

Réalisations exemplaires
**de pompes
à chaleur**
dans le tertiaire



La pompe à chaleur au cœur de votre confort

Réalisations exemplaires
**de pompes
à chaleur**
dans le tertiaire



La pompe à chaleur au cœur de votre confort

« Réalisations exemplaires de pompes à chaleur dans le tertiaire »

Dans un contexte économique national toujours difficile et une confiance des ménages plutôt en berne, le marché français des pompes à chaleur retrouve de la vitalité. Plusieurs bonnes nouvelles viennent étayer cette affirmation : le marché des pompes à chaleur air/eau et celui des chauffe-eau thermodynamiques affichent une croissance constante à 2 chiffres.

Les efforts importants réalisés par la filière pompe à chaleur (fabrication, installation, maintenance) portent maintenant leurs fruits : contrôle/certification NF PAC pour les matériels, contrôle/qualification QualiPAC pour les professionnels installateurs. La filière a su s'organiser et fait preuve de maturité pour accompagner cette croissance sur le long terme.

Les pompes à chaleur trouvent aujourd'hui leur place dans toutes les solutions résidentielles et **tertiaires**, et sont aussi bien installées dans le neuf que dans la rénovation.

Pour bien choisir une pompe à chaleur, il faut comprendre la technique qui sert à transférer de la chaleur d'un endroit à l'autre. Et les possibilités sont nombreuses. On peut les classer en 3 catégories :

- **Transférer de l'extérieur vers l'intérieur.** On se trouve dans la configuration énergie renouvelable puisqu'elle est inépuisable. Cette chaleur peut provenir du soleil, de l'air extérieur (aérothermie), du sol ou d'une nappe phréatique (géothermie).
- **Transférer de l'intérieur vers un autre endroit du bâtiment** la chaleur émise par un local informatique, par des apports gratuits dans des bureaux par une façade ensoleillée, par une salle de réunion, etc.

Ce transfert revient à répartir astucieusement la chaleur sur toute la surface d'un bâtiment. Il en résulte des performances énergétiques maximales.

- **Transférer de la chaleur récupérée sur des fluides sortants** : des extractions d'air ou des évacuations de liquides (rejets). C'est ainsi que la chaleur émise à l'intérieur peut être réintroduite dans le bâtiment.

C'est pour illustrer cette variété de possibilités que l'AFPAC (Association Française pour les Pompes À Chaleur) a souhaité regrouper au sein d'un même ouvrage des articles sur des réalisations exemplaires. Pour favoriser une réflexion plus précise, les articles ont été répartis au sein de six rubriques : **les bureaux, les établissements de santé, les CHR (cafés-hôtels-restaurants), les ERP (établissements recevant du public), les commerces, et le neuf**, correspondant à des applications spécifiques du tertiaire. Une septième rubrique permet de faire le point sur le développement de la pompe à chaleur tant en France qu'en Europe et sur son évolution à venir.

Notre ambition est que cet ouvrage devienne une source d'inspiration, un recueil de bonnes idées pour vous tous, les professionnels, bureaux d'études, architectes, promoteurs, maîtres d'ouvrage ainsi que les utilisateurs de pompes à chaleur.

Nous vous souhaitons une enrichissante lecture de cet ouvrage réalisé par la commission tertiaire pilotée par Serge Bresin et Christel Mollé.

Thierry Nille | président de l'AFPAC –
Association Française
pour les Pompes À Chaleur



Sommaire

A	Les bureaux	8
	Un système très performant de chauffage-climatisation	10
	Climatisation hybride pour des bureaux	12
	La tour Lilleurope repart pour 20 ans !	14
	Les bureaux Helio 7 passent facilement la barre RT 2012	16
B	Les établissements de santé	18
	50 chambres climatisées pour le confort des retraités	20
	Une climatisation au gaz réversible	22
	Traitement d'air des blocs opératoires et ENR	24
C	Les cafés-hôtels-restaurants	26
	Des VRV pour un restaurant situé à 3 032 m d'altitude	28
	Récupération d'énergie avec des DRV	30
	Des mini-Pac sur boucle d'eau pour un hôtel	32
D	Les établissements recevant du public	34
	Top position pour Pôle Emploi à Saint-Avoid	36
	Un plancher chauffant pour une salle de sport	38
	Solution mixte pour locaux à occupation intermittente	40

E	Les commerces	42
	<hr/>	
	Variation de vitesse et récupération de chaleur	44
	La géothermie pour un magasin de jardinage	46
	Des VRV sur une nappe phréatique	48

F	Le neuf	50
	<hr/>	
	Pac à absorption gaz pour une école BBC	52
	Chauffage et rafraîchissement passif par géothermie	54
	Les pompes à chaleur au service de la formation	56

G	La filière aujourd'hui et demain	58
	<hr/>	
	L'AFPAC, une association de filière représentative	60
	Le marché européen retrouve le chemin de la croissance	62
	Évolution de la certification des Pac	64
	Un état de l'art de la R&D dans le monde	68
	Impact des nouveaux fluides sur les systèmes	72
	Nouveau règlement F-Gas : enjeux et opportunités	74

H	Les partenaires	76
	<hr/>	
	Atlantic, Carrier, Ciat, Daikin, Eurovent Certita Certification, France Energie, Hitachi, Mitsubishi Electric, Le Snefcca, Sofath, Stiebel Eltron, Weishaupt.	

A

01

Un système très performant de chauffage-climatisation

→ **Ciat**

*Par Bernard Caroff
CVC*

02

Climatisation hybride pour des bureaux

→ **Carrier**

*Par Thierry Devige
Clima+confort*

03

La tour Lilleurope repart pour 20 ans !

→ **France Energie**

Chaud Froid Performance

04

Les bureaux Helio 7 passent facilement la barre RT 2012

→ **Hitachi**

Chaud Froid Performance

Les bureaux

Ces bâtiments se caractérisent par des charges internes importantes liées à la concentration des équipements bureautiques et informatiques, à l'éclairage. De plus, ils possèdent souvent de larges surfaces vitrées, synonymes de fort ensoleillement. C'est pourquoi les besoins de refroidissement sont souvent importants, voire parfois supérieurs aux besoins de chauffage. Pour optimiser le confort, il convient d'adapter la régulation façade par façade et local par local, avec une gestion centralisée des équipements. De plus, le recours à la pompe à chaleur permet de transférer les calories d'une zone « chaude » à une zone « froide » et vice-versa.

À l'occasion de la réhabilitation thermique de son agence de Septèmes les Vallons, la société CIAT vient de réaliser une installation de génie climatique très performante dont le cœur est une pompe à chaleur géothermale. Cette opération s'inscrit dans le cadre du projet européen Ground-Med.

Un système très performant de chauffage-climatisation

01



Fiche signalétique

Maître d'ouvrage
Centre R&D de Ciat.

Nature de l'ouvrage
Centre de recherche,
d'une surface de 350 m².

Fiche technique

Chauffage
Une Pac géothermale Ciat de 26 kW au R 410 A, associée à 6 forages de 100 m de profondeur. Un ballon de stockage pour le froid de 0,5 m³ Cristopia. Réseau hydraulique avec ballon tampon de 400 l et pompes à débit variable.

Émetteurs
14 cassettes plafonniers Ciat à effet Coanda.

Ventilation
CTA Ciat de 600 M³/h, à vitesse variable.

Régulation
Easy Ciat Control (Modbus/KNX).

L'agence CIAT de Septèmes les Vallons (13) est un bâtiment de 350 m², construit en 1992, comportant dix bureaux, une salle de réunion, un vestiaire (le magasin, le local technique et les sanitaires ne sont pas climatisés). Le bâtiment en ossature métallique avec bardage extérieur et toiture terrasse a été réhabilité thermiquement en ajoutant une isolation intérieure pour les murs, une isolation thermique en plafond, en réduisant la surface des fenêtres en façade ouest.

Conception de l'ensemble du projet

La conception de l'ensemble du projet a été réalisée par le centre R&D de Ciat à Culoz. Le bâtiment a été modélisé avec le logiciel Pleiade Comfie en simulation horaire. La démarche a été la suivante : description du bâtiment, entrée des fichiers météo, fixation des scénarii d'utilisation. Les résultats ont montré que les besoins en chaud maxi étaient de 24 kW et les besoins en froid maxi de 12 kW. Sur l'année, les consommations en chauffage seront plus importantes que celles en froid.

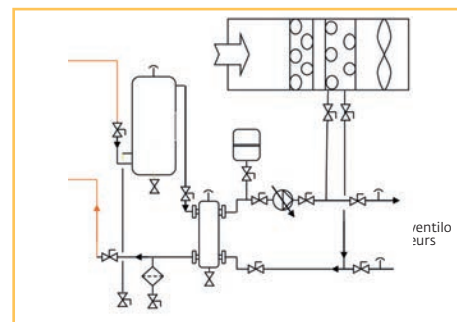
Les différents éléments de l'installation ont fait l'objet d'une analyse par le centre de recherche pour optimiser le résultat global.



→ L'ensemble du matériel est piloté par une centrale de régulation Easy CIAT Control, les liaisons étant réalisées pour la pompe à chaleur et la CTA par MODBUS, et pour le reste du matériel par KNX bus.



→ Une centrale de traitement de 600 m³/h permet de déshumidifier et de préchauffer l'air neuf distribué aux cassettes plafonnères. Ventilateur à vitesse variable pour maintenir une pression statique en sortie de centrale.



→ Le schéma hydraulique comporte une bouteille casse pression entre la partie production thermique et la partie utilisation. Dans la partie production se trouve un ballon tampon de 400 litres pour augmenter l'inertie du circuit et éviter les « courts cycles ».

Pompe à chaleur

- Fluide frigorigène : l'analyse des propriétés des différents fluides et de la réglementation conduit à retenir le R410A pour les conditions d'utilisation de Septèmes.
- Compresseurs : la meilleure efficacité isentropique globale pour les conditions du chantier, ainsi que l'optimisation des facteurs SEER et SCOP (suivant prEN14825-2008) amène à sélectionner deux compresseurs scroll tout ou rien de 26 kW (25,9 kW froid ; 26,3 kW chaud).
- Échangeurs de chaleur au condenseur et à l'évaporateur : les échangeurs à plaque retenus fonctionnent à contre courant, avec un système de 4 vannes 3 voies motorisées pour passer du mode chauffage au mode réfrigération.
- Système d'expansion : une vanne électronique contrôle le niveau de réfrigérant pour optimiser la surface de l'échangeur évaporateur (surchauffe).

La conception est complétée par le calcul de l'équilibrage de l'huile dans les compresseurs, et l'étude des bruits et vibrations.

Émission

- Choix de cassettes plafonnères 2 tubes, à effet Coanda (COADIS 235/33) pour respecter les critères de confort. Elles ont été sélectionnées pour fonctionner avec de l'eau chaude à basse température.
- Turbine Impellers HEE et moteur Brushlers HEE (HEE : haute efficacité énergétique).
- Régulation par vanne 2 voies modulante en fonction, d'un thermostat d'ambiance mural. Liaison par bus KNX.

En salle de réunion, la régulation se fait en fonction d'une sonde de CO₂.

Centrale de traitement d'air

Une centrale de traitement de 600 m³/h permet de déshumidifier et de préchauffer l'air neuf distribué aux cassettes plafonnères. Ventilateur à vitesse variable pour maintenir une pression statique en sortie de centrale.

Distribution hydraulique

Analyse de la différence de température aller-retour dans différentes conditions pour optimiser le rendement de la pompe à chaleur et la consommation des pompes de circulation. La température des cir-

cuits sera modulée en fonction des besoins de l'installation ce qui est une des nouveautés (brevetée) de ce projet. Les pompes de circulation (Grundfoss) sont à débit variable ; les vannes de régulation de marque Sauter. Le schéma hydraulique comporte une bouteille casse pression entre la partie production thermique et la partie utilisation. Dans la partie production se trouve un ballon tampon de 400 litres pour augmenter l'inertie du circuit et éviter les « courts cycles ». Une boucle de récupération d'énergie gratuite dans le sol est réalisée en by-passant automatiquement la pompe à chaleur en début de période de chauffage et en début de période de climatisation (« free géo heating » et « free géo cooling » ! dont l'importance dépend des caractéristiques du sous-sol). L'ensemble du réseau hydraulique est en eau pure, sans antigel.

Stockage de froid

Un ballon de 0,5 m³ est prévu. Le système sera défini dans le courant de l'année 2011 avec Cristopia, avec deux options : soit un stockage classique autour de 0 °C (ce qui nécessiterait de l'antigel dans le circuit), soit un stockage autour de 8 °C (sans antigel) avec un nouveau procédé en cours d'évaluation.

Résultats escomptés

Pour la pompe à chaleur, des essais au laboratoire CIAT dans les conditions de la certification Eurovent ont donné les résultats suivants :

- à pleine charge : mode froid : EER = 5,84 (niveau Eurovent classe A) ; mode chaud : COP = 5,11 (niveau Eurovent classe A) ;
- performance saisonnière conventionnelle en froid : SEER = 7,3 ;
- performance saisonnière conventionnelle en chaud : SCOP = 6,2.

Un suivi des performances réelles de l'installation sera réalisé. Une conférence sur les PAC géothermales organisée dans le cadre du projet Ground-Med est prévue à Marseille en octobre 2011. Une présentation de l'installation de Septèmes aura lieu à cette occasion. C'est donc une installation expérimentale très intéressante dont les très bonnes performances en laboratoire doivent être confirmées in situ. Ce n'est qu'après que la décision de commercialisation sera prise par la direction de CIAT.

Bernard Caroff | CVC n°869 | Mai-Juin 2011

L'installation combine des CTA associées à des poutres et des micro-Pac eau/eau alimentées par une boucle d'eau, elle-même raccordée au chauffage urbain, à des groupes froid et à une bache.

Climatisation hybride pour des bureaux

02



© Foncière DF

Fiche signalétique

Maître d'ouvrage
Foncière DF.

Bureau d'études
lgape.

Installateur CVC
Vitruve Energie.

Montant du lot CVC
1,5 million d'euros.

Durée des travaux
36 mois.

