffer le logement.

Bien que les performances se réduisent avec la baisse de la température extérieure (y compris du fait des cycles de dégivrage), du fait des progrès technologiques importants qu'ont connus ce type de PAC dans les dernières années¹, le coefficient de performance reste aujourd'hui nettement supérieur à 2 pour une température extérieure de -7 °C avec un plancher chauffant. Certaines pompes à chaleur sont capables de fonctionner jusqu'à des températures extérieures pouvant descendre jusqu'à -15 °C voir -20 °C. En dessous de sa température d'équilibre (liée au dimensionnement), la pompe à chaleur continue (ou non²) de fonctionner et elle sollicite en complément un appoint pour assurer le chauffage du logement. En dessous de sa température minimale de fonctionnement, la pompe à chaleur s'arrête et l'appoint assure le chauffage du logement.

1. COP nominaux dépassant les 4 et pouvant atteindre 5 pour les machines les plus performantes.
2. choix initial lors du devis.



Syndicat des énergies renouvelables
13-15, rue de la Baume
75008 Paris
Tél. : +33 1 48 78 05 60
Fax : +33 1 48 78 09 07
www.enr.fr

■ Pompe à chaleur et énergies renouvelables

Il existe plusieurs méthodes de mesure de la performance d'une pompe à chaleur. Lorsque son coefficient de performance est suffisamment élevé, la PAC mobilise une source d'énergie renouvelable prélevée dans l'air, l'eau ou le sol, selon sa typologie.

■ Mesure de la performance d'une PAC

En mode chauffage : COP

On appelle COP (COefficient de Performance), le rapport entre l'énergie thermique utile restituée pour le chauffage et l'énergie électrique nécessaire pour faire fonctionner la pompe à chaleur.

$$\text{COP} = \frac{\text{énergie produite par la PAC (chaleur restituée dans le bâtiment)}}{\text{énergie consommée par la PAC (compresseur et auxiliaires)}}$$

Avec un COP de 4, une PAC qui consomme 1 kWh d'électricité – telle qu'elle est mesurée au compteur (énergie finale) – produit 4 kWh de chauffage. Ce coefficient traduit la performance énergétique d'une pompe à chaleur en mode chauffage.

- **Le COP machine** : il rend compte du niveau de performance déterminé en laboratoire, dans des conditions d'essais spécifiques. Il est valable pour une température d'essai donnée.
- **Le COP système** : il prend en compte tous les éléments du système : la pompe à chaleur mais aussi les circulateurs, les pompes de relevage de l'eau, les accessoires divers, etc.
- **Le COP saisonnier (appelé également SPF, Seasonal Performance Factor)** : il s'agit du COP système enregistré sur une saison complète de chauffe.

En mode rafraîchissement : EER

L'EER (Energy Efficiency Ratio) est le coefficient d'efficacité frigorifique. Il représente la performance énergétique de la pompe à chaleur fonctionnant en mode rafraîchissement.

$$\text{EER} = \frac{\text{énergie transférée par la PAC (chaleur prélevée dans le bâtiment)}}{\text{énergie consommée par la PAC (compresseur et auxiliaires)}}$$



© PETER HANSEN / FOTOLIA



© PETER HANSEN / FOTOLIA

■ PAC et énergies renouvelables

Les pompes à chaleur prélèvent localement de l'énergie thermique renouvelable dans l'air, dans l'eau ou dans le sol pour fournir chaleur et/ou rafraîchissement. Elles consomment toutefois une faible quantité d'électricité ou de gaz pour y parvenir. Selon les textes législatifs ou réglementaires, cette quantité d'énergie est déduite en tout ou partie de l'énergie globale fournie. Les PAC performantes sont celles qui ont des coefficients de performance (COP) suffisamment élevés pour conduire à des bilans largement positifs dans tous les cas de figure.



Zoom sur les coefficients de conversion de l'énergie finale en énergie primaire

L'énergie primaire est, pour les énergies fossiles et la biomasse, l'énergie brute après extraction ou récolte telle qu'elle se présente à l'entrée de la première unité de transformation (raffinerie, centrale électrique, chaudière). Pour la production nucléaire et la géothermie, l'énergie primaire est celle contenue dans la vapeur, à la sortie du réacteur ou à la sortie des forages. Pour les énergies renouvelables solaires, hydrauliques, marines et éoliennes, l'énergie primaire est l'énergie électrique ou thermique recueillie à la sortie des systèmes de conversion des flux naturels en énergie utilisable.

