



La Pompe à Chaleur à Moteur Gaz

Un COP stable – une efficacité pour BBC !

La pompe à chaleur moteur gaz est une pompe à chaleur électrique où le moteur électrique a été remplacé par un moteur à gaz naturel. Elle permet des économies d'énergie primaire importantes, grâce à un COP stable par toutes températures.

Olivier BROGGI - GrDF
28/03/2012

Sommaire

1.	Fonctionnement de la pompe à chaleur gaz.....	3
2.	Caractéristiques.....	4
3.	Avantage du produit / Concurrence.....	4
4.	Un produit peu émetteur de CO2.....	5
5.	Un confort d'utilisation optimal.....	6
6.	Un confort acoustique	7
7.	Positionnement RT 2005	7
8.	Part Energie Renouvelable	9
9.	Distribution	9
10.	Coût d'investissement	10
11.	Installation	11
12.	Maintenance.....	12
13.	Fiches références	14

1. Fonctionnement de la pompe à chaleur gaz

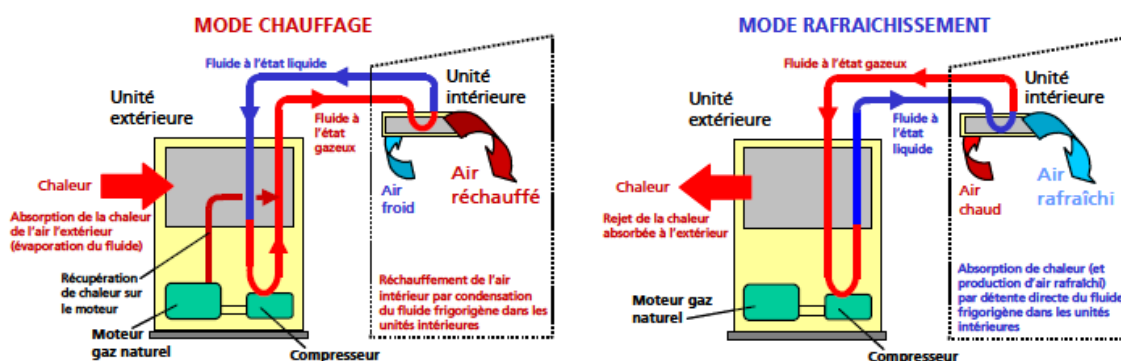
Sur le marché tertiaire, un nouveau produit gaz naturel permet de couvrir les besoins de chaud, de froid voire d'eau chaude sanitaire, avec des performances élevées. Ce produit, la pompe à chaleur moteur gaz, éprouvé depuis de nombreuses années au Japon et dans la plupart des pays européens, est disponible en France depuis 2007. On dit souvent qu'une pompe à chaleur fonctionne «comme un réfrigérateur à l'envers». Dans un réfrigérateur, de la chaleur est puisée à l'intérieur de celui-ci, ce qui en abaisse la température, puis est rejetée à l'extérieur, dans l'air de la cuisine. Les pompes à chaleur fonctionnent selon le même principe, mais c'est l'environnement extérieur (sol, air ou eau) qui fournit la chaleur et l'intérieur du logement qui la récupère.

La pompe à chaleur ou PAC est constituée d'un circuit fermé dans lequel circule un fluide frigorigène à l'état liquide ou gazeux selon les organes qu'il traverse (l'évaporateur, le compresseur, le condenseur, et le détendeur).

Elle est composée d'une unité extérieure qui prélève les calories dans l'air extérieur et d'unités intérieures qui les restituent (émetteurs à détente directe – air/air – ou émetteurs à vecteur eau – air/eau).

La PAC est dite réversible, lorsqu'elle est capable de fonctionner en mode chauffage ou en mode climatisation, par inversion du cycle. En mode climatisation, la pompe à chaleur absorbe la chaleur contenue dans la pièce pour la rejeter à l'extérieur. L'air de la pièce est ainsi rafraîchi.

La PAC moteur gaz est une pompe à chaleur réversible dont le compresseur est entraîné par un moteur fonctionnant au gaz naturel.



Ou dit, encore autrement, la pompe à chaleur moteur gaz est une pompe à chaleur électrique de laquelle on a retiré le moteur électrique pour le remplacer par un moteur à gaz naturel.