Fiche technique

Climatisation
Deux groupes froid RB Carrier air/eau de 70 kW de puissance chacun, 120 Pac eau/eau Carrier 30 WWH, une bache tampon de 50 m³, raccordement à une sous-station de chauffage urbain.

Ventilation
Deux CTA 395Q Carrier, d'un débit unitaire maximal de 18 000 m³/h associées à 180 micro-ventilateurs MT21 et 180 poutres climatiques.

Eau chaude sanitaire
Par pompe à chaleur.

Pour redynamiser la location de son immeuble de bureaux Le Béloise, construit dans les années 80, Foncière DF a lancé un vaste programme de travaux : rénovation de la façade désormais dotée d'une double peau, aménagement des espaces intérieurs, nouveaux équipements d'éclairage, de ventilation et de climatisation.

Pour cette dernière partie, le propriétaire de l'immeuble a fait appel à son prestataire d'origine Carrier qui, à l'époque, avait fourni deux groupes froid 30 HR 120 au R 22.

Ils fonctionnaient sur tour ouverte et distribuaient l'énergie vers des pompes à chaleur raccordées sur une boucle d'eau, installées en allège.

« Nous avons préconisé de conserver le principe existant de la boucle d'eau et de passer du système air/eau monobloc à un système hybride composé de pompes à chaleur eau/eau, d'un système de ventilation Carrier MT21 et des unités terminales type poutres froides », explique Jacques Schmid, responsable des solutions spécialisées de Carrier.

L'intérêt de cette évolution est multiple. Tout d'abord, cela permet de localiser les nouvelles pompes à chaleur eau/eau Inverter à



→ Les 180 micro-ventilateurs (MT21) alimentent par des gaines rondes unitaires les 180 poutres froides monodirectionnelles disposées le long des façades.



→ Les unités terminales de type poutres froides permettent un recloisonnement ultérieur des espaces intérieurs. Elles sont utilisées comme inducteurs à débit variable, ce qui permet de brasser l'air ambiant.



→ Les dimensions de la micro-pompe à chaleur eau/eau 30 WWH correspondent à une unité centrale d'ordinateur de bureau.

proximité du noyau du bâtiment, en placard technique. Résultat : moins de bruit généré par le compresseur, auparavant situé dans le local traité.

Les unités terminales de type poutres froides permettent de garantir un très bon niveau de confort de l'ambiance (conformément à la norme NF EN ISO 7730 sur l'ergonomie des ambiances thermiques), en facilitant tout recloisonnement ultérieur des espaces intérieurs.

Les poutres froides sont utilisées comme inducteurs à débit variable, ce qui permet de brasser l'air ambiant. En paramétrant le système de gestion technique du bâtiment « pièce par pièce », le débit passe automatiquement des volumes de renouvellement d'air hygiénique réglementaires aux volumes nécessaires pour chauffer ou refroidir le local. Ce dispositif, qui a fait l'objet d'un titre V dans le cadre de la RT 2012, réduit sensiblement la consommation électrique des ventilateurs. « Pour optimiser le COP moyen annuel des pompes à chaleur, il est important d'avoir une boucle tiède lorsqu'on veut chauffer les locaux et, inversement, une boucle pas trop chaude lorsqu'on veut les rafraîchir. Nous avons donc profité de la présence d'un réservoir d'eau de grande capacité », indique Jacques Schmid.

Cette bache thermique de 50 m³ permet une grande inertie de la boucle d'eau. Ainsi, en demi-saison, le chauffage des locaux le matin rafraîchit la masse d'eau et dans la journée, lorsque les apports solaires demandent un rafraîchissement, les pompes à chaleur produisent du froid à partir d'une boucle tempérée.

Autre avantage de cette inertie : en plein été, le refroidissement de la boucle par les unités extérieures (dry-cooler, groupes froid ou pompes à chaleur air/eau) s'effectue de façon décalée, le soir ou la nuit, lorsque les températures sont plus clémentes.

Enfin, le dernier atout est une autarcie partielle ou totale pour le chauffage du bâtiment, lié aux apports des équipements informatiques dans les salles dédiées.

Une installation aéraulique et hydraulique

La nouvelle installation traite le bâtiment Le Béloise aérauliquement et hydrauliquement. L'installation est composée de deux centrales de traitement d'air 39SQ, à débit variable, comprenant une filtration de type F7, une récupération de l'énergie sur l'air extrait grâce à une roue, une batterie froide basse température pour corriger le taux

d'hygrométrie dans le bâtiment et éviter la condensation sur les inducteurs, et d'une régulation intégrée. L'ensemble est installé en terrasse tout comme les deux groupes froid 30 RB d'une puissance de 70 kW qui préparent l'eau glacée pour les batteries des CTA. Ces centrales alimentent en air neuf les deux trémies verticales maçonnées qui distribuent chaque aile de bâtiment. Les 180 micro-ventilateurs (MT21) alimentent par des gaines rondes unitaires les 180 poutres froides monodirectionnelles disposées le long des façades.

Le point fort de cette installation tient à la personnalisation du confort : selon l'occupation ou les besoins du bâtiment, les MT21 viennent prendre de l'air dans la trémie, qui se retrouve en dépression. Les CTA compensent alors en air neuf pour se remettre à niveau.

Grâce à cette technique, des économies d'énergie allant de 20 à 50 % sont réalisées par rapport à une trémie constamment sous pression. Le débit d'air maximum est de 18 000 m³/h par CTA, ce qui permet un traitement direct en free-cooling, local par local, si nécessaire. Parallèlement, l'eau chaude ou froide nécessaire pour les poutres des locaux est produite par 120 micro-pompes à chaleur eau/eau 30 WWH connectées, d'un côté, sur la boucle à forte inertie et, de l'autre, aux poutres froides monodirectionnelles par des tubes en PER individuels.

La ventilation éventuelle de nuit est assurée en free-cooling, les groupes de froid dédiés à la déshumidification dans les CTA sont donc disponibles pour ajuster la température de la bache et préparer l'installation pour le lendemain.

Thierry Devige | *Clima+confort* n°146 | Octobre 2014



IL A DIT

Cette rénovation permet d'atteindre des COP de 5 à 8 en hiver et des EER de 5,5 à 7 en été.

Jacques Schmid,
responsable des solutions
spécialisées de Carrier.



Avec davantage de confort et une consommation d'énergie diminuée, la nouvelle génération de pompes à chaleur sur boucle d'eau de France Énergie est pilotée par GTC. Elle doit permettre à cet immeuble de bureaux de grande hauteur d'améliorer nettement ses performances.

La tour Lilleurope repart pour 20 ans !

03



Fiche signalétique

Maître d'ouvrage
Copropriétaires de la tour.

Gestion déléguée
BNP Paribas Real Estate Property Management (REPM).

Entreprise de génie climatique
Bouygues Énergie et Services.

Fiche technique

Pompes à chaleur sur boucle d'eau
Pac plafonniers certifiées NF PAC ; encombrement de 250 mm de haut ; deux puissances : 1 600 W et 2 400 W ; régulation communicante F.E. Protocole Lonworks. Fournisseur : France Énergie.

Chiffres clés
1 024 Pac sur boucle d'eau.

Fluide frigorigène
R 407C.

En 1995, lors de la construction d'un des bâtiments phares du nouveau quartier de la gare TGV à Lille, la tour Lilleurope, c'est le principe des pompes à chaleur sur boucle d'eau qui avait été retenu. Pas moins de 1 024 pompes à chaleur procurent à la demande du rafraîchissement ou du chauffage, en fonction des conditions climatiques extérieures et de la charge interne dans cet immeuble de grande hauteur (IGH). Celui-ci compte 20 étages avec 1 250 m² de bureaux chacun. Très vitré, le bâtiment ne peut se passer de climatisation.

Près de 20 ans plus tard, pour la rénovation du système, le principe conserve sa pertinence. À l'époque, c'est France Énergie qui avait fourni les pompes à chaleur (au R 22), installées dans le plénum des plafonds suspendus, une pour deux trames de bureaux. Ces équipements ont près de 20 ans et ont fonctionné en permanence. Ils arrivent en fin de vie et doivent être remplacés. Par ailleurs, à partir du 1^{er} janvier 2015, le R 22 sera complètement interdit à la vente. Plus aucune réparation ne sera donc possible sur les anciennes Pac. La principale difficulté de l'opération était la rénovation de bureaux en site occupé, avec des activités sensibles. Chargé de la gestion de l'immeuble par ses copropriétaires, BNP Paribas Real Estate Property

* HRO 250 16 RSD HEE (façades nord, est et ouest) et HRO 250 24 RSD HEE (façade sud).



→ Les bureaux sont équipés de pompes à chaleur eau/air situées dans le plénum des plafonds suspendus. Dans les bureaux, on n'aperçoit que la grille de soufflage (côté fenêtre) et la grille de reprise (côté intérieur). Issu de la centrale de traitement d'air, l'air neuf est introduit dans le caisson de reprise de la Pac.



→ Fabriquées par France Énergie, les nouvelles pompes à chaleur NF PAC se montent au même endroit que les anciennes. Mais en 20 ans la performance énergétique s'est nettement améliorée. Les nouvelles Pac sont notamment équipées d'un moteur de ventilation à commutation électronique, d'un compresseur rotatif et d'un échangeur à plaques. Résultat, un COP nominal de 4,51.



→ On voit les flexibles de raccordement (entrée et sortie d'eau), ainsi que l'évacuation des condensats. Un filtre TA permet d'éviter l'entrée de particules dans l'échangeur de la Pac. Les appareils sont également systématiquement équipés d'un Flow Switch (qu'on ne voit pas sur la photo) pour les protéger en cas de débit trop faible dans la Pac.

Management (REPM) a trouvé une solution originale : un appel d'offres travaux avec obligation de suivi par la maintenance. «*Nous avons voulu que ce soit l'entreprise qui réalise la maintenance qui pilote aussi les travaux, de manière à éviter la gêne pour les locataires et les problèmes de garantie de parfait achèvement*», expliquent Vincent Baudu et Stéphane Vermeesch, respectivement directeur d'agence et gestionnaire technique pour BNP Paribas REPM. C'est donc Denis Rouze, le responsable de maintenance de Bouygues énergies et services, qui pilote aussi la rénovation, mais avec deux équipes différentes. Pendant que l'une continue à effectuer la maintenance ordinaire de l'installation, avec remplacement de pompe à chaleur le cas échéant, l'autre rénove les plateaux. Les travaux sont étalés sur 24 mois. Pour le gestionnaire, il y avait 4 impératifs : l'organisation de chantier pour minimiser l'impact sur les locataires, l'encombrement et le silence des matériels, la maintenance. Le coût de cette dernière devrait d'ailleurs baisser de 20 %, une nouvelle qui devrait plaire aux locataires.

Après appel à concurrence, c'est toujours France Énergie qui fournit les nouvelles pompes à chaleur, toujours fabriquées en France, mais fonctionnant cette fois au R 407C (HCFC). La nouvelle installation va nettement progresser en termes de confort, le tout avec une performance énergétique et une architecture améliorées également. À l'occasion, le nombre de références de pompes à chaleur est également réduit, passant de 4 à seulement 2 : 2,4 kW (façade sud) ou 1,6 kW (autres façades).

Une performance nettement améliorée

En vingt ans, les matériels ont considérablement évolué. Les nouveaux plafonniers non carrossés HRO 250 RSD HEE* sont nettement plus performants que les anciens (compresseur rotatif, ventilateur basse consommation, échangeur à plaques Inox, isolation acoustique renforcée). Les anciennes Pac étaient équipées d'un échangeur thermique coaxial assez volumineux. C'est vrai pour les performances thermiques (modèle de 2,85 kW COP de 4,51, EER de 3,71), aussi bien en rafraîchissement qu'en chauffage. Mais c'est vrai aussi en termes de performances acoustiques. Les puissances acoustiques des deux unités sont respectivement de 38,7 et 45,5 dB(A). Ces niveaux ont été décisifs dans le choix de BNP Paribas REPM. Les bouches de soufflage et de reprise sont de surcroît raccordées en conduit acoustique (Phoniflex).

Un matériel standard adapté au chantier

Pour ce chantier, le fabricant a adapté la fabrication de ses matériels pour faire en sorte que les fixations et les connexions ne nécessitent aucune modification par rapport à l'ancien. Produit par la centrale de traitement d'air (changée il y a 4 ans), le réseau aéraulique d'air neuf est raccordé sur la bouche de reprise de chaque pompe à chaleur. Quand celle-ci est à l'arrêt, l'air est introduit dans la pièce sans passer par la Pac. Quand elle fonctionne, il se mélange à l'air repris avant d'être réchauffé ou refroidi par la Pac. L'alimentation en eau de la Pac est protégée par une vanne Flow Switch (qui protège la Pac en cas de débit insuffisant) et un filtre (vanne TA) avec un filtre, qui évite de laisser entrer des particules dans l'échangeur et une vanne TA réglable qui permet aussi d'équilibrer la perte de charge.

Une GTC pour piloter les Pac à distance

En 2014, à l'heure de la performance énergétique, le maître d'ouvrage a souhaité doter son bâtiment d'un véritable système de télégestion et télésurveillance, lui permettant d'optimiser la gestion de son installation. Là encore, le gain de performance énergétique devrait être important. Cette possibilité va permettre de limiter l'impact pénalisant des demandes de certains utilisateurs à certaines périodes (fonctionnement permanent, consigne trop chaude ou trop froide, demandes contradictoires au sein d'un même volume). Les Pac fonctionnaient en permanence dans l'ancienne installation. Avec la nouvelle, il sera possible de les arrêter la nuit, par exemple. Les consignes sont réglées à 20 et 25 °C, hiver et été, avec possibilité de réglage dans une plage de plus ou moins 3 °C pour les utilisateurs.

Dans la nouvelle installation, toutes les pompes à chaleur sont reliées à la GTC Satchwell, via une passerelle Sigma.

La régulation France Énergie des nouvelles Pac communique avec la GTC en Lon (protocole). En parallèle, le fabricant a aussi fourni plus de 200 boîtiers spécifiques pour permettre la mise à niveau et le raccordement des Pac déjà changées dans le cadre de la maintenance. Ainsi, tout le parc sera bien relié à la GTC.