L'énergie finale est celle qui est livrée au consommateur pour sa consommation et mesurée au compteur : kWh d'électricité, m³ de fioul, kWh de chaleur, litres d'essence, etc.

On remonte de l'énergie finale à l'énergie primaire en ajoutant les consommations propres du secteur énergétique dont la plus importante est liée aux pertes à la production des centrales thermiques et nucléaires mais aussi aux pertes en ligne des réseaux ou au fonctionnement des raffineries.

Un coefficient de conversion en énergie primaire est défini comme le rapport entre l'énergie primaire mobilisée et l'énergie finale livrée. Pour l'électricité, les coefficients de conversion varient d'un pays à l'autre en fonction du mix électrique, mais aussi en fonction des différents usages notamment dans le secteur de l'habitat et du tertiaire (mix mobilisé en base ou mix mobilisé en pointe).

En pratique, les coefficients de conversion adoptés dans le secteur de l'habitat et du tertiaire en France sont les suivants :

- 1 pour tous les combustibles (fioul, gaz naturel, biomasse...) et la chaleur ;
- 2,58 pour l'électricité.

Ce coefficient est amené à évoluer à la baisse compte tenu de l'évolution du mix de production de l'électricité dans lequel les énergies renouvelables tiennent une part croissante.



Syndicat des énergies renouvelables
13-15, rue de la Baume
75008 Paris
Tél. : +33 1 48 78 05 60
Fax : +33 1 48 78 09 07
www.enr.fr



■ Usages, entretien et installation des pompes à chaleur

Valoriser l'énergie à basse température en l'élevant à une température suffisante pour le chauffage de logements, tel est le rôle premier des pompes à chaleur. Cependant, ces équipements peuvent être valorisés pour de nombreux autres usages : la production d'eau chaude sanitaire, le rafraîchissement, etc. Pour profiter pleinement des performances de ces machines thermodynamiques, une bonne installation comme un bon entretien sont indispensables. Il faut aussi que les systèmes d'émission de chaleur à l'intérieur du logement soient bien conçus.

■ Les émetteurs de chaleur

Le choix du système d'émission à l'intérieur de l'habitation est important car il va conditionner le confort, mais aussi la performance de la pompe à chaleur.

Le plancher chauffant basse température

Formé de tubes intégrés dans une dalle de béton, la surface d'un plancher chauffant diffuse une chaleur douce et régulière (jamais supérieure à 28 °C), qui apporte une sensation de confort. Dans les tubes circule l'eau du circuit de chauffage ou le fluide frigorigène.

Certains planchers dits chauffant/rafraîchissant permettent également de rafraîchir le bâtiment en période estivale.

Les radiateurs basse température

Ils fonctionnent avec une eau dont la température est comprise entre 45 et 50 °C et procurent une chaleur douce. Cette solution peut être plus facile à mettre en œuvre qu'un plancher chauffant dans le cas d'une rénovation.

Les ventilo-convecteurs

Le principe des ventilo-convecteurs consiste à faire passer de l'eau chaude (ou le fluide frigorigène) dans un échangeur sur lequel souffle un ventilateur pour diffuser de l'air chaud ou frais dans une pièce.

Ce système peut comporter une unité centrale ou une unité par pièce qui pulse l'air réchauffé ou rafraîchi dans le logement.



■ Des usages divers

PAC et eau chaude sanitaire

Bien que les pompes à chaleur soient avant tout des systèmes de chauffage, certaines d'entre elles permettent d'utiliser une partie de la chaleur du fluide frigorigène pour chauffer l'eau d'un ballon, via un échangeur de chaleur. D'autres systèmes de pompes à chaleur sont uniquement dédiés à la production d'eau chaude sanitaire.

Le chauffe-eau thermodynamique

Fonctionnant de la même manière qu'une PAC aérothermique, le chauffe-eau thermodynamique est composé d'une pompe à chaleur et d'un ballon. Il puise les calories naturellement présentes dans l'air pour les diffuser dans le ballon et assurer la production d'eau chaude sanitaire.

PAC et chauffage de piscine

Une PAC peut également servir à chauffer l'eau d'une piscine extérieure. Il est possible, dans certains cas, d'utiliser la même installation pour le chauffage de la maison, ce qui ne nécessite pas d'investissement supplémentaire.