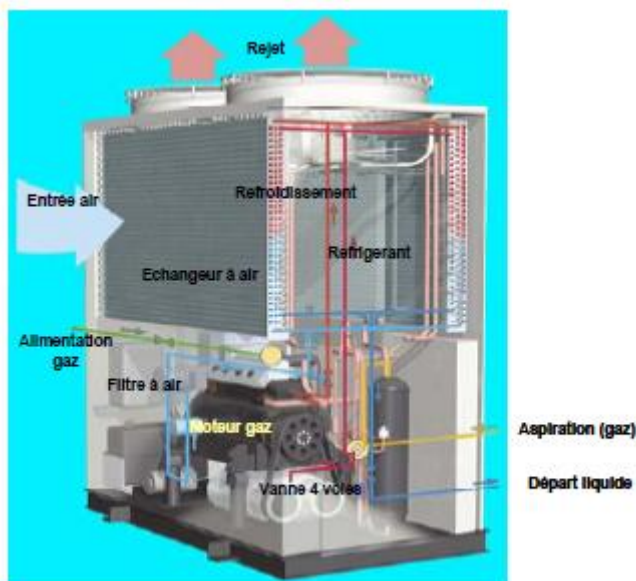
Détente directe – air/air – ou émetteurs à vecteur eau – air/eau ?

Pour les PAC air-air, c'est le fluide frigorigène (R410A) qui circule dans le bâtiment jusqu'aux émetteurs. Ces derniers sont dits à « détente directe ».

Dans le cas des PAC air-eau, c'est de l'eau qui circule dans le bâtiment et donc dans les émetteurs.

Dans le cas de la PAC moteur, la version eau-eau n'existe pas. Il n'y a donc pas d'installation sur sondes géothermiques ou sur nappe phréatique possible.

2. Caractéristiques



La gamme de puissance couverte par la PAC moteur gaz s'étend de 40 kW chaud (35,5 kW froid) à 80 kW chaud (71 kW froid).

Il est possible d'installer plusieurs modules en parallèle pour atteindre 300 à 400 kW de puissance utile.

Cette gamme est donc adaptée aux surfaces tertiaires comprises environ entre 500 et 5000 m².

Chaque machine pèse entre 600 et 900 kg.

3. Avantage du produit / Concurrence

Comme toute pompe à chaleur, c'est un système performant qui puise une part de ses calories dans l'air extérieur.

La PAC moteur gaz est encore plus performante puisque la chaleur du bloc moteur et des produits de combustion est récupérée :

- En hiver, la chaleur est injectée dans le système (cycle thermodynamique) pour compléter les calories qui manquent dans l'air extérieur et ainsi maintenir la puissance ou pour éviter des "inversions de cycle" pour dégivrer la machine.
- En été, la chaleur est utilisée pour produire de l'eau chaude sanitaire, ou tout autre process utilisant de l'eau chaude supérieure à 55°C.

La puissance est ainsi maintenue même par températures extérieures basses et négatives.

Ainsi, le rendement de la PAC moteur gaz est particulièrement élevé en hiver comme en été : les coefficients de performance (COP) sur énergie primaire varient, en fonction de la puissance de la machine, de 1,4 à 1,6 en mode chaud, et de 1,3 à 1,5 en mode froid (équivalent à un COP électrique de plus de 4 voir, ci-dessous).

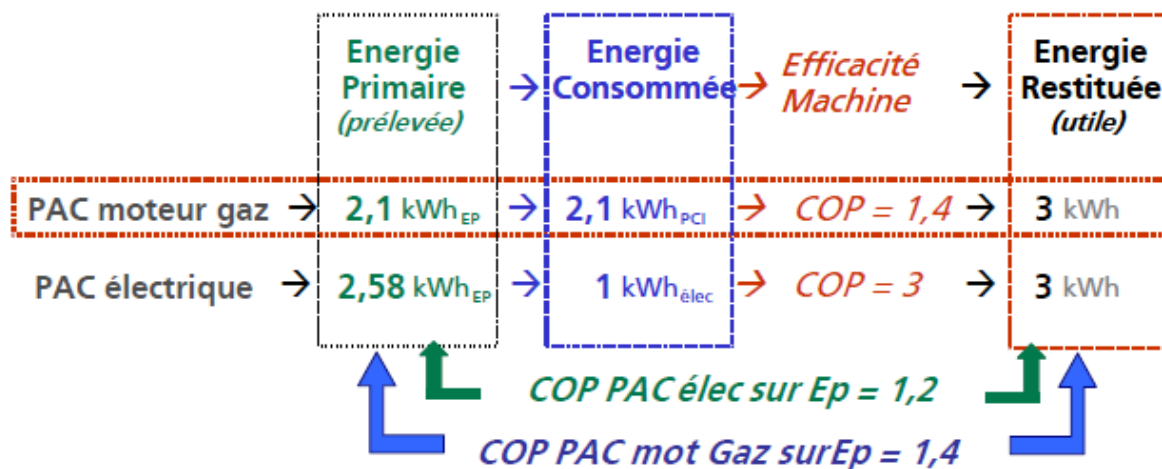
Question fréquente sur ce point :