Sans coût supplémentaire, grâce à l'accord entre le fabricant et Éco-Systèmes pour les appareils comprenant moins de 2 kg de fluide frigorigène, les anciennes pompes à chaleur démontées sont récupérées et recyclées, au fil de l'avancée des travaux, avec certificat pour le gestionnaire.

Chaud Froid Performance n°784 | décembre 2014

Conçus à l'époque de la RT 2005, les bureaux terminés en juin 2014 de l'immeuble Helio 7 à Lyon sont 20 % au-dessus des exigences de la RT 2012. Le bâtiment est certifié NF bâtiment tertiaire démarche HQE.

Les bureaux Helio 7 passent facilement la barre RT 2012

04



Fiche signalétique

Investisseurs
Primonial REIM, conseillé par le bureau d'études 7 concept.

Maître d'ouvrage
CFA Rhône
Alpes-Auvergne.

Architecte de conception
Jean-Louis Morlet.

Maîtrise d'œuvre de réalisation
Sud architectes.

Bureau d'études fluides
Philae (Lyon 2^e).

Entreprise génie climatique
Rhône Fluides
(groupe AEGE).

Fiche technique

Système DRV 3 tubes (chauffage-rafraîchissement à récupération d'énergie)
Hitachi.

Niveau de prestation
Certifié NF bâtiment tertiaire démarche HQE par Certivea.

Chiffres clés
6 342 m² de surface utile, dont 5 269 m² de bureaux.
6 256 m² de surface de plancher.
18 kW/m² en chauffage (19 °C)
26 kW/m² rafraîchissement (26 °C).

Centrales de ventilation
Aldes.

Lyon, 7^e arrondissement. Au milieu d'un quartier résidentiel, l'immeuble de bureaux Helio 7 se fait remarquer. D'extérieur, par son esthétique. Au sol par sa forme, loin du traditionnel parallélépipède. Du point de vue de la performance, les prestations se veulent d'un haut niveau. Avec un permis de construire RT 2005, il visait RT 2005 – 50 % et un label Haute qualité environnementale (HQE) certifié par Certivea. Réévalué par la suite sous l'angle de la RT 2012, l'immeuble de 6 étages (R+6) reste haut de gamme, RT 2012 – 20 % estime Philippe Laboure, du bureau d'études Philae. Consommation prévue en chauffage (consigne 19 °C) : 18 kW/m². En rafraîchissement : 28 kW/m² (26 °C de consigne). À Lyon, la RT 2012 ne pénalise pas les consommations de rafraîchissement. Objectif de cette performance : trouver des locataires pour tous les bureaux en moins d'un an. Depuis juin 2014, les débuts sont prometteurs...

Assisté de son bureau d'études « 7 concept », l'investisseur avait une idée précise de la performance qu'il souhaitait. C'est donc un système à débit réfrigérant variable (DRV d'Hitachi) à récupération d'énergie (3 tubes) qui a été installé. C'est en fait la version « haute performance » qui a été choisie, avec des unités extérieures plus volumineuses, car



→ Les bureaux sont équipés d'unités intérieures gainables intégrées dans les faux-plafonds. L'air neuf transite par ces unités. Deux grilles de soufflage et de reprise sont visibles. Une gaine acoustique intégrée dans le faux-plafond permet de limiter les bruits aérodynamiques. Les luminaires sont calculés pour générer peu d'apports thermiques. Ils sont également équipés de détection de présence pour la même raison.



→ En terrasse, les 15 groupes extérieurs DRV et les deux centrales de traitement d'air ont été cantonnés dans un espace entouré d'une enceinte acoustique qui absorbe le bruit.



→ Grâce à ses prestations haut de gamme et des coûts d'exploitation faible, le maître d'ouvrage espère rapidement louer tous les bureaux de son nouvel immeuble. Sa performance est un gage de réussite commerciale.

dimensionnées pour plus d'efficacité. Les plateaux de bureaux sont livrés en « open spaces ». Ils sont néanmoins conçus sur la base de trames de bureaux classiques de 1,35 m. Toutes les deux trames, une unité intérieure est intégrée dans le plénum délimité par le plafond suspendu et qui laisse 30 cm de hauteur pour intégrer les équipements. L'unité gainable est équipée d'un moteur à commutation électronique (15 W électrique de consommation). Le projet a bénéficié de la sortie en 2013 des nouvelles unités du fabricant, qui introduit petit à petit ce type de moteurs dans son offre. Les unités sont reliées par l'intermédiaire d'une gaine acoustique à deux bouches d'aération, soufflage et reprise. C'est l'une des dernières de chez Aldes qui a été choisie, le modèle Twister. Il favorise un bon brassage d'air sans vitesse excessive, estime Philippe Laboure.

Centrales de traitement d'air alimentées en détente directe

En toiture, 15 groupes extérieurs sont installés, dont 12 sont affectés à chacune des 12 zones de bureaux. Deux groupes de 8 CV alimentent en détente directe les deux batteries des centrales de traitement d'air double-flux à récupération d'énergie pour faire l'appoint de chauffage ou de rafraîchissement sur l'air neuf, distribué à travers les unités gainables.

Chaque unité intérieure est équipée d'une pompe de relevage de condensats dont la consommation énergétique est intégrée dans le calcul RT (aussi bien 2005 que 2012).

Imposé par le label HQE, le maître d'ouvrage a pour la première fois réalisé un livret d'accueil destiné aux locataires des bureaux et un second destiné aux usagers. Entre autres objectifs : les sensibiliser au bon usage du rafraîchissement en été et du chauffage en hiver. Les obligations de comptage de la RT 2012 ont été intégrées dans ce projet RT 2005. Chaque lot étant piloté par son groupe extérieur et muni de son propre compteur électrique. Il est possible d'affecter précisément les charges de chacun, hors renouvellement d'air neuf réparti sur l'ensemble des locataires.

Une passerelle entre DRV et télésurveillance

L'ensemble du bâtiment est équipé d'un système de gestion technique du bâtiment. Pour des raisons pratiques, le fonctionnement des groupes est d'abord télésurveillé avec le système CS net du fabri-

cant Hitachi. Ensuite, grâce à une passerelle fonctionnant en ModBus, les infos de celle-ci sont reprises sur l'écran de contrôle de la GTB. Pour Philippe Laboure du bureau d'études, cette manière de faire est le bon compromis : « Il est toujours difficile de savoir si l'on doit attribuer le lot GTB à l'électricien ou au chauffagiste, chacun étant légitime dans son domaine. Le fonctionnement choisi pour Helio 7 permet de s'assurer du bon fonctionnement de l'installation de génie climatique indépendamment du reste des fonctions de la GTB grâce au CS net. En cas de panne également, il sera plus simple d'isoler un problème technique grâce à la supervision du fabricant du système air/air ».

Le choix d'un DRV3 tubes à récupération d'énergie a été une volonté du maître d'ouvrage. Il n'est pas mieux valorisé qu'un deux tubes dans les calculs réglementaires (RT 2005 ou RT 2012). Mais la récupération sur ces plateaux prendra tout son sens à partir du moment où les open spaces seront cloisonnés, ce qui a été prévu et ne saurait manquer d'arriver en pratique. Le maître d'ouvrage a prévu de confier à un prestataire extérieur une mission de suivi pendant 2 ans pour évaluer les consommations réelles et éventuellement recalibrer les différents réglages. « En pratique, on s'aperçoit que c'est souvent nécessaire », explique Xavier Sillon. Rendez-vous dans deux ans.

Chaud Froid Performance n°783 | novembre 2014



ZOOM

Une barrière acoustique en terrasse

En terrasse, les 15 groupes extérieurs DRV et les deux centrales de traitement d'air ont été cantonnés dans un espace entouré d'une enceinte acoustique qui absorbe le bruit. Cette disposition fait partie des contraintes techniques imposées par la mairie de Lyon. Elle se justifie aussi par un voisinage essentiellement résidentiel. La barrière est également visuelle puisqu'aucun des équipements n'est visible pour le voisinage. Du coup, pas de problème psychologique lié aux appareils qui font qu'on trouve bruyant un appareil que l'on voit, même quand il est à l'arrêt... Par précaution, le fonctionnement des groupes extérieurs est en plus coupé de 22 h à 6 h du matin. Le bureau d'études thermiques a étudié l'impact de cet arrêt sur le confort dans les locaux. Compte tenu de l'isolation du bâtiment et de la puissance des unités intérieures, la consigne est atteinte un quart d'heure après le redémarrage. Il n'y a donc pas d'incidence sur le confort ni sur les consommations d'énergie.

B

01

**50 chambres
climatisées**
pour le confort
des retraités

→ **Mitsubishi Electric**

L'installateur

02

**Une
climatisation**
au gaz
réversible

→ **Sanyo**

Par François Sagot
Clima+confort

03

**Traitement
d'air des blocs
opérateurs**
et ENR

→ **Snefcca**

**Par Serge Bresin
et Francis Woog**
Salles Propres

Les établissements de santé

Ces établissements ont des besoins spécifiques liés à leurs activités. Lorsqu'il s'agit de blocs opératoires et autres lieux sensibles aux contaminations nosocomiales, les besoins énergétiques sont importants, d'où le recours à une pompe à chaleur. Pour les maisons de retraite, la réglementation prévoit le rafraîchissement de zones « anti-canicule ». L'utilisation de climatiseurs réversibles peut alors être une solution particulièrement économique. Pour les hôpitaux, la climatisation des chambres participe au confort des malades.

La maison de retraite d'Eygalières a opté pour un système DRV simple et fonctionnel permettant d'assurer le confort dans toutes les pièces, été comme hiver, tout en restant performant. Ce niveau de prestation est assez inhabituel dans un Ehpad. En parallèle, une chaudière à gaz produit l'eau chaude sanitaire.

50 chambres climatisées pour le confort des retraités

01



Fiche signalétique

Maître d'ouvrage
Quiedom.

Architectes
CRR Architectures.

Bureau d'études
Enophi.

Chauffage, clim :
CCS Chaverou,
Alpha Energies 84.

Ventilation, plomberie, chaudière
RC Clim.

Fiche technique

Chauffage
7 groupes DRV City Multi
(3 x 28 kW + 4 x 22,4 kW),
93 unités intérieures
(gainables, cassettes
4 voies, cassettes 2 voies,
muraux).

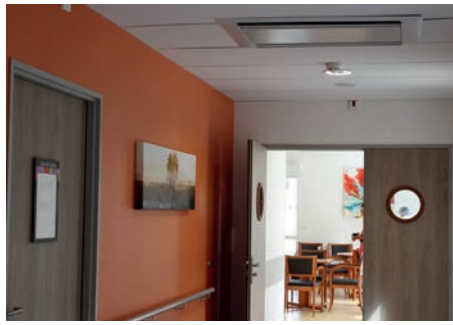
Eau chaude sanitaire
Chaudière gaz
Atlantic Guillot.

Quiedom gérait déjà trois Ehpad en Auvergne. À Eygalières dans les Bouches-du-Rhône, au pied des Alpilles, le maître d'ouvrage vient d'inaugurer son quatrième établissement, construit en tenant compte de son éthique professionnelle et de l'expérience du personnel. Ces établissements se veulent proches de l'hôtellerie dans le niveau de confort et de services fournis, ainsi que le respect de la personne. Les nouveaux locaux possèdent un grand espace d'entrée avec un accueil permanent, les dirigeants y ont des bureaux et salles de réunion qui sont accessibles aux habitants et aux visiteurs. Enfin, les chambres et la plupart des locaux y sont chauffés et climatisés. Ouvert en janvier 2014, l'établissement compte 50 lits. Il a été réalisé par des partenaires avec qui Quiedom a l'habitude de travailler : le cabinet CCR architectures et le bureau d'études Enophi.

La solution technique de confort retenue par l'architecte et le bureau d'études a été celle d'un système DRV deux tubes de Mitsubishi Elec-



→ Les groupes extérieurs DRV ont été répartis sur chacune des deux terrasses de l'établissement, avec les centrales de traitement d'air Aldes, les groupes frigorifiques pour les chambres froides et les caissons de ventilation des cuisines.



→ Dans les autres pièces, des cassettes sont intégrées dans le faux plafond, à deux voies dans les couloirs, à quatre voies dans d'autres pièces (salles à manger, salles de réunion, coiffeur, kiné...). Dans les bureaux et pièces de petites dimensions, l'option des muraux a été retenue. Ces ajustements ont permis de maîtriser l'enveloppe budgétaire.



→ La solution de confort utilisée dans les 50 chambres est classique dans l'hôtellerie, pas souvent utilisée en Ehpad. Le gainable est situé dans le plénum de l'entrée. Ne sont visibles que les grilles de reprise et de soufflage. La télécommande murale permet d'ajuster la consigne et de relancer le système après ouverture des fenêtres (un contact de feuillure coupe l'unité quand la fenêtre est ouverte).



tric. L'établissement compte une centaine d'unités intérieures, d'une grande diversité, en fonction des besoins de chaque pièce. Dans les 50 chambres, le gainable est installé dans le plénum de l'entrée, juste au droit de la salle de bains. Seules sont visibles les grilles de reprise et de soufflage. Un thermostat permet de gérer la température à $\pm 3^\circ\text{C}$, le système étant verrouillé par la GTC. Les fenêtres sont équipées de contacts de feuillure qui permettent de couper la climatisation ou le chauffage lorsqu'elles sont ouvertes. Il faut ensuite relancer manuellement le fonctionnement en utilisant le thermostat.

Une centaine d'unités intérieures

Des cassettes à 2 voies assurent le confort thermique dans les couloirs. Des cassettes à 4 voies intégrées dans les plafonds suspendus équipent l'accueil, les deux restaurants, la salle de réunion, le local du coiffeur et celui du masseur. Enfin, des muraux chauffent et climatisent les petits locaux comme l'infirmerie, les bureaux, la salle de télévision, etc. En tout, 93 unités intérieures.

L'installateur a pris le soin de centrer les cassettes de l'accueil par rapport à l'entrée de l'établissement. Des pompes de relevage de condensats ont été installées dans tout le bâtiment.