PAC et rafraîchissement

En plus de la fonction de chauffage, de nombreuses PAC dites « réversibles » permettent de rafraîchir le logement en été, grâce à l'inversion du cycle frigorifique. Pour profiter de la fonction de rafraîchissement, il est indispensable d'installer des émetteurs spécifiques de type plancher chauffant/rafraîchissant ou ventilo-convecteurs, par exemple.

■ Mise en service et entretien

Pour une performance et une durée de vie optimales, il est important d'assurer une bonne mise en service et un entretien régulier des pompes à chaleur. Ces opérations doivent être réalisées par des professionnels spécialisés et compétents.



© BANKSPHOTOS / ISTOCKPHOTO



Syndicat des énergies renouvelables
13-15, rue de la Baume
75008 Paris
Tél. : +33 1 48 78 05 60
Fax : +33 1 48 78 09 07
www.enr.fr

dernière révision du document : octobre 2012



© BUDERUS

Selon le type de système, certaines opérations de maintenance sont obligatoires :

- Un contrôle pour les équipements dont la charge en fluide frigorigène est supérieure à 2 kg. Il doit être réalisé lors de la mise en service et doit être renouvelé tous les ans (Décret n°2007-737 du 7 mai 2007).
- L'inspection des pompes à chaleur réversibles dont la puissance frigorifique nominale est supérieure à 12 kW. Réalisée à l'initiative du propriétaire ou du syndicat de copropriété de l'immeuble, elle doit avoir lieu au moins tous les 5 ans.

La première inspection doit avoir eu lieu avant le 2 avril 2012 pour les installations existantes d'une puissance supérieure à 100 kW et d'ici le 2 avril 2013 pour celles dont la puissance est supérieure à 12 kW.

En cas d'installation d'un nouveau système, l'inspection devra être effectuée au plus tard un an après l'installation ou le remplacement de ce nouveau matériel (Décret n° 2010-349 du 31 mars 2010).

© WARWICK LISTER-KATE / ISTOCKPHOTO



CONCEPTION : THINK UP, COMMUNICATION ECO-RESPONSABLE* - +33 9 65 14 46 37

La pompe à chaleur en France

Depuis les années 1990, le marché français des pompes à chaleur est en progression. Il comprend presque exclusivement des pompes à chaleur à compression. Contrairement à nos voisins européens (notamment Suède, Suisse, Autriche) qui installent en majorité des pompes à chaleur géothermiques, la technologie la plus usitée en France est la pompe à chaleur aérothermique. Le Grenelle de l'Environnement prévoit une contribution des pompes à chaleur au mix énergétique à hauteur de 1,6 million de tonnes équivalent pétrole correspondant à environ 2 millions de ménages équipés d'ici 2020.

Le marché de la pompe à chaleur en France

Le marché français des pompes à chaleur est en progression régulière depuis les années 1995. Il est passé d'environ 1 500 réalisations par an avant 1997 à près de 65 000 unités vendues en 2011, hors systèmes air/air.

La mise en place par les pouvoirs publics d'un crédit d'impôt en faveur des PAC de 40 % en 2005, puis de 50 % en 2006, a permis une progression significative du marché durant ces années.

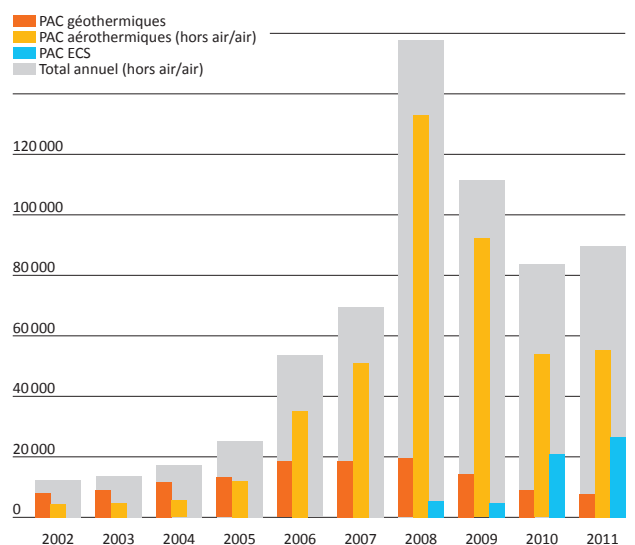
Un doublement du marché annuel s'est ensuite opéré en 2008, année exceptionnelle durant laquelle environ 150 000 unités ont été vendues. Cette année a également vu émerger le marché des PAC dédiées à l'eau chaude sanitaire (chauffe-eau thermodynamiques).

