

## PAC au gaz naturel : des avantages incontestés pour la performance énergétique

Qu'elles soient à absorption ou à moteur gaz, les pompes à chaleur fonctionnant au gaz naturel présentent des atouts incontestés pour répondre favorablement aux enjeux du Grenelle de l'environnement. Encore minoritaires sur le marché, elles devraient petit à petit s'imposer dans les bâtiments tertiaires, le logement collectif et bientôt dans les maisons individuelles.

Il existe actuellement deux technologies distinctes de pompes à chaleur au gaz naturel (PAC gaz) qui permettent d'assurer le chauffage, la préparation de l'eau chaude sanitaire ainsi que la climatisation des locaux, si la machine est dite "réversible".

La première technologie regroupe les PAC à moteur gaz. Elles sont très similaires aux PAC à compression électrique: le cycle frigorifique est identique, mais le compresseur n'est pas entraîné par un moteur électrique, mais par un moteur à combustion interne fonctionnant au gaz naturel (moteur dérivé de l'industrie automobile). La spécificité de ces machines tient dans la valorisation de l'énergie dégagée par le refroidissement du moteur (culasse et échappement).

En effet, en mode chauffage, la récupération d'énergie servira au maintien de la puissance de chauffage délivrée même à très basse température extérieure (sans l'aide d'un appoint). En mode climatisation (et lorsque la température est supérieure à 10 °C), cette énergie sera mise à disposition de l'utilisateur pour la production d'eau chaude sanitaire (ECS) le plus souvent. > **Figure 1**

La seconde technologie dite "à absorption gaz" présente le même principe de cycle fri-

gorifique que les PAC moteur gaz. Néanmoins, la compression ne se fait plus mécaniquement (via un compresseur), mais par l'intermédiaire d'un simple brûleur gaz naturel identique à celui d'une chaudière, par thermo-compression. Les échanges de chaleur reposent sur l'affinité entre un fluide frigorigène (l'ammoniac) et un absorbant (l'eau). L'absorbant contribue à l'entraînement du fluide frigorigène: il absorbe les vapeurs à basse température et les relâche par chauffage, et une pompe de solution assure la fonction de "transfert". La chaleur restituée dans le bâtiment sous forme d'eau chaude, provient d'une part du transfert de l'énergie puisée à l'extérieur

Des avantages incontestés

Une offre constructeur qui se diversifie

Bientôt des PAC gaz  
pour la maison individuelle

Nicolas Doré, chef de projet,  
GDF SUEZ direction recherche  
et innovation (Crigen)



**Photo 1** PAC absorption gaz aérothermique sur un immeuble de logements collectif pour la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire.

(dans l'air ou le sol par évaporation du fluide frigorigène), et de l'autre de la réaction d'absorption (qui est une réaction exothermique).

**Des avantages incontestés**

Les PAC gaz peuvent être réversibles, elles produisent du chauffage, de la climatisation et l'eau chaude sanitaire. Elles existent en versions aérothermique et géothermique, et certaines versions sont proposées en haute température (jusqu'à 70 °C) pour une implantation aisée dans les bâtiments existants (quel que soit le type d'émetteurs) et pour assurer les cycles anti-légionnelle pour le stockage d'ECS.

D'un point de vue énergétique, leurs performances sont en moyenne supérieures de 30 % à 40 % par rapport aux meilleures chaudières à condensation du marché. En effet, les PAC moteur gaz affichent des COP sur énergie primaire de l'ordre de 1,5 (PCI<sup>1</sup>) (soit un COP équivalent électrique de 3,9) et un EER de 1,4 (PCI) aux conditions nominales (EER<sup>2</sup> équivalent électrique de 3,6). Concernant les PAC absorption gaz, celles-ci affichent des COP allant jusqu'à 1,7 (PCI) en chauffage pour la version géothermique; c'est l'équivalent d'une chaudière avec un rendement de 170 %, alors que les meilleures chaudières condensation du moment atteignent 107 % PCI. Les systèmes à absorption permettent également de produire du froid, mais leur rendement est moins élevé (EER = 0,7 sur PCI). Cette solution sera plutôt réservée aux locaux avec de faibles besoins en climatisation.