Les sept groupes extérieurs sont positionnés en terrasse. L'ensemble des équipements est reporté sur un écran d'ordinateur via les deux commandes centralisées web du fabricant. C'est la société CCS Chaverou, dirigée par Paul-Bernard Ravon à Cavillon, qui a été chargée du lot climatisation et qui a sous-traité sa réalisation à Nans Haf-



saoui, gérant de l'entreprise Alpha Energies 84 basée à Cavillon. « Nous avons adressé toutes les unités intérieures manuellement pendant 2 jours et demi, explique Nans Hafsaoui, l'installateur. De cette manière, nous sommes sûrs que l'écran reprend bien toutes les informations, signalant le moindre défaut. Par ailleurs, les numéros sur l'écran correspondent avec les numéros des chambres, ce qui facilite l'utilisation de ce système qui, moyennant une adresse IP, peut être piloté à distance ».

Une ventilation compatible avec les systèmes air/air

L'ensemble de l'établissement est équipé d'un système de ventilation double flux. Trois caissons d'extraction simple flux autorégulables Aldes sont positionnés en terrasse. N'étant pas sensibles à l'hygrométrie, les débits restent fixes, en particulier indépendants des conditions de fonctionnement des DRV. Dans ce type d'établissement, explique Pierre Buoro du bureau d'études Enophi de Clermont-Ferrand, il est important de maintenir un débit d'extraction élevé et constant, susceptible d'évacuer en permanence toutes les odeurs qui peuvent être un point sensible dans ce type d'établissement. Parallèlement, l'établissement étant alimenté en gaz pour le fonctionnement des cuisines, une chaudière a également été installée par la société RC Clim (groupe Climater) également chargée de la ventilation et de la plomberie. Connue à Avignon, elle emploie une trentaine de salariés.

L'Installateur | Octobre 2014

Comme il n'était pas possible de se raccorder au réseau électrique pour alimenter le système de climatisation, ce sont des moteurs thermiques fonctionnant au gaz qui entraînent les groupes. De surcroît, l'installation assure le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire.

Une climatisation au gaz réversible

02



Fiche signalétique

Maître d'ouvrage
Hôpital de Bonifacio/Samop.

Architectes
Thienot-Ballan
et Giusti-Versini.

BET fluides
Pingat, Lamy.

Entreprise générale
Cari.

Installateur CVC
Climatec, Porto-Vecchio.

Montant du lot climatisation
Environ 700 000 euros HT.

Surface utile du bâtiment
6 800 m².

Fiche technique

Systèmes de climatisation
DRV GHP ECO-g 2 tubes
de Sanyo.

3 groupes SGP-E90K1GU2
de 28 kW de puissance
froid et 31,5 de puissance
chaud.

9 groupes SGP-E120K1GU2W
de 35,5 kW de puissance
froid et 40 kW de
puissance chaud, avec une
production d'ECS jusqu'à
75 °C.

La Corse souffre comme beaucoup d'îles d'un déficit de production en énergie électrique. C'est la raison pour laquelle, il n'était pas possible d'alimenter le système de climatisation par le réseau d'ERDF. Seule énergie disponible : le gaz propane comme il n'existe pas de réseau de gaz de ville en Corse.

D'ailleurs, EDF a accordé comme pour d'autres opérations, une prime au kilowattheure électrique... économisé ! Conséquence : l'hôpital qui en fait un centre médicalisé puisqu'il ne comprend pas de salles d'opérations, stocke l'équivalent d'environ deux à trois mois de consommation.

Un système à débit de réfrigérant variable

Lors de l'appel d'offres, une première solution avait été esquissée associant un groupe d'eau glacée à absorption à des centrales de traitement d'air et une chaudière à des radiateurs. Mais l'entreprise Climatec de Porto-Vecchio, associée au bureau d'études Lamy, a proposé une variante qui a finalement été retenue. Preuve que les entreprises disposent d'un réel pouvoir de prescription en la matière.



→ L'installation est composée de groupes de type DRV ECO-g développés par Sanyo. Ils sont entraînés par des moteurs thermiques alimentés au gaz propane. Sur la photo, on aperçoit les pots d'échappement des gaz de combustion.



→ Un contrôleur muni d'un écran tactile assure la régulation globale de l'installation. Il autorise un fonctionnement par groupe, par zone et par unité intérieure. En outre, il assure une répartition de la priorité énergétique.



→ Dans les chambres, la climatisation est assurée par des unités murales commandées individuellement. Au nombre de 155, leur puissance en mode froid est de 2,2 kW et en mode chaud de 2,5 kW.

La solution retenue s'appuie sur le système de climatisation réversible de type DRV GHP ECO-g 2 tubes de Sanyo, à débit de réfrigérant variable et refroidi par air. Fonctionnant avec du fluide frigorigène de type R 410 A, il comprend 12 groupes monoblocs entraînés par des moteurs thermiques fonctionnant au gaz. Leur vitesse est ajustée pour faire correspondre la vitesse, donc le débit de réfrigérant, aux besoins frigorifiques ou calorifiques.

Pour cela, les groupes intègrent un module de régulation électronique. Son rôle est de contrôler en temps réel et de façon linéaire, la vitesse de rotation du moteur thermique et du moteur du ventilateur extérieur. L'objectif est d'obtenir un fonctionnement optimal sur l'ensemble de la plage de fonctionnement, en évitant notamment les cycles de dégivrage. à noter que les compresseurs sont équipés d'un embrayage automatique afin d'optimiser les performances de l'installation en régime réduit.

Toujours dans un souci d'optimisation énergétique, le système de climatisation est capable de produire de l'eau chaude jusqu'à une température de 75 °C, lorsque la température extérieure excède 10 °C. La chaleur est récupérée au niveau du condenseur et au niveau du moteur thermique, grâce à l'échappement et au circuit de refroidissement. Chaque groupe peut fournir une puissance de 12,5 kW.

Un réseau 2 tubes pour les unités intérieures

Les groupes sont raccordés via un réseau 2 tubes alimenté en détente directe, aux unités intérieures : placées au mur dans les chambres et dans le faux-plafond des salles de réunion et des parties communes.

Si chaque unité intérieure est réglable individuellement grâce à des télécommandes filaires, un bus de liaison permet une commande centralisée des fonctions à l'aide d'un écran tactile. Ce bus, composé d'une simple paire en cuivre, assure la communication entre les groupes extérieurs et les unités intérieures.

Chaque unité intérieure est équipée des éléments suivants : un échangeur thermique multi passes, un détendeur électronique, un ventilateur intérieur, deux sondes de régulation sur le réfrigérant, deux sondes de régulation sur l'air, pour la reprise et le soufflage. La régulation est assurée avec un différentiel de 0 à 2 °C, quel que soit le mode de fonctionnement.

La solution retenue a permis de répondre au cahier des charges initial de l'appel d'offres, à savoir : maintenir une température de 20 à 21 °C en hiver, par une température extérieure de - 2 °C, et être capable d'abaisser de 8 °C la température en été.

De plus, le fait que le système thermodynamique assure également le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire, améliore la performance énergétique de l'ensemble de l'installation en évitant de recourir à une chaudière ; (sauf en appoint de la production d'ECS). Enfin, le choix de la détente directe constituait une solution élégante face aux problèmes de place qui auraient été inévitablement rencontrés avec un système utilisant le vecteur air. D'autant que, le bâtiment qui a été construit en béton banché, a vu sa hauteur réduite suite à l'avis de l'Architecte des bâtiments de France.

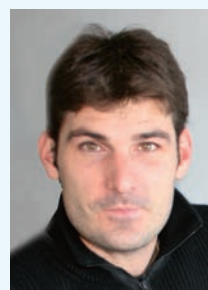
François Sagot | *Clima+confort n°101* | Octobre 2009

INTERVIEW

Xavier Vérany,

chargé d'affaires de l'entreprise Climatec

« Il fallait éviter de faire une usine à gaz ! »



La solution d'origine qui consistait à associer un groupe d'eau glacée à une centrale de traitement d'air et une chaudière à des radiateurs était difficilement réalisable.

En effet, comment faire passer des gaines de 600 mm de diamètre dans des faux plafonds de 290 mm, sans compter les retombées de poutres ?

C'est ce qui nous a conduits à proposer en variante, une solution basée sur le système GHP de Sanyo,

que nous avons découvert lors du dernier salon Interclima. De plus, il devenait possible de faire à la fois de la climatisation et du chauffage, avec un meilleur coefficient de performance. Et même de produire de l'eau chaude jusqu'à 75 °C récupérée lors du fonctionnement en mode climatisation l'été.

Le tout dans le cadre d'une installation d'une extrême simplicité puisqu'une équipe de 3 personnes pendant neuf mois a été capable de mener à bien le projet.

La maîtrise de la contamination aéroportée dans les blocs opératoires entraîne des dépenses énergétiques souvent mal prises en considération. Pourtant, la démarche d'adaptation à l'environnement durable est inéluctable.

Traitement d'air des blocs opératoires et ENR

03



Notes

La norme NF S 90-351 (juin 2003) a fait l'objet d'une révision depuis la publication de cet article. Une nouvelle version du référentiel a été publiée en avril 2013. Celle-ci introduit notamment une nouvelle proposition de classes de risques en fonction de l'activité à laquelle il convient de se référer. Les valeurs de classes particulières au repos n'ont en revanche pas changé.

La réduction de la dépense énergétique due au traitement d'air d'un bloc opératoire peut être envisagée de plusieurs manières. L'objet de notre réflexion se limite aux solutions ENR. Il en existe bien d'autres qui consistent à récupérer ou à transférer des calories ou des frigorifiques. Le tableau a été élaboré à partir d'un autre tableau figurant dans la norme NF S 90-351 « Établissements de Santé : salles propres et environnements maîtrisés et apparentés ». La maîtrise de l'environnement des blocs opératoires repose sur une analyse du risque de contamination qui aboutit à classer les locaux en quatre catégories de zone. Ces zones sont numérotées de 1 à 4. La zone n°1 concerne les locaux non spécifiques qui ne rentrent pas dans le champ de cet article. La zone n° 2 dite « à risque modéré » prend en compte certaines pratiques de médecine interne ou de spécialité, de rééducation fonctionnelle, la maternité, le long et moyen séjour, la psychiatrie et les consultations externes. La zone n° 3 dite « à haut risque » s'applique aux locaux de réanimation, de soins intensifs, d'exploration fonctionnelle vasculaire, de néonatalogie, d'hémodialyse, d'hématologie... La zone n° 4 dite « à très haut risque » concerne la chirurgie orthopédique, cardiovasculaire, la neurochirurgie, l'ophtalmologie, la cancérologie, l'onco-hématologie, les grands brûlés, les greffés, les prématurés...

Dans la pratique, il revient à chaque établissement de santé de définir ses propres niveaux de risque en fonction de ses activités. Pour de plus amples informations, nous invitons le lecteur à consulter également le guide du traitement d'air d'Uniclima pour les établis-

ZOOM

Une couverture des besoins

La satisfaction des besoins énergétiques importants du traitement d'air des blocs opératoires peut être couverte peu ou prou par des énergies renouvelables. L'harmonisation d'un environnement intérieur normalisé avec un environnement extérieur durable est possible. Ne serait-il pas légitime de demander à ceux qui utilisent des systèmes de traitement d'air plus sophistiqués, et donc gourmands en énergie, d'être les plus volontaires à recourir aux ENR ?

TYPES DE ZONE À RISQUE ET DÉPENSE ÉNERGÉTIQUE

Type de zone à risque	2	3	4	
	Risque modéré	Haut risque	Très haut risque	
Surface moy./bloc		30 m ²		
Surface moy./Autres locaux zone 2 (réanimation, sas, vestiaires, etc)		40 m ²		
Classe selon ISO 14664-1	ISO 8	ISO 7	ISO 5	
Moyens :				
Flux unidirectionnel	non	selon les cas	oui	
Taux de brassage : salle (hors flux unidirectionnel)	15 à 20 V/h	25 à 30 V/h	> 50 V/h	
Total en kwh sur 7 000 h	4 9910	53 109	62 440	68 684
% ventilation	19 %	23 %	33 %	38 %
% chaud	38 %	36 %	30 %	27 %
% froid	43 %	41 %	37 %	35 %

→ Type de zone à risque n° 2, 3 et 4 sur la base de la norme NF S 90-351, révisée en avril 2013, « Etablissements de Santé : salles propres et environnements maîtrisés et apparentés ».

sements de santé, le guide Bio Aspec et, bien sûr, tous les documents publiés par la SFHH (Société Française d'Hygiène Hospitalière) et les CCLIN régionaux, dont un grand nombre est disponible en ligne. Après avoir éclaircie la question des zones à risques, il convient de revenir aux paramètres techniques correspondant aux trois catégories de zone à risque définies dans la norme NF S 90-351 et d'en déduire la dépense énergétique engendrée. Pour calculer cette dernière, nous sommes partis de bases de données classiques sur lesquelles il est possible de construire un raisonnement général.

Les leçons que l'on peut tirer des chiffres sont intéressantes :

- Plus le bloc est classé dans une zone à fort risque, plus la consommation d'énergie du traitement d'air est importante. On passe de 1 à 1,38. L'augmentation est plus sensible quand un flux unidirectionnel est installé.
- Moins la zone est à risque (2 par exemple), plus il importe de mettre en œuvre des solutions qui concernent la production thermique : 1) froid, 2) chaud.
- Plus la zone est à risque (3 ou 4), plus il est justifié d'envisager des solutions pour la production d'électricité.
- Les solutions ENR pour la production de froid sont d'un plus grand enjeu que celles pour la production de chaud.

Produire des frigories

La solution ENR pour produire des frigories existe et s'appelle le free-cooling. Elle consiste à utiliser le froid disponible en période hivernale pour refroidir soit de l'eau glacée, soit de l'air. D'où les deux technologies de free-cooling : le dry-cooler et la CTA 3 registres.

1 Le free-cooling avec un dry-cooler

Il s'agit d'une batterie dans laquelle on fait passer de l'eau à l'intérieur des tubes pour être refroidie par de l'air extérieur plus froid et disponible en abondance. Ce système peut fournir aux salles propres de l'eau glacée traditionnelle à 7°C, essentiellement en hiver. Toutefois, il peut être utilisé pour faire du prérefroidissement à 12°C pendant une période plus longue.