Entre 2009 et 2011, la diminution du marché de la construction neuve a directement affecté le marché des PAC et plus particulièrement celui des PAC géothermiques, généralement installées dans les bâtiments neufs.

Aujourd'hui près de 750 000 foyers français sont équipés d'une pompe à chaleur (hors air/air).

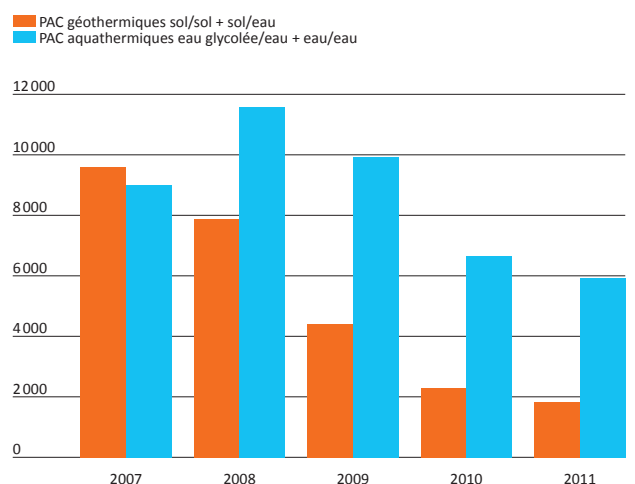
Marché annuel des pompes à chaleur

source : AFPAC



Marché annuel des pompes à chaleur géothermiques

source : AFPAC



© BUDERUS

■ Une filière qui se structure

Afin de pérenniser le développement des pompes à chaleur, les professionnels ont lancé des démarches de qualité. Elles se composent de trois volets : le marquage NFPAC pour le matériel, l'appellation qualité QualiPAC pour l'installation et le label QualiForage pour la réalisation du forage.



- **La marque NF PAC** de l'AFAQ-AFNOR Certification est délivrée par CERTITA. Elle est attribuée sur démarche volontaire des fabricants. Elle indique la conformité des pompes à chaleur aux différentes normes en vigueur, françaises, européennes et internationales, ainsi que le respect des performances minimales fixées dans le référentiel n° 414 d'AFNOR Certification (le COP, la puissance thermique et le niveau de puissance acoustique).

- Créée en 2007 par l'AFPAC avec le soutien de l'ADEME et transférée à l'association Qualité EnR en 2010, **QualiPAC** est une appellation qui rassemble des professionnels engagés dans une démarche de qualité pour l'installation de PAC dans l'habitat individuel. Elle est accordée aux entreprises selon des critères précis, fixés dans un référentiel. L'entreprise s'engage à respecter les dix points de la Charte de Qualité QualiPAC et doit assister à une formation obligatoire de cinq jours, validée par un examen en fin de session. Une de ses installations est contrôlée dans le strict respect du référentiel, chaque année.

- **La démarche QualiForage** vise à encadrer le marché des pompes à chaleur sur sondes géothermiques verticales, réalisées pour être reliées par des pompes à chaleur. Ce label reconnaît le savoir-faire des foreurs et leur engagement à respecter la norme en vigueur (NF-X10-970). Il vise la promotion d'une image de marque optimale de la sonde géothermique verticale.

■ Les aides financières

Le crédit d'impôt 2012

Conditions d'éligibilité au crédit d'impôt pour les PAC

	Type	Technologie	Montant du crédit d'impôt		Conditions d'éligibilité
			Taux pour une action seule	Taux majoré pour un bouquet de travaux	
Pour les habitations principales neuves ou anciennes Pompe à Chaleur (si Intensité max démarrage ≤ 45 A en monophasé ou ≤ 60 A en triphasé)	PAC géothermiques	Géothermique à capteur fluide frigorigène sol/sol ou sol/eau	26% (y compris pose de l'échangeur souterrain)	34% (y compris pose de l'échangeur souterrain)	COP supérieur ou égal à 3,4 pour une température d'évaporation de -5 °C et une température de condensation de 35 °C
		Géothermique eau glycolée/eau			COP supérieur ou égal à 3,4 pour des températures d'entrée et de sortie d'eau glycolée de 0 °C et -3 °C à l'évaporateur, et des températures d'entrée et de sortie d'eau de 30 °C et 35 °C au condenseur selon le référentiel de la norme d'essai 14511-2
		Géothermique eau/eau			COP supérieur ou égal à 3,4 pour des températures d'entrée et de sortie de 10 °C et 7 °C d'eau à l'évaporateur, et de 30 °C et 35 °C au condenseur selon le référentiel de la norme d'essai 14511-2
	PAC aérothermiques	PAC air/eau	15%	23%	COP supérieur ou égal à 3,4 pour une température d'entrée d'air de 7 °C à l'évaporateur et des températures d'entrée et de sortie d'eau de 30 °C et 35 °C au condenseur, selon le référentiel de la norme d'essai 14511-2
PAC dédiées à l'eau chaude sanitaire	Eau chaude thermodynamique	26%	34%	COP supérieur ou égal à 2,3 pour les sources air ambiant et air extérieur et à 2,5 pour les sources air extrait et géothermie, pour une température d'eau chaude de 52,5 °C selon le référentiel de la norme EN 16147	