Ces hautes performances, validées par différents tests en laboratoires indépendants, montrent la rupture technologique, et font des PAC gaz des produits de choix pour atteindre les labels bâtiment basse consommation (BBC) ou bâtiment à énergie positive (Bepos), et générer des gains substantiels en énergie primaire et en CO<sub>2</sub>. Par ailleurs, là où les PAC électriques affichent des baisses de puissance fournie en saison hivernale (et donc un recours à un appoint électrique par effet joule), la puissance utile des PAC gaz est quasiment maintenue, quelle que soit la température extérieure; il n'est donc pas nécessaire de

prévoir un appoint. Enfin, les puissances électriques à souscrire sont très faibles comparativement à leur équivalent électrique, produit qui peut ainsi répondre favorablement à des situations où le réseau électrique est contraint.

Côté maintenance, les PAC à absorption ne nécessitent pas de compétences supplémentaires, l'entretien centré sur le brûleur gaz est très similaire à celui d'une chaudière à condensation. Les PAC moteur gaz sont équipés de moteurs nécessitant un entretien spécifique; néanmoins, ceux-ci ont été optimisés pour espacer au maximum les interventions. Selon les constructeurs, une intervention toutes les 10 000 heures (soit 2 à 3 ans de fonctionnement) est nécessaire. Pour le reste, il s'agit du même entretien qu'une pompe à chaleur à compression électrique.

### Une offre constructeur qui se diversifie

Les PAC moteur gaz, très largement utilisées au Japon (marché de 25 000 unités par an) sont disponibles sur le marché français. Deux constructeurs (Sanyo et Aisin Toyota) distribuent des machines aérothermiques réversibles dont les puissances chaud/froid varient de 26 kWc/22 kWf jusqu'à 84 kWc/71 kWf en versions DRV 2 et 3 tubes, ainsi que sur vecteur eau chaude avec l'ajout d'un module hydraulique optionnel. Quant aux PAC à absorption gaz, le constructeur Robur distribue cette technologie sur le marché français via la société Ez Comfort

(basée en Rhône Alpes) ainsi que sous la marque **FranceAir** avec le modèle Xinoé. Il propose des modules air/eau et eau/eau de 40 kW en chaud seul (modèle E3) et des unités réversibles (modèles GAHP) de 36 kW chaud et 17,5 kW froid.

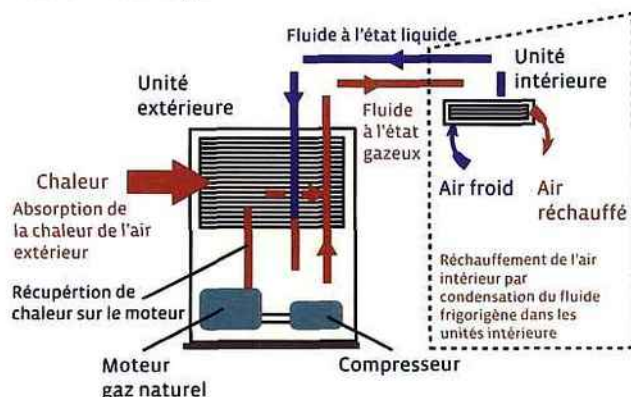
La gamme de puissances disponibles en fait des machines adaptées aux petits et moyens bâtiments tertiaires et à l'habitat collectif, tant dans le neuf que dans l'existant. > **Photo 1**

### Bientôt des PAC gaz pour la maison individuelle

Alors que la PAC moteur gaz est difficilement miniaturisable à des coûts acceptables, l'absorption gaz est la technologie utilisée par de nombreux constructeurs de chaudières pour le développement de machines de petites puissances, adaptées à la maison individuelle. Plusieurs prototypes existent déjà avec des performances très prometteuses. Ces produits (d'une puissance de l'ordre de 10 kW) seront capables de chauffer et de produire de l'ECS quelles que soient les conditions extérieures, avec des rendements supérieurs de 30 % en comparaison des chaudières à condensation. Les premiers exemplaires seront commercialisés en 2011-2012 et l'on peut affirmer que cette technologie jouera un rôle prépondérant sur le marché de la maison individuelle neuve et existante. ■ 22-34

<sup>1</sup> PCI: Pouvoir calorifique inférieur.  
<sup>2</sup> EER: Energy Efficiency Ratio: c'est le coefficient d'efficacité frigorifique.