La PAC gaz affiche des COP (coefficient de performance) de l'ordre de 1,5, ce qui semble faible par rapport aux COP des matériels électriques, qui peuvent dépasser 3.

Cela veut-il dire que la PAC gaz est moins performante ?

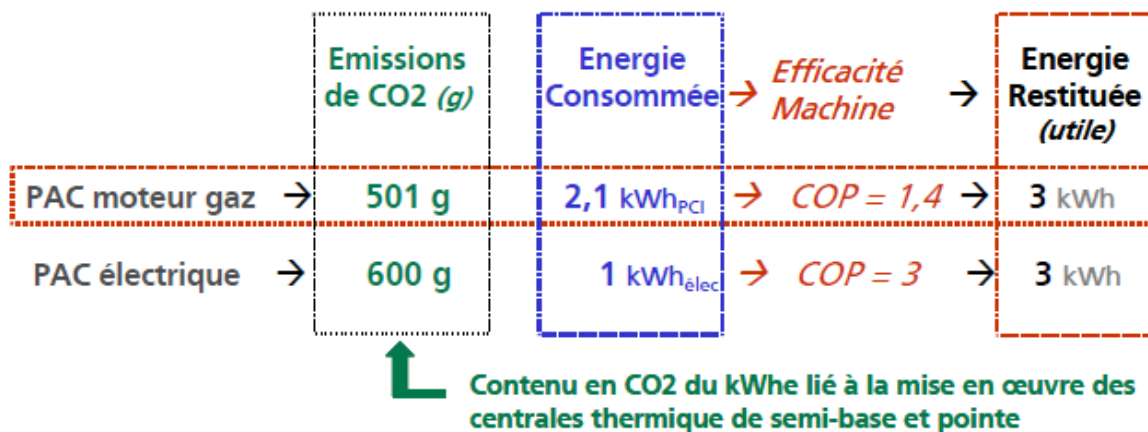
Non, la PAC gaz est tout aussi performante que la PAC électrique, voire plus. Les COP des PAC gaz et des PAC électriques ne peuvent pas être comparés directement : il faut prendre en compte dans les deux cas l'énergie primaire prélevée pour la même énergie utile restituée au client. Dans le cas de

l'électricité, il faut tenir compte du coefficient de conversion en énergie primaire : $1 \text{ kWh}_e = 2,58 \text{ kWh}$ Energie primaire (coefficient de référence de la Réglementation Thermique).



4. Un produit peu émetteur de CO2

La PAC gaz permet entre 15 et 20 % de réduction d'émissions de CO2 par rapport à la PAC électrique, du fait de ses performances et du contenu en CO2 élevé de l'électricité associé aux nouveaux chauffages électriques.

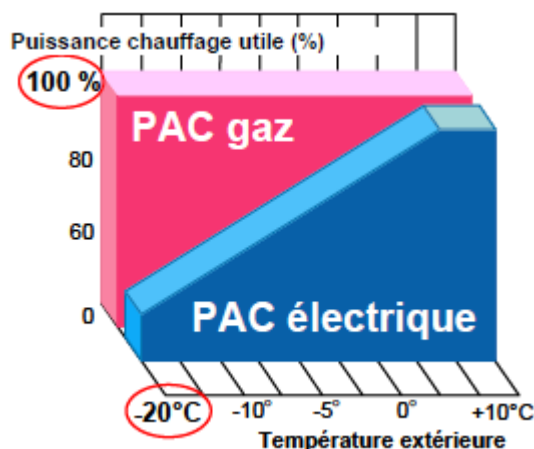


NB : ce calcul est effectué sur la base de valeurs en CO2 de 600 g/kWh_e et de 234 g/kWh_{PCI} . Cette valeur peut surprendre mais elle reflète le parc de production mis en œuvre pour un usage de semi-base ou de pointe comme le chauffage, (cf note RTE - Ademe 2007). Vous trouverez plus d'informations sur la plaquette éditée par l'AFG sur ce sujet.