L'expérience acquise avec le free-cooling pour les sites informatiques est faite pour rassurer les industriels. En supposant que le besoin de puissance frigorifique soit de 80 kW, avec un échangeur de 145 kW de moyenne, on estime que l'économie réalisable est de 144 000 kWh.

2 Le free-cooling avec une CTA « 3 registres »

Lorsque la température extérieure, 15°C par exemple, est plus basse que la température ambiante, 21°C par exemple, des salles propres, il est plus économique de faire rentrer de l'air froid disponible en abondance à l'extérieur plutôt que de consommer de l'électricité pour produire du froid destiné à rafraîchir de l'air ambiant. Un tel système peut marcher avec un compartiment « trois registres » à l'intérieur d'une centrale de traitement d'air (CTA). La régulation de ce système permet d'ajuster le débit d'air recyclé et le débit d'air extérieur plus frais pour obtenir la bonne température de soufflage.

Ce type de solution permet de tirer parti des conditions météorologiques favorables pour réduire le refroidissement mécanique et aboutir à des économies substantielles d'énergie. Ainsi, une CTA de 21 000 m³/h équipée d'un système de free-cooling à trois registres peut générer une réduction de la consommation d'électricité de 47 000 kWh.

Produire des calories

Les solutions ENR pour produire des calories sont nombreuses. On peut citer la pompe à chaleur, le capteur solaire thermique, la biomasse... Nous avons choisi de présenter la pompe à chaleur géothermique.

L'intérêt de la Pac dépend de l'écart de température entre la source froide et la source chaude. Plus cet écart est faible, plus le transfert sera facile et économique. Inversement, si l'écart de température est important entre les deux sources, le compresseur demandera beaucoup d'énergie pour transférer les calories.

Ces calories sont abondantes dans la nature, dans le sol ou l'eau – géothermie – et dans l'air – aérothermie. Comme la température du sol, ou de l'eau, est supérieure à celle de l'air en hiver, les Pac géothermiques affichent des performances bien meilleures. La source froide est alors soit une nappe phréatique, soit le sol lui-même. Cette source de calories étant stable en température, le fonctionnement de la Pac est plus simple, plus fiable et plus performant. En plus et contrairement aux chaudières, elle n'émet pas de gaz à effet de serre. Pour une puissance de chauffe de 400 kW, la puissance électrique nécessaire va de 60 à 130 kW selon la source, ce qui est très peu (COP de 3 à 7 selon Eurovent).

Serge Bresin et Francis Woog | Salles propres N° 79 | Mars-Avril 2012



01

**Des VRV pour
un restaurant**
situé à 3 032 m
d'altitude

→ **Daikin**

*Par Roland Kushner
Clima+confort*

02

**Récupération
d'énergie**
avec des DRV

→ **Mitsubishi Electric**

*Par François Sagot
Clima+confort*

03

**Des mini-Pac
sur boucle
d'eau** pour
un hôtel

→ **France Energie**

*Par François Sagot
Clima+confort*

Les cafés-hôtels-restaurants

Compte tenu de la fréquentation de ces établissements qui peut être extrêmement fluctuante et intermittente, il faut disposer d'équipements réactifs. Objectif : garantir le confort des occupants tant en matière de renouvellement de l'air que de niveau de température. Le vecteur air est souvent retenu pour assurer le chauffage et le refroidissement, avec des variations rapides de température, comme c'est le cas pour les chambres d'hôtel. Quant à la gestion technique centralisée elle est indispensable pour piloter les équipements en fonction des périodes d'occupation.

L'établissement Le Panoramic, qui surplombe Tignes, a été équipé de systèmes fournis par Daikin capables de fonctionner jusqu'à une température de -25 °C, en remplacement des équipements de chauffage électriques existants.

Des VRV pour un restaurant situé à 3 032 m d'altitude

01



Fiche signalétique

Maître d'ouvrage
Société des téléphériques de la Grande-Motte.

**Maître d'œuvre/
installateur**
Veolia eau ECHM.

Installateur sous-traitant
Groupe Ventimeca et sa filiale Aquatair génie thermique Savoie.

Coût de la rénovation
350 000 euros HT pour une première partie du restaurant.

Fiche technique

Groupes extérieurs
VRV III-C Grand froid
RTSYQ14PY1 Daikin
14 CV ; COP de 3,98 à +7 °C et 3,25 à -7 °C.
Puissance nominale : 45 kW à 7 °C et 42,3 kW à -7 °C.

Émetteurs
5 cassettes apparentes FXUQ71M 4 voies de 9 kW, 1 plafonnier suspendu FXHQ32M et 2 muraux FXAQ32P de 4 kW.

Traitement d'air
5 centrales Climaciat Airtech Ciat, dont 2 modèles double-flux.

Télégestion de l'installation
Veolia eau-ECHM.

Au pied du glacier de la Grande-Motte, les 800 m² du restaurant Le Panoramic comprennent un restaurant gastronomique, un self-service et un snack. Ouvert 10 mois sur 12, il forme avec le terminal du funiculaire « Perce-Neige » un même ensemble. La rénovation des installations de chauffage a fait l'objet d'une réflexion particulière. En effet, les températures moyennes relevées en hiver sont comprises entre -10 et -15 °C, et peuvent descendre jusqu'à -35 °C. À cela, il faut ajouter des besoins importants de chauffage et de confort, sans négliger les économies.

Par ailleurs, il s'agissait de faire appel aux énergies renouvelables à la demande de la Société des téléphériques de la Grande-Motte (STGM), propriétaire d'une grande partie du domaine skiable de Tignes. « Le restaurant d'altitude Le Panoramic a été le premier projet à bénéficier de cette nouvelle approche. Son installation de chauffage, qui présentait de nombreuses défaillances après 30 années de service, nécessitait une rénovation. Elle était d'autant plus impérieuse qu'arrivait aux fourneaux le chef cuisinier étoilé Jean-Michel Bouvier », explique Renaud Benoît, directeur d'exploitation de la SGTM.

Pannes, fuites de cuve et confort insuffisant

Les espaces self-service et snack, soit la moitié de la surface du Panoramic, étaient chauffés par deux centrales de traitement d'air 100 % hydrauliques, raccordées à un hydro-accumulateur de



→ Le VRV III-C repose sur l'association de plusieurs compresseurs de petite taille fonctionnant conjointement. Ce système est composé d'un groupe extérieur à condensation par air et d'une unité fonctionnelle qui est le cœur du dispositif car elle permet, grâce à un compresseur additionnel, de relever le niveau de performance globale de l'équipement.



→ Les batteries des CTA sont dimensionnées pour, en cas de panne de la Pac ou de température extérieure descendant exceptionnellement en dessous de - 25°C, pouvoir assurer 100% du chauffage, avec le secours éventuel des anciens convecteurs électriques.



→ La livraison du groupe VRV, de ses accessoires, et la descente des éléments de l'hydro-accumulateur ont été réalisées grâce à 32 rotations d'hélicoptère.

40 m³ d'eau glycolée. Ce dernier était équipé de 20 résistances (285 kW de puissance au total) qui chauffaient l'eau à 60°C durant les heures creuses, avec un appoint ponctuel d'électricité durant les heures pleines. Des pannes, des fuites de la cuve et un confort insuffisant obligeaient de rénover les installations tout en évitant de renforcer l'isolation du bâti. Veolia eau, Eau et chaleur en haute montagne (ECHM), qui gère plusieurs marchés de fluides du domaine de Tignes, en Savoie, a donc proposé à son client de repenser certains équipements de la station avec différentes options. En mai 2010, l'entreprise a envisagé l'installation d'une pompe à chaleur air/eau dans la salle des moteurs du funiculaire « Perce-Neige », afin de récupérer les calories dégagées par les trois moteurs de 700 kW, pour chauffer le restaurant. « Mais il a fallu y renoncer car la Pac aurait trop refroidi l'air intérieur du local, avec le risque d'endommager la machinerie », commente Bertrand Ricel, responsable du service énergie de Veolia eau. L'option « rénovation à l'identique », avec maintien des émetteurs intérieurs, remplacement de la cuve de 40 m³ par huit réservoirs de 5 m³, a aussi été écartée. Elle se traduisait par des coûts élevés et de longs travaux, malgré une tarification heures creuses intéressante proposée par la Régie électrique de Tignes.

L'option thermodynamique air/air

Finalement, c'est une autre solution « tout électrique » qui a été proposée, avec le VRV III-C bicompresseur de Daikin (chaud seul). Fonctionnant en détente directe, ce système accepte des températures allant jusqu'à - 25°C. « Cette solution avait le mérite d'être moins coûteuse, de diminuer l'amortissement, de raccourcir l'exécution des travaux, de générer des économies d'énergie importantes... tout en prouvant qu'une Pac air/air est pertinente par grands froids y compris en altitude », précise François Deroche, directeur marketing de Daikin.

Toutefois, restant dubitatif, Veolia eau ECHM a demandé à l'installateur Ventimeca (Sciez, dans le 74) et à Daikin des informations complémentaires sur cette solution. Comme Ventimeca avait déjà installé ce type de Pac dans un restaurant à 1700 m d'altitude, elle s'est vu confier l'étude et la sous-traitance des travaux ainsi que sa filiale Aquatair (Seynod, dans le 74). « La Pac est indépendante et prioritaire sur les cinq nouvelles centrales de traitement d'air chargées

d'insuffler un air neuf à 18/19°C. Pour autant, la fonctionnalité de la Pac chargée de gérer le maintien de la température de consigne n'est pas pénalisée. Les batteries des CTA sont dimensionnées pour que, en cas de panne de la Pac ou de température extérieure descendant exceptionnellement en dessous de - 25°C, assurer 100% du chauffage, avec le secours éventuel des anciens convecteurs électriques », explique Ylies Keddari, responsable du groupe Ventimeca, qui a préconisé le remplacement des émetteurs et des centrales de traitement d'air.

Des conditions de mise en œuvre délicates nécessitant un hélitreuilage

L'installation du nouveau système s'est déroulée du 9 mai au 8 juin 2011, mobilisant 12 personnes du groupe Ventimeca, logées sur place et préalablement soumises à trois jours d'adaptation à l'altitude. La livraison du groupe VRV, de ses accessoires et la descente des éléments de l'hydro-accumulateur ont été réalisées grâce à 32 rotations d'hélicoptère (le funiculaire étant en maintenance), ainsi que les cinq nouvelles CTA fournies par Ciat (dont deux double-flux).

« Le VRV III-C repose sur l'association de plusieurs compresseurs de petite taille fonctionnant conjointement. Ce système est composé d'un groupe extérieur à condensation par air et d'une unité fonctionnelle qui est le cœur du dispositif car elle permet, grâce à un compresseur additionnel, de relever le niveau de performance globale de l'équipement », explique Michel Rambaud, chef produit Daikin. Précision : l'eau chaude sanitaire est fournie par des ballons électriques.

À l'issue de 17 mois de fonctionnement, un premier bilan comparatif des consommations électriques pré et post-installation des VRV a été réalisé. Les factures suivantes indiquent une réduction de 28% de la consommation électrique soit 173 722 kWh/an et une économie de 15%, soit 5 755 HT/an (observations menées entre 2010 et 2012).

« À terme, il est envisagé l'installation d'une seconde unité VRV III-C pour ainsi traiter la totalité du Panoramic », explique Claude Richard, gérant d'Acquatair, qui confirme l'intérêt croissant pour les ENR en montagne, avec les Pac, la géothermie et les chaufferies au bois.

Roland Kushner | *Clima+confort* n°134 | Avril 2013

Pour l'Hôtel Normandy Barrière à Deauville, une solution autorisant le transfert d'énergie a été retenue. Objectif : répondre à des demandes simultanées de chaleur et de refroidissement pour le confort des clients tout en améliorant la performance énergétique.

Récupération d'énergie avec des DRV

02



Fiche signalétique

Maître d'ouvrage
SHCD (groupe Lucien Barrière).

BET tous fluides
Babin.

Installateur CVC
Diffus Air service.

Nature de l'ouvrage
Hôtel de 290 chambres, sur 18 000 m².

Montant des travaux
12 millions d'euros, dont 2,5 pour le lot climatisation.

Fiche technique

Chauffage et refroidissement
28 DRV Mitsubishi Electric City Multi R2 fonctionnant au R 410A, d'une puissance unitaire de 30 kW en mode froid.

Émetteurs
Gainables Mitsubishi Electric Pefy, de 2,8 kW et 3,2 kW en mode froid.

Eau chaude sanitaire
Chaudières gaz.

VMC
Simple-flux.

Construit en 1912 par Théo Petit, l'Hôtel Normandy Barrière de Deauville (Calvados) fait l'objet d'un important programme de rénovation. Véritable institution, cette propriété du Groupe Lucien Barrière a adopté, depuis 2010, une organisation par tranche des travaux permettant de préserver au maximum l'activité de l'établissement, notamment en période estivale.

Un phasage des travaux délicat

Les travaux ont ainsi débuté en janvier 2010, pour une durée prévisionnelle de 8 ans. Au programme : réfection de la toiture, ravalement, isolation des combles, remplacement des baies vitrées par des menuiseries équipées de doubles vitrages, rénovation des réseaux d'eau froide/eau chaude, d'évacuation des eaux usées et des eaux vannes, de la VMC, du chauffage et de la climatisation, de l'eau chaude sanitaire...



→ **L'intégration des DRV sur les toits de l'établissement** a nécessité une étude d'implantation afin de ne pas les apercevoir depuis la rue, et la réalisation de décaissés. Une fonction « mode nuit » permet d'abaisser le niveau sonore à 53 dB(A) à 1 m, au lieu de 61 dB(A).



→ **Les chambres sont équipées d'un ou deux gainables**, avec deux voire trois grilles de soufflage, ainsi qu'une grille de reprise. Un acousticien a validé le choix, l'implantation et la mise en œuvre des équipements avec une mesure du bruit n'excédant pas 22 dB(A). Un niveau sonore quasiment inaudible même en grande vitesse !