#### Mode chauffage



#### Mode rafraîchissement

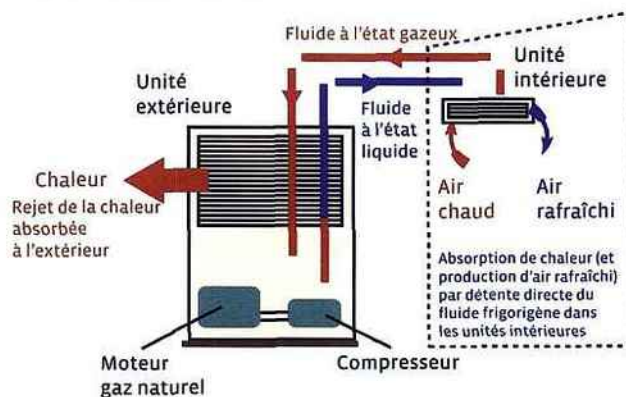
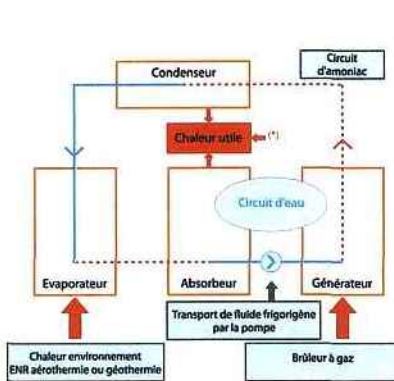


Figure 1 Principe de fonctionnement des PAC à absorption gaz.

## Principe de fonctionnement de l'absorption

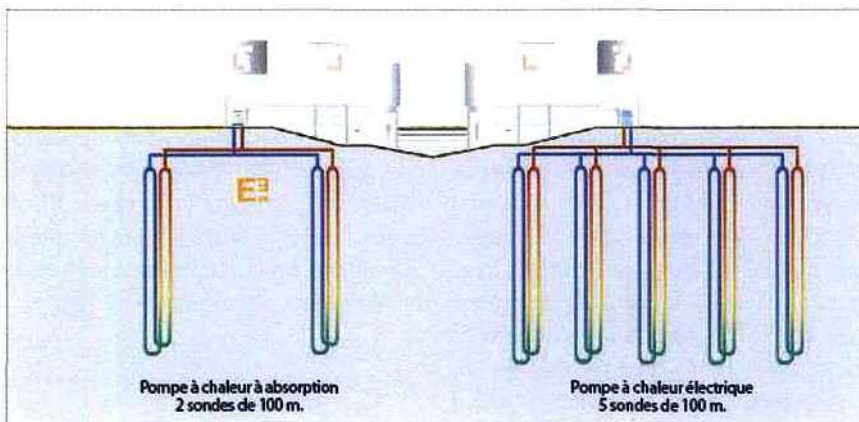


**Figure 1** Le cycle à absorption ammoniac/eau en mode chauffage.

Le cycle à absorption ammoniac/eau en mode chauffage se décompose en cinq étapes majeures (> **Figure 1**):

- > la solution d'eau et d'ammoniac est chauffée dans le générateur par le brûleur gaz naturel. Par cet apport d'énergie, l'ammoniac est alors désorbé de l'eau et quitte le générateur sous forme gazeuse. De son côté, par gravité, la solution appauvrie en ammoniac (de l'eau essentiellement) descend vers l'absorbeur;
- > l'ammoniac gazeux et pur entame alors un cycle frigorifique classique. Il traverse le condenseur et cède sa chaleur latente au circuit de chauffage et devient liquide;

- > l'ammoniac liquide passe alors dans un détendeur et en puisant son énergie au niveau de l'évaporateur s'évapore pour repasser à l'état gazeux, mais avec cette fois une plus basse pression;
- > l'ammoniac gazeux est alors mis en contact avec la solution liquide appauvrie venant du générateur. L'ammoniac est alors naturellement absorbé par l'eau et un dégagement de chaleur a donc lieu. Celle-ci étant exothermique, l'énergie est également récupérée par le circuit de chauffage;
- > La solution riche est alors "pompée" par la pompe de solution pour rejoindre le générateur et continuer le cycle.



**Figure 2** Sur cet exemple pour produire 42 kW, la PAC électrique a besoin de six sondes de 100 m de profondeur contre deux sondes pour la version absorption gaz.

**La géothermie par absorption gaz**  
Etant donné qu'une partie de l'énergie récupérable sur une PAC absorption gaz provient de la réaction d'absorption (indépendante du milieu extérieur), le dimensionnement de sondes géothermiques associées à la solution gaz s'en trouve très largement réduit. Comme le montre la **Figure 2**, à puissance restituée identique, une PAC gaz absorption aura besoin de 60 % à 70 % de moins de capteurs géothermiques que son équivalent électrique. Cet atout technologique fait de la solution géothermique gaz une solution compétitive dès l'investissement. ■