5. Un confort d'utilisation optimal

Le maintien de la puissance de chauffage, même par basses températures :

Lorsque la température extérieure est très basse, une PAC électrique aérothermique a besoin d'être relayée par un chauffage électrique d'appoint (résistance), aux basses performances énergétiques. Dans le cas de la PAC gaz, la puissance est maintenue quelle que soit la température extérieure grâce à la chaleur récupérée sur le moteur thermique : la PAC peut donc continuer à diffuser la même quantité de chaleur sans appoint même par grand froid !



La garantie d'une température intérieure stable : pas d'inversion de cycle

Dans le cas d'une PAC électrique, quand la température extérieure tombe en dessous d'environ 4°C, du givre se forme sur l'échangeur extérieur, et le système doit inverser régulièrement son cycle pour le dégivrer. Afin d'éviter de souffler du froid dans les pièces pendant ces périodes, l'appoint électrique est sollicité. Ce fonctionnement se traduit par un confort dégradé et de moindres performances du système.

Avec la PAC gaz, les inversions de cycles sont inutiles car le système compense le phénomène de givre en récupérant la chaleur sur le moteur, garantissant ainsi toute la puissance.

Une montée en température très rapide

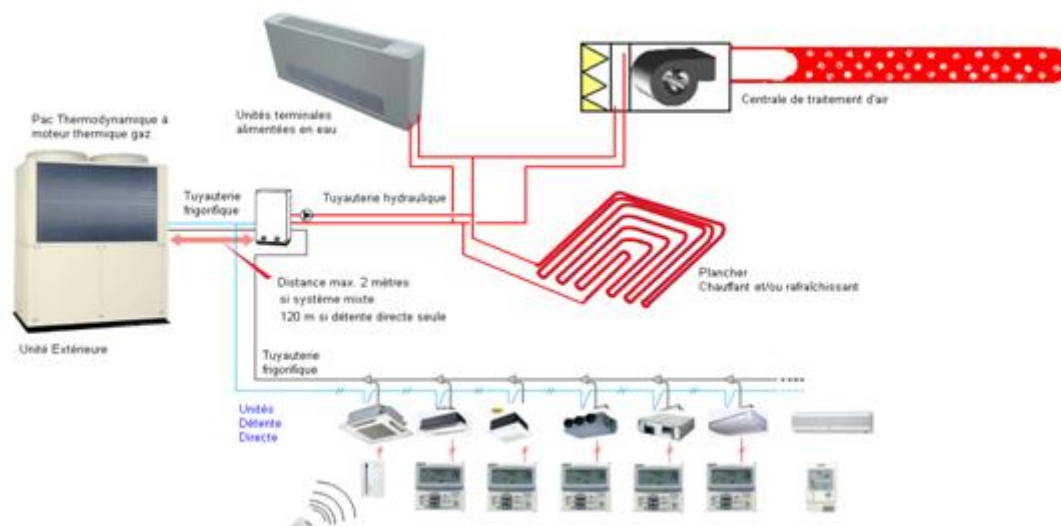
Toujours grâce à l'énergie récupérée sur le moteur, le système, beaucoup plus réactif, permet d'atteindre la température souhaitée très rapidement : environ 10 min, alors qu'il faudrait plus d'une demi-heure pour une PAC électrique.

Une liberté de choix dans les installations intérieures

Selon les caractéristiques de son projet, le maître d'ouvrage pourra choisir, avec une PAC gaz, une distribution en vecteur eau ou en fluide frigorigène (détente directe), avec une large gamme d'émetteurs :

- en vecteur eau : ventilo-convecteurs, plancher chauffant-rafraîchissant, centrale de traitement d'air
- en détente directe : cassettes 2 voies, 4 voies, murales ou plafonnieres...

Par ailleurs, la PAC gaz est le seul système permettant d'avoir une installation mixte : en vecteur eau et détente directe, ce qui est particulièrement intéressant dans le cas d'une réhabilitation.



6. Un confort acoustique

C'est un argument difficile à croire tant que l'on n'a pas entendu une machine en fonctionnement, mais une PAC moteur gaz n'est pas plus bruyante qu'une PAC électrique de même puissance. Les tests effectués par SANYO, qui vend les deux types de matériels, montrent même que certains modèles de la gamme sont plus silencieux. Les vibrations du moteur sont absorbées par des cylindres « hydrauliques » spécialement développés par le constructeur, atténuant la transmission à la structure.