→ **Le cahier des charges prévoyait des commandes simples d'utilisation**, analogues à celles que l'on rencontre dans les voitures, avec la possibilité de choisir indifféremment le chauffage ou le refroidissement.

Les chambres sont désormais climatisées de manière individuelle, alors qu'elles étaient jusqu'à présent chauffées par des radiateurs hydrauliques. Explication : en Normandie, à quelques centaines de mètres de la mer, il suffisait d'ouvrir les fenêtres pour tout de suite faire baisser la température ambiante.

Un cahier des charges spécifique a été demandé à l'entreprise Diffus Air Service chargée du lot CVC, comme l'explique Jean-Luc Trouille, directeur technique pour la région Normandie et Bretagne du groupe Lucien Barrière. « *Nous avons demandé une individualisation totale des commandes, avec la possibilité pour les occupants de choisir indifféremment le chauffage ou le refroidissement, une utilisation simple comme c'est le cas dans une voiture, avec un fonctionnement silencieux. Nous avons réduit le nombre d'unités intérieures afin de respecter les limites de concentration en fluide frigorigène dans le bâtiment, et imposé un zonage des groupes afin qu'en cas de panne seulement dix chambres soient impactées. Nous avons également demandé que les groupes implantés en toiture-terrasse soient dissimulés.* »

Compte tenu de ces impositions fortes, l'entreprise Diffus Air Service chargée du lot CVC est intervenue gaine technique par gaine technique. Elle a proposé le système DRV2 tubes, à récupération d'énergie, développé par Mitsubishi Electric. « *Comme il peut y avoir des chambres en demande de froid et, simultanément, d'autres en demande de chaleur, nous avons préféré un système favorisant les transferts d'énergie et donc la performance énergétique. D'où le choix du système City Multi R2, limitant par ailleurs le volume de fluide en circulation et les liaisons* », explique Albert Merveille, Pdg de l'entreprise Diffus Air Service.

Le transfert de chaleur s'effectue grâce à des boîtiers de répartition CMB mis au point par Mitsubishi Electric. Particulièrement compacts, ils ont pu être facilement intégrés dans les gaines techniques des couloirs. Chacun d'entre eux fonctionne de façon automatique et indépendante, en répartissant le fluide frigorigène sur les unités intérieures raccordées, en fonction de la demande simultanée en chaud ou en froid.

Le choix des DRV par rapport à la solution des refroidisseurs de liquide (chillers) s'explique également par les contraintes d'encombrement liées à la présence d'un réseau hydraulique, comparé à des liaisons parcourues par du fluide frigorigène. En effet, les hauteurs sous plafond sont extrêmement faibles. Les gainables Mitsubishi Electric, installés en faux-plafond de la salle de bains, ont une hauteur de

seulement 200 mm et disposent d'une pompe de relevage intégrée. La hauteur hors tout du plénum est de 450 mm.

Un fonctionnement particulièrement silencieux

Le gainable est implanté dans la salle de bains (deux dans le cas d'une suite). Son fonctionnement est particulièrement silencieux : 24, 26 et 30 dB, selon les vitesses. Pour ne pas dégrader les caractéristiques annoncées par le fabricant, un soin particulier a été accordé à la mise en œuvre : recours à des gaines isolées phoniquement et introduction dans le réseau d'une boîte de détente tapissée par un résilient. Deux grilles de soufflage, elles aussi tapissées par un résilient, sont positionnées dans la chambre elle-même et une troisième dans l'entrée. La grille de reprise est placée dans la chambre pour un meilleur rendement de l'installation.

Ces choix ont été validés par un acousticien, qui a relevé une valeur de seulement 22 dB(A), conformément à la demande du maître d'ouvrage. « *La première phase du projet a donc consisté à faire le point sur l'existant, effectuer des tests de positionnement des équipements, choisir l'emplacement des grilles de soufflage et évaluer les attentes des utilisateurs* », explique Albert Merveille.

Précision : le renouvellement de l'air est indépendant grâce à une VMC simple-flux. Un contact de feuillure équipe les fenêtres de façon à couper le système de chauffage et de climatisation en cas d'ouverture, ce qui permet d'optimiser encore les économies d'énergie.

Les équipements sont pilotés par le système de gestion technique du bâtiment AG150 à écran tactile développé par Mitsubishi Electric, compatible avec le logiciel Opéra de réservation des chambres. Le système de supervision TG2000, fonctionnant sous Windows, permet de visualiser l'ensemble des équipements : ventilation, vitesse et mode de fonctionnement, déshumidification, reprise d'air.

La maintenance des installations assurée par l'entreprise Diffus Air Service consiste en deux interventions annuelles, dont une plus importante prévoyant le contrôle d'étanchéité des équipements fonctionnant avec du fluide frigorigène. Le contrat prévoit une intervention en cas de panne en moins de 4 heures sur site. Des pièces détachées sont stockées dans l'établissement permettant, le cas échéant, de remplacer entièrement un gainable.

François Sagot | Clima+confort n°147 | Novembre-Décembre 2014

Dans le cadre de la rénovation de l'hôtel Mövenpick à Neuilly, la climatisation des chambres a été améliorée. Elle est désormais assurée par des monoblocs thermodynamiques France Énergie raccordés à la boucle d'eau existante et aux CTA pour l'amenée d'air neuf.

Des mini-Pac sur boucle d'eau pour un hôtel

03



Fiche signalétique

Maître d'ouvrage
Hôtel de Neuilly SAS.

AMO
Chandler KBS.

BET fluides
Terrell.

Entreprise générale
Kemen.

Installateur CVC
ICE.

Montant du lot CVC
1,6 million d'euros.

Fiche technique

Pompes à chaleur sur boucle d'eau
Pac plafonniers de 1 600 W ; encombrement de 250 mm de haut ; régulation communicante Karno avec protocole Lonworks.

Fournisseur : France Énergie.

Chiffres clés
400 mini-Pac.

Fluide frigorigène
R 407C.

Générateurs chaud et froid
2 chaudières au gaz de 840 kW de puissance unitaire ; 2 chillers de 55 et 27 kW de puissance froid ; 2 tours de refroidissement de 800 kW.

Ventilation
3 CTA double flux.

Construit dans les années 70, l'hôtel Mövenpick à Neuilly (près de Paris) fait l'objet d'une rénovation. Une première phase de travaux est intervenue de juin 2013 à juin 2014. Objectif : améliorer le confort et le niveau de prestation des 284 chambres que compte l'établissement classé 4 étoiles. Par ailleurs, il s'agit de transformer des suites en chambres. Les travaux portent à la fois sur la décoration, l'électricité, la plomberie et la climatisation.

Des installations encore en bon état

La particularité du système de chauffage et de climatisation existant est de faire appel à une boucle d'eau, dont le réchauffage est assuré, en hiver, par deux chaudières au gaz et le refroidissement, en été, par deux tours de réfrigération. Le bureau d'études Terrell, en charge d'étudier la partie CVC, a décidé de conserver l'installation existante, comme l'explique Philippe Galichet, directeur du département corps d'état techniques : « *supprimer la boucle d'eau et faire appel à des DRV aurait eu un impact trop important sur l'activité de l'hôtel ; c'est pourquoi nous avons préféré conserver le principe de fonctionnement tout en améliorant les performances énergétiques de l'installation. Par ailleurs, suite à*



→ Le niveau des prestations des chambres d'une surface de 20 m² a été amélioré. La climatisation est assurée par un module thermodynamique d'une hauteur de 250 mm, implanté dans le faux-plafond du couloir d'entrée. L'air vicié est extrait dans la salle de bains, avec un débit de 90 m³/h.



→ Les mini-Pac France Énergie sont raccordées à la boucle d'eau 2 tubes en « acier noir » de plomberie, sans qu'il y ait besoin de calorifugeage. On distingue les deux vannes d'isolement ainsi qu'une vanne d'équilibrage pour un débit de 360 l/h. L'air neuf prétraité par les CTA est introduit, puis mélangé à l'air repris dans la chambre.



→ La régulation dans les chambres est assurée par des boîtiers voulus extrêmement simples par le maître d'ouvrage pour ne pas dérouter les clients. Le passage du mode chaud au mode froid s'effectue automatiquement et vice versa. Ils sont raccordés à la GTC, via le protocole de communication Lon.

l'audit que nous avons mené, nous nous sommes aperçus que l'on pouvait conserver certains équipements encore en bon état comme les groupes froid datant de 1997 ».

Afin de mettre au point le projet et valider les transformations avec le maître d'ouvrage, notamment en ce qui concerne le passage des gaines, une chambre témoin a été réalisée avant le lancement des travaux. Les mini-Pac existantes fonctionnant au R 22 ont été remplacées par des modules HRO 250 BRU développés par France Énergie. « Il s'agit presque des plus petits modules de notre gamme, avec une puissance en froid de 1 635 W et en chauffage de 1 710 W, explique Patrick Lafon ingénieur d'affaires régional du fabricant. Nous annonçons un COP compris entre 4,6 et 6,4, et un EER compris entre 3,4 et 5, correspondant à une classe énergétique A dans les deux cas. »

Implantés dans le plénum du couloir d'entrée, ces modules n'excèdent pas une hauteur de 250 mm. Le soufflage et la reprise s'effectuent dans la chambre. Ils sont donc alimentés par un réseau d'eau, moyennant des vannes d'isolement et une vanne TA d'équilibrage afin d'obtenir un débit de 360 l/h, conformément aux prescriptions du fabricant.

L'air neuf arrive directement dans le module, puis est mélangé à l'air repris dans la chambre, dont la surface standard est de 20 m². L'extraction de l'air vicié s'effectue dans la salle de bains, via des bouches hygoréglables. Le débit important voulu par le maître d'ouvrage est de 90 m³/h.

L'air neuf est préchauffé ou refroidi grâce à des batteries placées dans les centrales de traitement d'air double-flux implantées dans les locaux techniques situés au dernier étage de l'hôtel. Elles sont alimentées soit par les deux chaudières au gaz, soit par un refroidisseur de liquide (chiller). « L'objectif est d'assurer une température de soufflage de 20 °C, été comme hiver, explique Philippe d'Amario, responsable technique de l'hôtel. Quant à la température de l'eau de la boucle, elle varie dans une plage de température comprise entre 16 et 48 °C. L'ajustement s'effectue en fonction de la température extérieure et par comparaison avec les informations relevées par des sondes de température placées sur le départ et le retour. »

En intersaison, la boucle d'eau ne nécessite pas de réchauffage ou de refroidissement, car les besoins de chaleur et de froid s'équilibrent par transfert thermique entre les 400 mini-Pac, les 10 chambres froides totalisant une puissance de 150 kW, les façades sud et nord...

La régulation dans les chambres est assurée par des boîtiers France Énergie (Karno) voulus extrêmement simples par le maître d'ouvrage pour ne pas dérouter les clients « qui ont autre chose à faire que comprendre le fonctionnement d'un régulateur », insiste Philippe d'Amario. « En conséquence, ils peuvent choisir entre trois vitesses pour le ventilateur et faire varier la température dans la chambre de plus ou moins 3 degrés. Les consignes des régulateurs sont pour l'instant réglées sur 21 °C en chaud et 24 °C en froid, pour le mode confort, sinon 19 °C et 26 °C, pour le mode économie. Ces points de consigne doivent être affinés au cours des mois à venir, car il ne faut pas que la remontée en température dépasse 1 heure. »

D'autres travaux sont prévus avec l'installation d'une soixantaine de nouveaux modules France Énergie dans les parties communes, le retrofit des chillers fonctionnant au R 22 (interdiction au 1^{er} janvier oblige), mais encore en bon état de fonctionnement. France Énergie s'inscrit d'ailleurs dans le cadre d'une reprise et du recyclage des anciennes Pac fonctionnant au R 22.

En ce qui concerne la maintenance des installations, Patrick Lafon remarque « que la charge de chaque Pac étant inférieure à 2 kg de R 407C, elles ne sont donc pas astreintes au contrôle d'étanchéité des équipements fonctionnant avec des fluides frigorigènes. À partir du 1^{er} janvier 2015, les charges seront inférieures au seuil de 5 t éq CO₂ du nouveau règlement F-gas, et donc dispensées de contrôle d'étanchéité. »

François Sagot | Clima+confort n°147 | Novembre-Décembre 2014

IL A DIT

S'il est encore trop tôt pour avoir une analyse complète des données, la consommation des modules de climatisation des chambres a baissé d'environ 30 %.

Philippe d'Amario, responsable technique de l'hôtel Mövenpick de Neuilly.



D

01

**Top position
pour Pôle
Emploi**
à Saint-Avold

→ **Atlantic**

Chaud Froid Performance

02

**Un plancher
chauffant**
pour une salle
de sport

→ **Sofath**

Par François Sagot
Clima+confort

03

**Solution
mixte**
pour locaux
à occupation
intermittente

→ **Snefcca**

Par François Sagot
Clima+confort

Les établissements recevant du public

Ces ouvrages sont conçus pour répondre à des exigences strictes en matière de sécurité, compte tenu de leur fréquentation par un large public : établissements scolaires, salles de sport, mairies... Face à la diversité des usages et des bâtiments, les besoins en chauffage et refroidissement sont à définir au cas par cas, mais il sont, d'une façon générale, relativement importants. Des horaires d'ouverture réguliers permettent de gérer les consommations.

Pôle Emploi à Saint-Avold rassemble depuis un an les équipes des Assedic et de l'ANPE dans des locaux fonctionnels au confort moderne. Un contrat avec le fabricant des équipements et l'installateur garantit les pièces ainsi que le bon fonctionnement, pendant dix ans.

Top position pour Pôle Emploi à Saint-Avold

01



Fiche signalétique

Locataire
Pôle Emploi Lorraine.

Génie climatique
Houllé, 80 salariés,
4 agences, siège à
Sarreguemines,
dirigeants: Carmelo
Buttaci et Antoine Martin.

Type de bâtiment
Établissement recevant
du public, zone Seveso.

Fiche technique

Groupes extérieurs
DRV 2 tubes VRF max2
(8 + 10 + 16 CV).

Unités intérieures
Gainables slim, gainables
moyenne pression,
cassettes, muraux.