source : Article 200 quater du Code Général des Impôts, modifié par la loi n°2009-1674 du 30 décembre – art58 (V) et Article 18 bis de l'annexe 4 du CGI, modifié par l'arrêté du 30 décembre 2011

Les aides locales

Certaines régions, départements ou communes soutiennent financièrement l'installation de pompes à chaleur aérothermiques ou géothermiques, sous forme de subventions ou de prêts bonifiés.

Le taux réduit de TVA

Dans le cas d'un logement achevé depuis plus de deux ans, les travaux d'installation de la pompe à chaleur réalisés par un professionnel ouvrent droit à une TVA réduite à 7%.



Syndicat des énergies renouvelables
13-15, rue de la Baume
75008 Paris
Tél. : +33 1 48 78 05 60
Fax : +33 1 48 78 09 07
www.enr.fr

© WARWICK LISTER-KATE / ISTOCKPHOTO

La pompe à chaleur en Europe et dans le monde

La diversité des applications et des technologies de pompes à chaleur permet à ce système thermodynamique d'être implanté en tout point du globe et dans tout type de bâtiments. Les États-Unis, le Japon et la Suède constituent les principaux marchés au monde. Le marché français est également très dynamique et talonne aujourd'hui celui de la Suède et de l'Italie. Selon les climats et modes de vie des différents pays, certaines technologies sont privilégiées : PAC géothermiques dans les pays « froids » (Suède, Suisse, Autriche, etc.), PAC aérothermiques dans les régions ou pays « chauds » (Japon, États-Unis, Italie, etc.).

Le marché européen des pompes à chaleur

En Europe, les principaux marchés de la pompe à chaleur sont la Suède, l'Italie, la France, la Norvège, l'Allemagne et la Finlande.

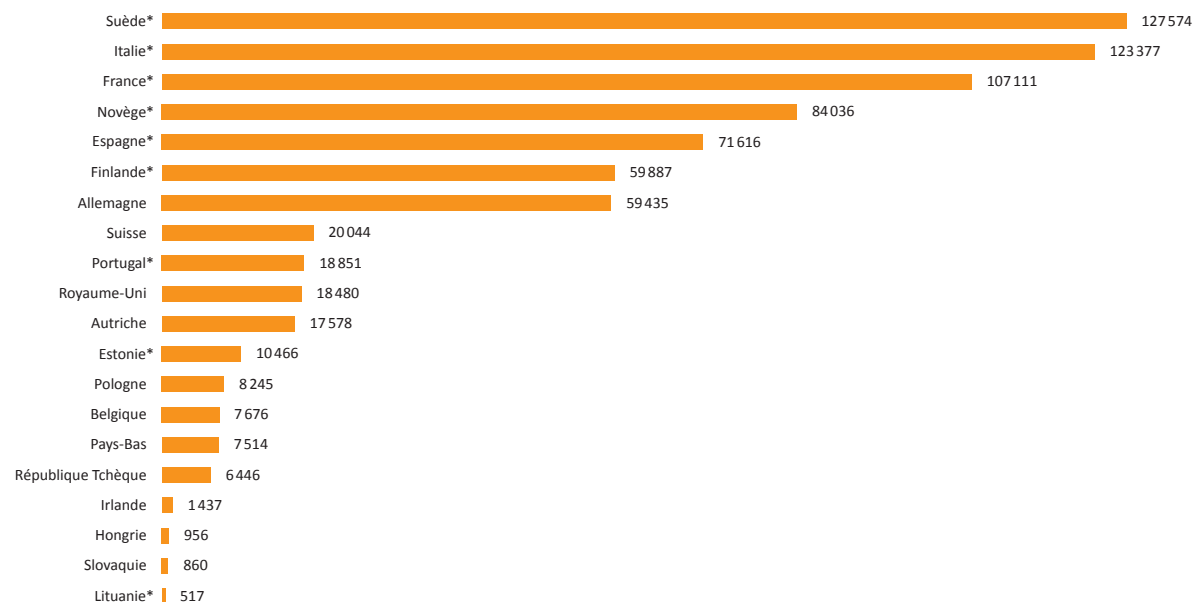
Entre 2007 et 2008, le marché des PAC en Europe a connu une progression de près de 50% traduisant une reconnaissance accrue de cette technologie par les particuliers. Elle s'explique également par de nouveaux champs d'application ; auparavant installées en majorité dans les maisons neuves, les pompes à chaleur trouvent aujourd'hui leur place dans les bâtiments tertiaires et d'habitation collectifs mais également dans les bâtiments existants lors d'opérations de rénovation.