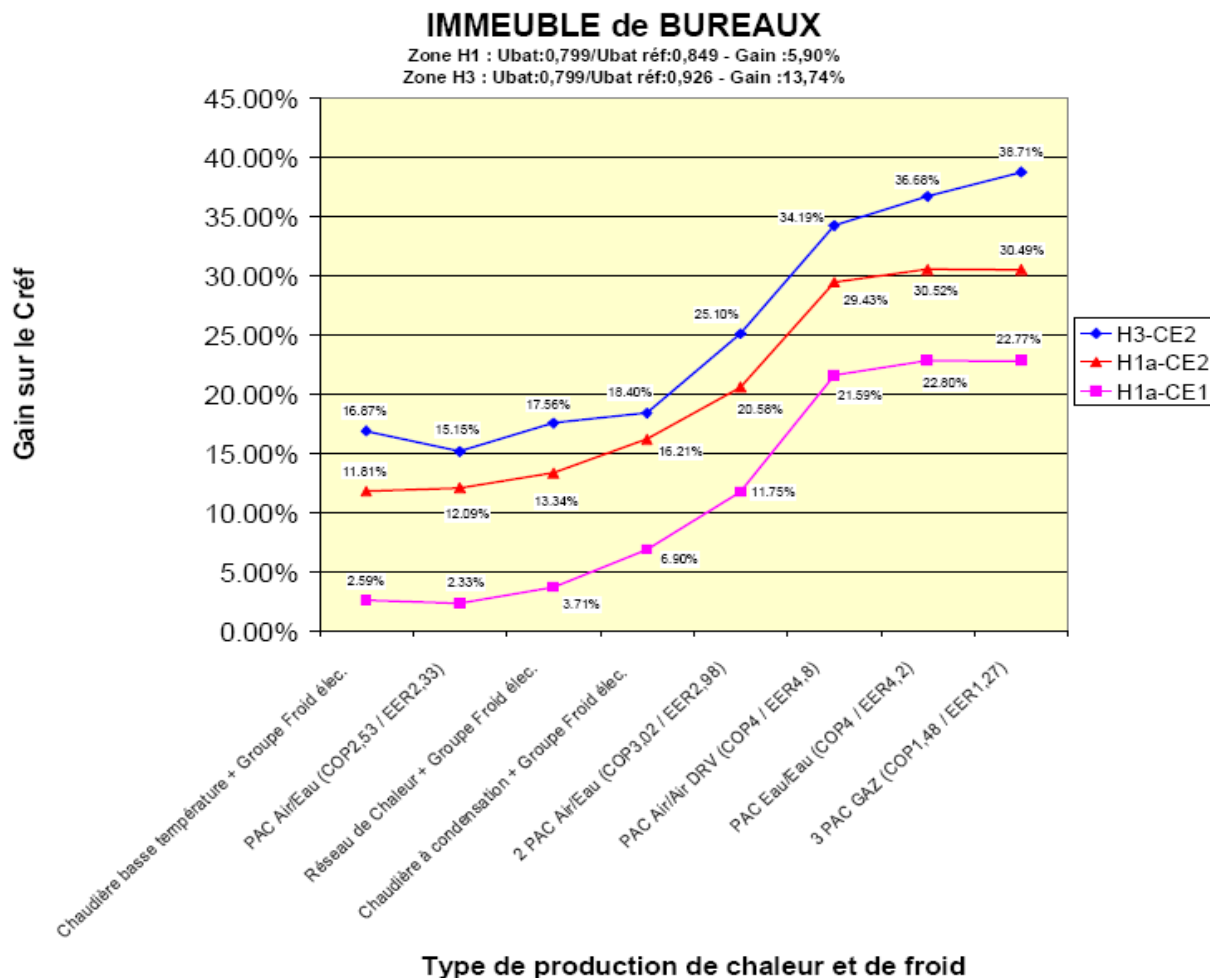
7. Positionnement RT 2005

Dans la réglementation thermique 2005, c'est un système valorisé : la performance de la pompe à chaleur à moteur gaz impacte d'importantes économies d'énergie primaire. Cela permet d'éviter un surinvestissement sur le bâti, la ventilation... ou d'atteindre des niveaux de performance comme THPE ou BBC. Ces PAC sont bien sûr intégrées dans les logiciels de calculs RT

Pour récupérer les données de ce produit, le bureau d'étude peut, directement depuis son logiciel RT2005 consulter la base Edibatec à l'adresse suivante :

http://www.edibatec.org/System/consultation/affiche_gamme.php?code=POMPCHA

Le graphique ci-dessous illustre les gains que l'on peut obtenir en installant ce produit dans un immeuble de bureau par exemple.