Ventilation
Centrale double-flux
Duotech d'Atlantic,
bouches de soufflage
et de reprise Atlantic.

Service
Contrat 3A avec extension
de garantie à 10 ans sous
réserve de maintenance
régulière.

La réunion des ANPE et des Assedic s'est traduite concrètement à Saint-Avold (Moselle) par la nécessité de trouver de nouveaux locaux plus spacieux pour réunir les deux équipes. La nouvelle agence Pôle Emploi a donc été installée dans des bureaux neufs, construits au dernier étage d'un bâtiment uniquement constitué de parkings. Bien isolés thermiquement et plus fonctionnels que les locaux précédents, les bureaux ont été équipés d'une solution de chauffage et de rafraîchissement, ainsi que d'un système de ventilation.

Ce sont trois groupes à débit réfrigérant variable de chez Atlantic (VRF max2) fonctionnant au R410A qui ont été installés, avec différents types d'unités intérieures. L'originalité de l'installation réside à la fois dans l'emplacement des unités extérieures pour lesquelles l'installateur a trouvé une solution élégante et fonctionnelle, et c'est également le type de contrat de maintenance prévu par le fabricant associé à l'entreprise qui a séduit le responsable immobilier de Pôle Emploi Lorraine, Philippe Schwarz.



→ L'installateur a proposé une solution d'implantation des unités extérieures très élégantes : suspendues au-dessus d'un demi-étage de parking et donnant sur le patio, elles ne sont pas visibles depuis les bureaux tout en n'empiétant pas sur les parkings.



→ La solution de confort est celle d'une unité gainable, invisible dans le plénum du plafond suspendu, avec une bouche de reprise et une bouche de soufflage. Le soufflage est effectué le long des vitres extérieures.



→ Chaque unité intérieure dispose de sa commande filaire, mais l'ensemble est également pilotable sur une télécommande tactile centralisée. Le contrôle des consignes à +/- 3°C permet d'éviter des dérives de consommation d'énergie liées au comportement des utilisateurs.

Sur dix ans, ce contrat prévoit la garantie des pièces à condition que l'entretien de l'installation soit régulièrement réalisé par une entreprise agréée par le fabricant. Tous les deux ans, une équipe de l'industriel vérifie que l'installation ne connaît pas de dérive (la performance énergétique est donc maîtrisée dans la durée). Dans la région, Pôle Emploi a déjà signé quatre contrats de ce type. « Pendant dix ans, ce contrat nous garantit la pérennité des installations, explique Philippe Schwarz. Ça ne peut être qu'un "plus", nous sommes rassurés. » L'installateur y trouve également son intérêt. « Avec ce type de contrat, je vais savoir comment nos installations évoluent dans le temps, raconte Carmelo Buttaci, codirigeant de l'entreprise Houllé. Nous n'avons pas si souvent l'occasion de suivre des installations sur des périodes aussi longues. »

L'entreprise Houllé depuis 1955

Depuis 1999, Carmelo Buttaci codirige avec Antoine Martin l'entreprise Houllé, créée en 1955. Les deux dirigeants sont les anciens chargés d'affaires de la société, avec respectivement 30 ans et 25 ans d'ancienneté. Houllé emploie aujourd'hui 80 personnes, réparties dans 4 agences à Sarreguemines, Strasbourg, Nancy et Metz. Son CA atteint 10 millions d'euros. L'entreprise spécialisée en génie climatique pour des applications tertiaires, des collectivités, l'industrie ou des logements collectifs, installe aussi bien des systèmes hydrauliques qu'à détente directe. Elle dispose d'équipes spécialisées : des chauffagistes, des plombiers, des gainistes (ventilation), des frigoristes et des électriciens. « J'aime bien l'idée de maîtriser les installations de A à Z », explique le Carmelo Buttaci.

Du confort malgré des façades exposées

L'établissement recevant du public (ERP) étant au dernier étage d'un immeuble ouvert, le pari était osé, Pôle Emploi craignant notamment l'influence du vent et du soleil sur les surfaces vitrées. L'installation a été mise en fonctionnement en janvier 2014 et donne depuis satisfaction. « Dans ce type d'installation, nous avons souvent des problèmes de courant d'air. Ici, rien, commente Philippe Schwarz. Le choix des gainables dans les bureaux y est pour quelque chose. Les occupants ont gagné en confort puisque les anciens locaux n'étaient pas climatisés et qu'ils étaient sur deux niveaux. Par ailleurs, ils apprécient la climatisation dans les salles de réunion... »

Groupes extérieurs invisibles mais accessibles

Trois groupes extérieurs VRFMAX2 de 16, 10 et 8 CV fournissent la puissance nécessaire. Ils constituent deux réseaux indépendants, l'un affecté aux bureaux de la façade sud, l'autre aux bureaux nord. Ces groupes devaient initialement être installés dans la cour intérieure, au niveau des bureaux. Une solution peu esthétique. L'entreprise Houllé a proposé de les positionner au même endroit, mais un demi-étage en dessous. Suspendues au-dessus du parking. Ainsi, les unités n'empiètent pas sur l'espace utile du parking et ne sont pas visibles depuis les bureaux. La maintenance reste accessible à tout moment. Un plancher a été réalisé pour drainer l'eau du dégivrage et ne pas nuire à l'exploitation du parking. Le local informatique est pour sa part climatisé par un groupe monosplit indépendant, fonctionnant toujours en mode froid.

Des gainables pour un bon niveau de confort

Du côté des unités intérieures, la solution standard pour le confort des bureaux paysagers est celle d'un gainable qui souffle le long des vitres, un espace réservé à la circulation d'une manière générale. La reprise d'air se fait dans les couloirs. Les autres bureaux et pièces communes sont traités d'une manière plus classique, au moyen de cassettes et d'unités murales. Chacune des unités intérieures dispose d'une télécommande filaire. Mais l'ensemble de l'installation peut également être géré depuis une télécommande tactile centralisée. Le relevage des condensats se fait de manière gravitaire chaque fois que possible, et par pompes de relevage là où on ne peut faire autrement.

La ventilation double-flux (installée dans un local technique intérieur) est entièrement indépendante du fonctionnement du système DRV. Dans les bureaux paysagers, elle insuffle l'air neuf à travers les bouches de reprise des gainables.

Cette réalisation est typique de l'organisation par métiers de l'entreprise Houllé qui a fait successivement intervenir plusieurs équipes spécialisées : les plombiers, les climaticiens pour le système VRF (variable refrigerant flow), plus couramment appelé DRV en français, et des gainistes pour fabriquer et poser les conduits aérauliques... Une organisation de chantier qui a fait ses preuves et le succès de l'installateur.

Chaud Froid Performance

Pour la salle de sport du collège Les Louez Dieu, une pompe à chaleur géothermique a été installée. Résultat : une très faible consommation énergétique tout en assurant le confort des utilisateurs.

Un plancher chauffant pour une salle de sport

02



Fiche signalétique

Maître d'ouvrage
Collège Les Louez Dieu.

Architecte
Cabinet GMA-Grégor Monai (Lens).

Entreprise
Géothermie Habitat (Sofath), à Lallaing (59).

Nature de l'opération
gymnase, vestiaires et dojo, soit au total 2 000 m².

Livraison
2010.

Montant du lot chauffage et ECS
150 000 euros HT.

Fiche technique

Chauffage
3 pompes à chaleur Terméo Sofath de 30 et 27 kW et 2 ballons tampons de 500 l chacun.

ECS
4 ballons biénergies de 300 l chacun avec des résistances électriques d'appoint de 3 000 W.

Pour la réalisation du gymnase, des vestiaires et de la salle de dojo de l'établissement scolaire Les Louez Dieu en 2010, à Anzin Saint-Aubin près d'Arras, le pari de la géothermie a été fait. Ce choix n'était pas a priori le plus évident, mais il a été défendu par l'architecte de l'opération Grégor Monai auprès du directeur du collège Jean-Pierre Julien, maître d'ouvrage. Objectif : recourir aux énergies renouvelables tout en garantissant le confort des utilisateurs.

Une étude de faisabilité

Afin de s'assurer de la validité du projet, Géothermie Habitat (Sofath) a confié au bureau d'études Gedatel le calcul des déperditions thermiques du nouveau bâtiment et des consommations ainsi que l'étude de faisabilité afin de comparer les différentes énergies. L'étude a fait ressortir un retour sur investissement de 4 ans, compte tenu du surcoût de la solution géothermique par rapport à une solution de chauffage standard basée sur des chaudières associées à des aérothermes.



© C+C

→ 2 machines de 27 kW et 1 machine de 30 kW produisent de l'eau à 35 °C, pour le chauffage des locaux et la production d'eau chaude sanitaire destinée aux douches des vestiaires.



© C+C

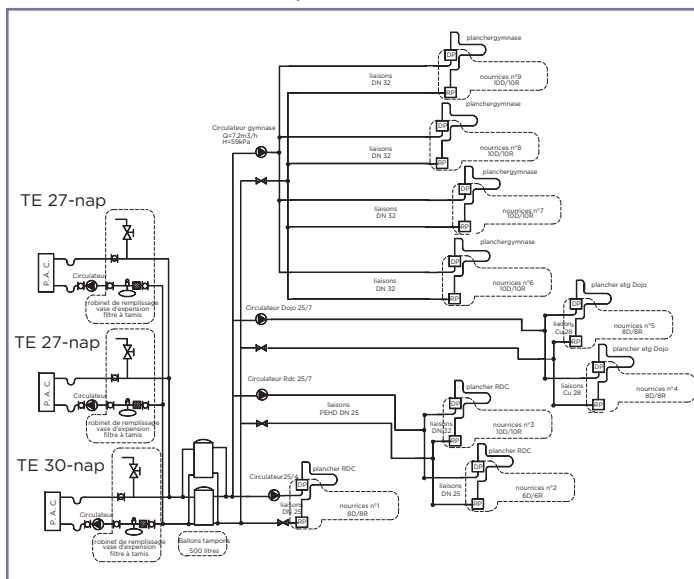
→ Les deux ballons tampons de 500 litres chacun disposent de 4 piquages (à gauche sur la photo). Pour la production d'eau chaude sanitaire, 4 ballons bi-énergies de 300 litres raccordés en série stockent l'eau chaude sanitaire (à droite).



© C+C

→ La salle de sport est chauffée à une température de consigne de 17 °C. Les collecteurs sont placés au pied des poteaux et protégés par un capotage. Ainsi, aucun organe ne peut être endommagé par des projectiles.

RACCORDEMENT HYDRAULIQUE DE L'INSTALLATION



© Géothermie Habitat

→ 2 machines de 30 kW et 1 machine de 27 kW, dont la régulation est de type tout ou rien, alimentent deux ballons-tampons de 500 litres chacun. Les circulateurs à débit constant, pilotés par les sondes de température déportées, distribuent l'eau chaude dans les planchers chauffants des différentes zones : gymnase, dojo, vestiaires et couloirs.

Mais, pour vérifier les estimations, des compteurs d'énergie ont été installés. Antoine Béquart, responsable technique de l'établissement, a relevé les consommations sur les quatre saisons de chauffe. Résultat : un coût énergétique annuel d'environ 2 500 euros pour le chauffage des locaux et une partie de la production d'eau chaude sanitaire pour les vestiaires, avec un contrat d'abonnement électrique tarif jaune. Soit une consommation électrique de 107 000 kWh relevée en juin 2014, donc sur 4 ans, dont les consommations de la pompe de forage et des pompes de circulation à débit constant Salmson. « Nous laissons le chauffage pendant toute la saison de chauffe y compris pendant les périodes de vacances », précise Antoine Béquart.

Un forage vertical compte tenu des puissances en jeu

Le foreur belge Amcal, bénéficiant de la qualification Qualiforage (garantie décennale), a réalisé 4 puits (2 pour l'aspiration et 2 pour

le rejet), à 50 m de profondeur, après une demande d'autorisation du BRGM et de l'Ademe. Leur débit est de 14 m³/h pour une température de l'eau à 12 °C, avec un différentiel entre l'aspiration et le rejet compris entre 3 et 4 °C.

Cette ressource est suffisante pour alimenter les machines thermodynamiques, d'une puissance totale de 87 kW, assurant à la fois le chauffage des locaux mais aussi la production d'eau chaude pour les douches des vestiaires. Par contre, un captage horizontal n'aurait pas été suffisant pour cette installation qui comprend 3 machines Sofath Terméo de 30 et 27 kW, capables de produire de l'eau à une température de 55 °C. Dotées d'une régulation de type « tout ou rien », elles alimentent le plancher chauffant du gymnase dont la température de consigne a été fixée 17 °C (19 °C pour les vestiaires et le dojo).

Si les thermostats sont placés dans les locaux, en revanche le réglage de la température de consigne s'effectue par déport de la commande, dans les locaux techniques, afin d'éviter toute intervention intempestive.

L'installation comprend deux ballons-tampons de 500 litres chacun et 4 ballons bi-énergie de 300 litres qui stockent l'eau chaude sanitaire avec des résistances électriques d'appoint de 3 000 W. L'entreprise Géothermie Habitat assure la maintenance de l'installation : nettoyage des filtres hydrauliques et contrôle de la pression, vérification des connexions électriques, contrôle de la pression du fluide frigorigène de type R 407C.

François Sagot | *Clima+confort* n°145 | Août-Septembre 2014

IL A DIT

Par rapport aux autres solutions énergétiques, il n'y avait pas photo avec la géothermie en termes de retour sur investissement.

Éric Luksch,
responsable technique
de Géothermie Habitat.



Pour chauffer et climatiser l'université de Créteil, deux systèmes cohabitent : des climatiseurs réversibles gainables dans les étages, alimentés par des DRV, et des climatiseurs « tout air neuf », alimentés par deux Pac air/eau réversibles.

Solution mixte pour locaux à occupation intermittente

03



Fiche signalétique

Propriétaire
M. Nouriely.

Nature du bâtiment
ERP accueillant
1 500 personnes.

Surface à traiter
6 000 m² sur 7 niveaux.

Montant des travaux
1,1 million d'euros.

Durée des travaux
1 an et demi.