Entre 2009 et 2010, le marché européen s'est stabilisé autour de 700 000 unités vendues par an.



Marché annuel des pompes à chaleur en Europe en 2010

source : EHPA



* Ventes de PAC réversibles air/air incluses

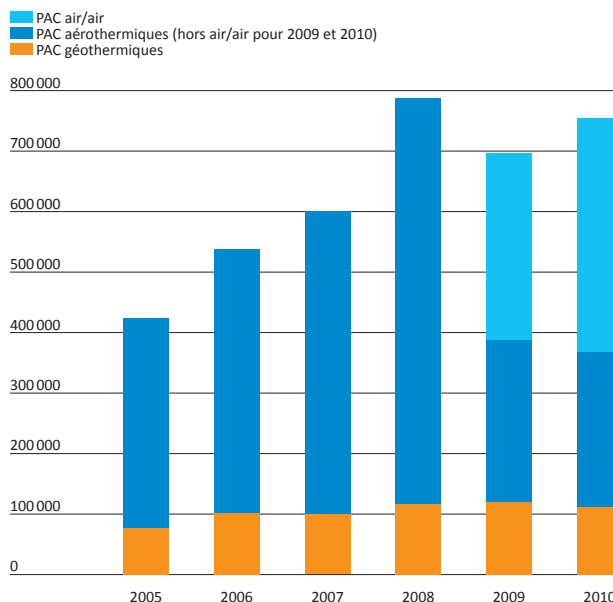
■ La répartition des différents types de PAC

Avant 2007, le marché européen des pompes à chaleur était représenté majoritairement par la technologie des PAC géothermiques en raison notamment des marchés suédois et suisse très dynamiques sur ce type de technologie. Depuis 2008, le nombre de PAC aérothermiques installées a dépassé celui des PAC géothermiques. Ce basculement est notamment lié à la progression exceptionnelle des marchés français et allemand constitués en majorité de PAC air/eau.



Répartition des types de pompes à chaleur en Europe

source : EHPA



■ Les pompes à chaleur géothermiques

Le marché européen des pompes à chaleur géothermiques est le plus important et le plus dynamique au monde, il est en progression régulière depuis une dizaine d'années et atteint aujourd'hui environ 100 000 unités vendues par an. Au total, le parc européen s'élève à plus d'un million de PAC géothermiques installées (2010).

Les marchés les plus importants de l'Union Européenne sont l'Allemagne, la France et la Suède qui possède le plus grand parc de PAC géothermiques installées au monde. En Suède, en Autriche et en Suisse, ce type de PAC est majoritaire par rapport aux PAC aérothermiques ; les PAC géothermiques y sont installées dans la grande majorité des constructions neuves (95 % des maisons neuves équipées en Suède).

Principaux marchés des pompes à chaleur géothermiques en Union européenne

source : Observ'ER 2011

Pays	2009	+ 2010
Suède	27 544	31 954
Allemagne	29 371	25 516
France	15 507	12 250
Finlande	6 137	8 091
Autriche	7 212	6 516
Pays-Bas	5 309	4 690
Pologne	4 200	4 120
Royaume-Uni	3 980	4 060
République Tchèque	1 959	2 224
Belgique	2 336	1 249
Hongrie	259	1 000
Estonie	682	985
Italie	n.d.	357
Lituanie	413	356
Irlande	1 321	224
Slovaquie	n.d.	155
Slovénie	710	99
TOTAL	106 940	103 846

* estimation



Syndicat des énergies renouvelables
13-15, rue de la Baume
75008 Paris
Tél. : +33 1 48 78 05 60
Fax : +33 1 48 78 09 07
www.enr.fr