Ces machines seront bien sûr intégrées aussi au moteur de calcul RT2012. Les constructeurs et GrDF travaillent en ce moment à la certification de leurs performances.



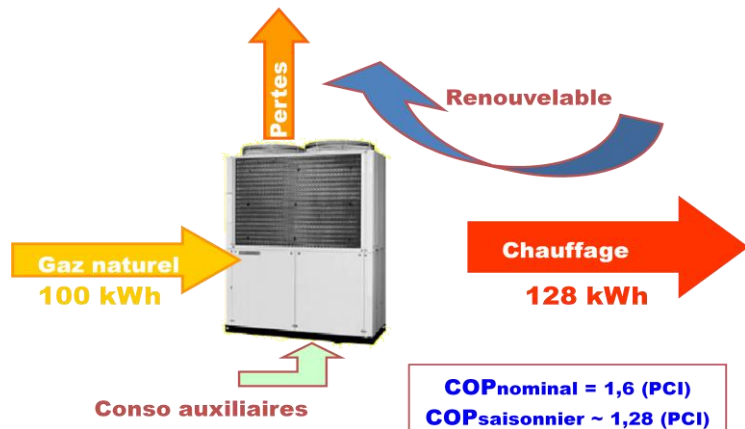
De plus, depuis le 2 avril 2011, le Titre V ECS est paru au Journal Officiel. La production d'eau chaude sanitaire via récupération de la chaleur du moteur est donc désormais quantifiable dans les logiciels de calcul RT2005. Vos contacts GrDF tiennent à votre disposition des fiches explicatives pour vous aider à saisir cela dans les trois principaux logiciels RT.

8. Part Energie Renouvelable

Comme toutes les pompes à chaleur, la quantité d'énergie puisée dans le monde extérieur (ici l'air) est valorisable comme part EnR.

Dans cet exemple où le COP saisonnier est de 1,28, la perte EnR de cette affaire est de $((128-100)/128) = 22\%$

Pour chaque affaire il conviendra donc de calculer le COP saisonnier de l'installation étudiée. Ce COP saisonnier étant fonction entre autre : du nombre de machines installées, des charges partielles et de la température de départ de la boucle de chauffage.



9. Distribution

A noter que l'on peut travailler avec ces machines soit en détente directe, soit en vecteur eau via un module hydraulique; les installations mixtes sont aussi possibles.

2 fabricants sont aujourd'hui présents sur le marché français :

Sanyo (machines équipées de moteurs Nissan)

Contact : Michel Venambre : 06 07 67 02 73

PANASONIC

Contact : Thibault Parsol : 06 23 95 26 40

10. Coût d'investissement

La rentabilité de la PAC gaz s'évalue en coût global (coût d'investissement + coût d'exploitation).

En investissement, le coût de la machine PAC gaz peut-être 2 fois supérieur à celui d'une PAC électrique de même puissance. Cependant, le prix de la machine n'est pas le seul coût à considérer : en comparant l'ensemble du système, l'écart de coûts se réduit et peut être favorable au gaz.

Avec une PAC électrique, il faut en effet prendre également en compte :

- le coût de l'appoint (ou du sur-dimensionnement)
- les surcoûts sur le lot électrique (disjoncteur + armoire + alimentation)
- les surcoûts liés au respect de la réglementation thermique (isolation, ventilation...)

Il conviendra peut-être ensuite de ne dimensionner en PAC gaz qu'une partie des besoins de puissance et pas la totalité.

Cas particulier : si l'installation d'une PAC électrique entraîne **la souscription d'une puissance électrique supérieure à 250 kVA** (passage d'un tarif jaune à un tarif vert pour les tarifs historiques), le coût du transformateur (+ 55 à 80 k€) rend la PAC gaz rentable dès l'investissement.

En exploitation, les gains générés seront plus importants avec la PAC gaz :

- si les besoins de chaud du site sont très supérieurs aux besoins de froid
- si l'on peut valoriser l'eau chaude sanitaire « gratuite » récupérable sur la machine en été

Si vous souhaitez regarder dans le détail la faisabilité d'installer une PAC Moteur Gaz sur l'un de vos projets, nous vous conseillons de vous rapprocher de votre assistance technique régionale qui a tous les outils pour vous aider dans cette approche.

11. Installation

Ces machines doivent échanger des calories avec l'air extérieur. Il faut donc les implanter à l'extérieur.

Nous l'avons déjà dit mais rappelons que chaque machine pèse entre 600 et 900 kg. Il convient donc de ne pas oublier ce détail lors d'une implantation en toiture terrasse.

Pour l'installation des machines, il faudra distinguer le secteur d'activité du projet :

Textes applicables aux appareils à combustion installés en extérieur :

Habitation	Code du travail Immeuble de bureau	ERP Etablissement Recevant du Public
Cahier des charges AFG : CCH 2010-01 de septembre 2010	Cahier des charges AFG : CCH 2006-02 de mars 2006	1 ^{er} groupe : Arrêté du 25 juin 1980 – articles CH5 et CH6 2 ^{ème} groupe : Possibilité de traiter par référence aux articles CH, sinon, application de l'arrêté du 2 août 1977 (dito habitation)
CCH à prendre en compte dans la révision de l'arrêté du 02 août 1977	CCH à prendre en compte dans la révision de l'arrêté du 02 août 1977	/
Article 16bis de l'arrêté du 2 août 1977 fait référence à un cahier des charges approuvé par le ministre	Le Code du Travail renvoie à l'arrêté du 2 août pour les installations de chauffage (dito contexte habitation)	Articles CH5 et CH6 parus au JO
<i>Non encore accessible sur le site AFG et Cegibat</i>	<i>Non encore accessible sur le site AFG et Cegibat</i>	CH5 et CH6 : J.O.
Pour mémoire règles d'éloignement non exhaustives		

Notice fabricant + 4 m si $35 \text{ kW} < P^* \leq 85 \text{ kW}$ 8 m si $P^* > 85 \text{ kW}$ * (Puissance calorifique)	Notice fabricant + 5 m si $35 \text{ kW} < P^* \leq 85 \text{ kW}$ 10 m si $P^* > 85 \text{ kW}$ * (Puissance Calorifique)	Notice fabricant + 5 m en ERP 1^{er} groupe si $P^{**} \leq 70 \text{ kW}$ 10 m en ERP 1^{er} groupe si $P^{**} > 70 \text{ kW}$ ** (Puissance utile)
--	---	---

12. Maintenance

Nous avons vu que la PAC moteur gaz était composée de deux parties : une partie aéraulique (échange avec l'air extérieur) et son moteur.

La partie aéraulique de la PAC moteur reçoit le même entretien que son homologue dans une pompe à chaleur électrique.

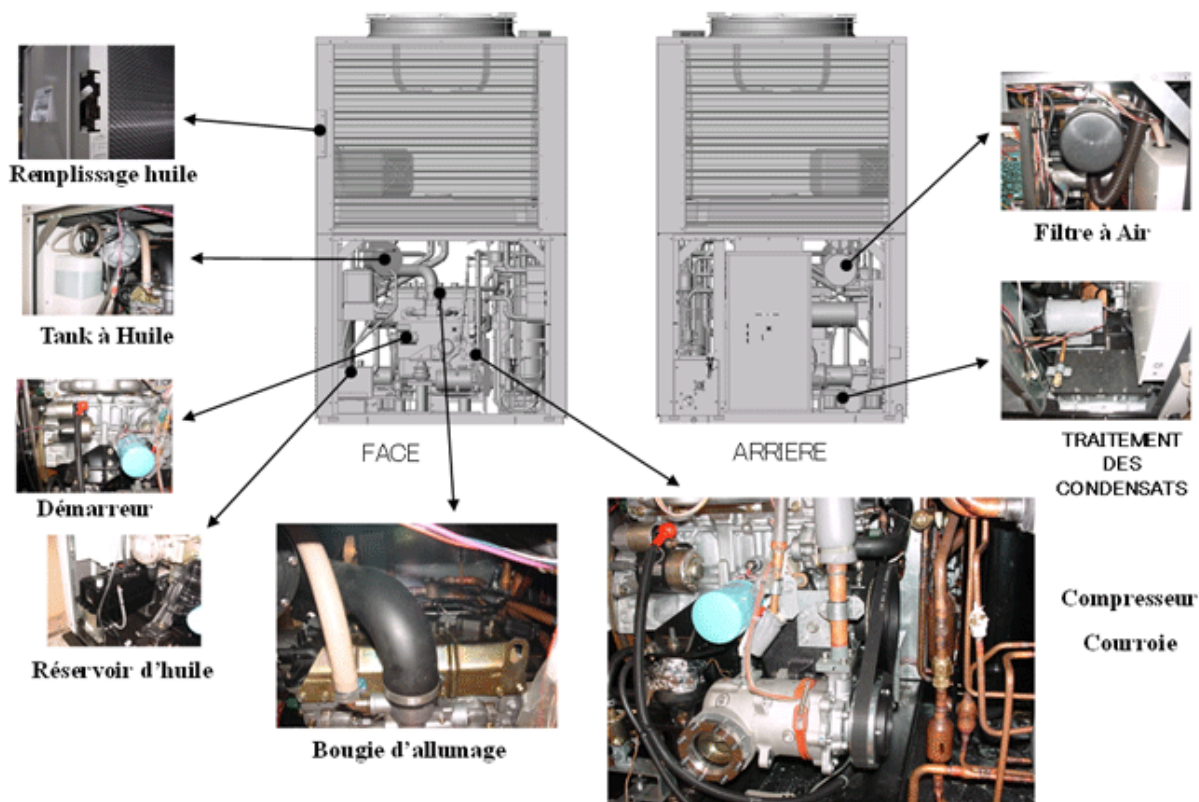
Le moteur gaz de la PAC, tout comme un moteur de véhicule, doit être entretenu. Un travail important a été réalisé par les fabricants pour allonger les intervalles de maintenance préventive : celle-ci doit être effectuée toutes les 10.000 h (soit entre 2 et 4 ans de fonctionnement). Les opérations de maintenance standard à réaliser sont :

- la vidange de l'huile moteur
- le nettoyage des filtres à air et à huile
- le changement de la courroie d'entraînement du compresseur
- le remplacement des bougies

Aujourd'hui ces opérations de maintenance sont réalisées exclusivement par le service technique du constructeur.

LA MAINTENANCE MOTEUR

Cycle : toutes les 10000 heures de fonctionnement moteur. Comptez 1500 € de fourniture + ½ journée de main d'œuvre + le déplacement du technicien soit 2500 € tous les 2 à 3 ans.



13. Fiches références

Pompe à chaleur gaz pour surface de 700 m2 REALTHERM

> TELECHARGEMENT sur WWW.XPAIR.COM

- Gamme de 25 kW à 80 kW chaud et 23 kW à 71 kW froid
- Possibilité de mettre plusieurs modules en parallèle, régulés comme une seule machine (jusqu'à 400 kW de puissance utile)

« Réalitherm a signé une convention de partenariat avec GrDF et Sanyo qui lui permet de proposer une offre globale de PAC à moteur gaz (incluant la conception, l'installation, le suivi des consommations, le service après vente...). »

Pompe à chaleur gaz pour surface commerciale : CEDEO

> TELECHARGEMENT sur WWW.XPAIR.COM

- Les 2 PAC en cascade (puissance unitaire : 63 kW en chaud et 55 kW en froid) ont été installées à l'extérieur sur un espace de 4 m² au sol en 4 jours
- Intervalle de maintenance moteur de 10 000 heures (2 à 4 ans de fonctionnement)

« Le distributeur d'équipements sanitaires et d'équipements de chauffage CEDEO, filiale de l'entreprise de matériaux Point P (groupe Saint-Gobain), a ouvert les portes d'une nouvelle surface commerciale à Lorient (Morbihan). Innovation : le bâtiment de 1 400 m² est chauffé et rafraîchi par une pompe à chaleur à moteur gaz (PAC moteur gaz). »

Pompe à chaleur gaz pour l'hôtel AKENA de la BREDE

> TELECHARGEMENT sur WWW.XPAIR.COM

- Rendement instantané sur énergie primaire de 1,4 à 1,6 en mode chaud et 1,3 à 1,5 en mode froid (équivalent à un COP électrique supérieur à 4)
- Conservation de la puissance utile en chauffage jusqu'à -20 °C extérieur

« Une pompe à chaleur réversible à moteur gaz naturel, d'une puissance de 80 kW chaud et 71 kW froid, couvre l'ensemble des besoins de chauffage et de climatisation du tout nouvel hôtel Akena de La Brède. Elle assure également une partie des besoins en eau chaude sanitaire principalement en été. »