Fiche technique

Équipements de production
12 DRV « Flow-logic »
d'Airwell, d'une puissance
totale de 450 kW froid
et 400 kW chaud.

2 Pac réversibles air/eau
Wesper d'une puissance
unitaire de 276 kW froid
et 296 kW chaud.

Équipements terminaux
135 climatiseurs
réversibles gainables
Airwell, associés aux DRV.
45 climatiseurs gainables
« tout air neuf », associés
aux Pac.

Accolée au bâtiment qui accueille le conseil général du Val-de-Marne, l'université de Créteil compte 6 000 m² de locaux. Classée établissement recevant du public, elle est capable d'accueillir 1 500 personnes. Mais comme l'occupation y est intermittente en fonction de l'organisation de la scolarité, la gestion du chauffage, de la climatisation et des débits d'air hygiéniques est quelque peu particulière.

Seconde caractéristique de ce bâtiment construit dans les années 70, il est peu isolé, d'où des déperditions élevées. Pour couronner le tout, l'ouvrage était doté à l'origine d'un système de climatisation tout air : 2 centrales de traitement d'air de 100 000 m³ soufflant dans des gaines, associées à deux groupes centrifuges redondants d'une puissance de 1 600 kW pour la production de froid et un raccordement à un réseau de chaleur. Résultat : des problèmes de confort en raison d'un fonctionnement complètement centralisé,



→ Des gaines de ventilation introduisent l'air extrait des locaux juste au niveau des évaporateurs (en mode chaud), des Pac air/eau.



→ L'air froid rejeté par les DRV est évacué à l'extérieur du bâtiment.



→ Dans les salles de classe, les climatiseurs « tout air neuf » (en fait des minis CTA) se mettent en service uniquement lorsqu'il y a détection de présence grâce à des capteurs infrarouges intégrés dans le faux plafond. Ils s'arrêtent lorsque les étudiants quittent la salle, moyennant une temporisation.

incapable de réagir à l'occupation des salles de cours et à l'ensoleillement, ainsi que des consommations particulièrement élevées. Ces raisons ont conduit le propriétaire de l'immeuble à rechercher une nouvelle solution énergétique pour améliorer le confort des occupants tout en limitant les dépenses.

Aller à l'essentiel

Bien sûr, la logique aurait voulu que les travaux de rénovation débutent par le renforcement de l'isolation du bâtiment (seuls les vitrages des façades est et nord ont été remplacés), mais il fallait aller à l'essentiel. Et l'essentiel consistait à rénover le système de climatisation. C'est en tout cas la solution proposée par l'entreprise Conditionair, retenue pour mener à bien le projet.

Chiffres à l'appui, Serge Brésin son Pdg, démontre les raisons de ce choix : « S'il est encore trop tôt pour analyser les consommations, puisque la première saison de chauffe avec le nouveau système n'est pas encore terminée, la puissance des équipements de climatisation a été ramenée de 750 à 350 kW, pour un meilleur confort, puisque nous sommes désormais en mesure de garantir les débits d'air hygiénique réglementaire, à savoir 30 m³ par heure et par personne ».

Dans le détail, la nouvelle solution de chauffage et de climatisation des locaux s'appuie sur deux systèmes de nature différente. D'une part, figurent 2 pompes à chaleur Wesper produisant de l'eau chaude en hiver et de l'eau glacée en été, alimentant à chaque étage des climatiseurs gainables « tout air neuf ». Ces appareils sont installés soit dans des zones de bureaux soit dans des salles de cours. Pour cela, des prises d'air ont été pratiquées dans les façades et des gaines de ventilation mises en place dans les faux plafonds. Objectif : être en mesure d'assurer un renouvellement de 45 000 m³ (1 500 personnes multipliées par 30 m³/h). C'est la partie « traitement de l'air » de l'installation.

D'autre part, 12 groupes Airwell à débit de réfrigérant variable (DRV) et à régulation Inverter (modulation de la puissance en fonction de la charge) alimentent 135 climatiseurs gainables. C'est la partie « confort » de l'installation avec des thermostats individualisés.

Explications de Serge Brésin : « Nous avons retenu pour la climatisation des étages le système "Flow logic" d'Airwell, synonyme de fiabilité. Et pour le traitement de l'air, des groupes de production de l'eau glacée ou de l'eau chaude pour leur souplesse d'utilisation, car la charge thermique fluctue.

En effet, il faut être en mesure de s'adapter aux variations de température extérieure et à l'occupation intermittente des locaux ».

Précision : si l'introduction d'air neuf dans les bureaux est permanente, en revanche, dans les salles de cours, elle est asservie à l'occupation grâce à des détecteurs de présence intégrés dans le faux plafond.

Une récupération sur l'air extrait

Toujours dans un souci d'économie d'énergie, les calories contenues dans l'air vicié sont récupérées pour être réinjectées au niveau de la prise d'air des deux groupes de production d'eau. Cela représente environ 45 kW pour 15 000 m³ d'air extrait. « Nous avons pu tester ces derniers mois ce mode de fonctionnement particulier, commente Serge Brésin. Seul ajustement : lorsque les températures deviennent très basses à l'extérieur, il ne faut pas laisser tomber la température à l'intérieur du bâtiment la nuit et le week-end ».

Afin d'améliorer le fonctionnement d'ensemble et détecter d'éventuelles dérives, Conditionair vient d'installer une gestion technique du bâtiment, associant les matériels des fabricants Siemens et Honeywell. Un suivi à distance a également été mis en place, dans le cadre d'une mission de maintenance sur trois ans de l'ouvrage.

François Sagot | *Clima+confort* n°103 | Mai 2009



Il s'agit d'une installation 100 % thermodynamique et 100 % énergies renouvelables.

Serge Brésin,
Pdg de l'entreprise
Conditionair.



01

Variation de vitesse et récupération de chaleur

→ **Ciat**

*Par Séverine Wilson
La Rpf*

02

La géothermie pour un magasin de jardinage

→ **Sofath**

*Par François Sagot
Clima+confort*

03

Des VRV sur une nappe phréatique

→ **Daikin**

*Par François Sagot
Clima+confort*

Les commerces

Dans les magasins, l'important c'est le confort du client. Dans les supermarchés et hypermarchés, les meubles frigorifiques peuvent être à l'origine de variations de la température ambiante.

La pompe à chaleur est alors une solution appropriée et économique pour garantir le confort.

Lorsque que les surfaces commerciales ont une grande hauteur, elles doivent être chauffées avec des solutions adaptées. Dans les zones urbaines, l'installation d'un système réversible est une réponse adaptée au confort toute l'année.

Les économies d'énergie ont été privilégiées pour ce magasin situé dans l'Ain. L'installation comporte un variateur de vitesse sur chaque centrale frigorifique et un système de récupération de calories assure le chauffage et production d'ECS.

Variation de vitesse et récupération de chaleur

01



Fiche signalétique

Maître d'ouvrage
Centre Leclerc.

Maître d'œuvre
Lameynardie (architecte),
Solara (BE fluides).

Durée des travaux
11 mois pour
la partie « froid ».

Montant des travaux
900 000 euros pour la
partie « froid » dont
20 000 euros pour la
variation de vitesse.

Fiche technique

Froid
4 centrales frigorifiques
Profroid avec
compresseurs
Bitzer au R 404A.
Variateurs de vitesse
Parker.

Chaleur
Pac eau/eau Hydrociat
au R 407C.

GTC
R-System.

L'hypermarché Leclerc de Bourg-en-Bresse, ouvert depuis septembre 2010, est doté d'une installation frigorifique à la pointe de la technologie et des économies d'énergie ! Deux entreprises de froid ont collaboré à sa réalisation : Joseph à Bourg-en-Bresse et RES (Réfrigération équipement service) à Grenoble. « *Nous avons choisi de travailler ensemble, car le chantier était très important* », indique Nicolas Joseph, de la société Joseph, qui assure aussi la maintenance. « *Cette collaboration nous a permis de tenir les délais et d'assurer une prestation de qualité* ». Celle-ci travaillait déjà pour Leclerc et a été impliquée assez tôt dans le projet de déplacement du magasin de Bourg-en-Bresse. Elle a répondu à un appel d'offres en collaboration avec RES. La production de froid positif est assurée par 2 centrales de 396 kW (-10 °C/42 °C) chacune. Pour le froid négatif, 2 centrales délivrent chacune une puissance de 62 kW (-37 °C/42 °C). Dans l'ensemble de l'installation, le fluide frigorigène utilisé est le R 404A.

Variateurs de vitesse et GTC

Chacune des 4 centrales Profroid est dotée d'un variateur de vitesse Parker Sporlan, avec contrôleur intégré, installé sur le compresseur numéro un. « *Au départ, le cahier des charges ne prévoyait pas de variation de vitesse. Nous avons proposé cette option pour apporter une vraie valeur ajoutée au projet* », explique Nicolas Joseph. « *Le surcoût de l'option est amorti en trois ou quatre ans* ». Parker Sporlan propose toute une gamme de variateurs de vitesse à utiliser avec une intelligence ex-



→ L'installation comporte 4 centrales frigorifiques dotées de compresseurs Bitzer, dont 2 pour le froid négatif et deux pour le froid positif.



→ La pompe à chaleur eau/eau Hydrociat permet de récupérer les calories sur la production de froid et d'assurer le chauffage de la surface de vente

terne ou indépendants avec une intelligence intégrée. « Ils sont adaptables à la grande majorité des compresseurs du marché », affirme Chérif Sahmi, ingénieur d'application, support technique des produits appliqués à la réfrigération, chez Parker Sporlan. « Entre 30 et 40 % d'économies d'énergie sont possibles sur une centrale monocompresseur, avec un retour sur investissement d'un peu plus d'un an. Les économies peuvent varier de 10 à 20 % pour une centrale multicompresseur ».

Installer un système de variation de vitesse implique quelques contraintes : « il faut faire preuve de vigilance par rapport aux vibrations, notamment concernant le supportage des tuyauteries », souligne Nicolas Joseph. En cas de problème, il est également important de prévoir un mode « secours » qui permet au compresseur de passer en tout-ou-rien.

Afin d'exploiter le compresseur sur une plage de fréquence plus étendue, le moteur électrique du compresseur doit avoir une réserve suffisante. L'installation est pourvue de compteurs d'énergie, dont les données sont récupérées par la GTC (de marque R-System). Celle-ci communique avec les variateurs, qui assurent le pilotage de la centrale et contrôlent les températures de refoulement et la sécurité du moteur électrique. « Nous travaillons depuis longtemps avec Parker Sporlan. Nous apprécions notamment la finesse de variation au niveau de la basse pression, la gestion des sécurités et la précision du variateur », affirme Nicolas Joseph. « L'avantage de ces variateurs est de s'adapter à un grand nombre de compresseurs et à leur comportement ». Grâce à la variation de vitesse, la BP est linéarisée.

Température de condensation à 15 °C

La particularité de l'installation est la température de condensation basse, autour de 15 °C. Chacune des 4 centrales frigorifiques dispose en effet d'un échangeur récupérateur de chaleur. Trois d'entre elles sont équipées d'un échangeur multitubulaire et la quatrième d'un échangeur à plaques qui permet d'alimenter un ballon d'eau chaude sanitaire.

« Une boucle d'eau dotée d'échangeurs multitubulaires est reliée à une pompe à chaleur eau/eau qui assure la production de chaleur. Sans cette aquapompe, il serait nécessaire de travailler à haute température, ce qui entraînerait une perte d'énergie sur les compresseurs », explique Nicolas Joseph. « Cette solution est donc idéale pour la récupération de chaleur ». « La boucle d'eau permet de condenser à une température basse et stable de 15 °C qui permet d'améliorer le COP des compresseurs », complète Benoît Lorigeon, directeur général de RES.

Les échangeurs de récupération ne sont pas en série vers les condenseurs : ils sont dotés de vannes de pression Parker Sporlan. Cette vanne, qui module avec une grande précision, permet de maintenir une pression de condensation stable dans l'échangeur de récupération de chaleur, tout en assurant une fonction de sécurité par décharge dans le condenseur à air en cas de montée anormale de pression. L'installation des équipements de production de chauffage et d'ECS a été réalisée par la société Convert SA, également située dans l'Ain. En plus de la pompe à chaleur, une chaudière gaz Unical (brûleur Cuenod) apporte le complément si nécessaire. Le traitement d'air de la surface de vente et de la galerie marchande est assuré par des CTA. Des cassettes permettent de chauffer et climatiser les bureaux. Les boutiques disposent d'installations à détente directe (split-systèmes). Le lot chauffage, climatisation et traitement de l'air représente un montant de 1,4 million d'euros.

Détendeurs électriques et thermostatiques

À l'intérieur du magasin, on trouve 130 meubles frigorifiques de vente. Le rayon poissonnerie est équipé d'un système de chargement direct de la glace sur l'égal. Des bouches de distribution permettent à la glace super-grains de tomber directement sur l'égal.

L'hypermarché compte 70 chambres froides équipées de panneaux Dreyer et d'évaporateurs Profroid. Ceux-ci sont pourvus de détendeurs thermostatiques multi-orifices Parker Sporlan. « Ces détendeurs s'adaptent à la HP flottante. Ils tolèrent un faible delta P. Ils s'ouvrent en cascade pour que les vannes soient toujours à 100 % quel que soit le régime », explique Éric Thavel, Responsable distribution pour la France & l'export au sein de la société Parker Sporlan.

Les chambres froides les plus grandes (en froid positif et en froid négatif) disposent de deux évaporateurs, chacun étant relié à une centrale différente pour éviter tout problème en cas de dysfonctionnement d'une centrale.

Sur l'ensemble du projet, plusieurs éléments peuvent donner droit à l'obtention de certificats d'économies d'énergie : variation de vitesse, récupération de chaleur, HP flottante. Les dossiers sont en cours de traitement. « Pour la variation de vitesse, il est plus facile de convaincre grâce aux certificats d'économies d'énergie. C'est un levier d'affaires en particulier en GMS », reconnaît Nicolas Joseph.

Séverine Wilson | La Rpf | Mars 2012

Pour son magasin de Manom en Moselle, Gamm'Vert a retenu des pompes à chaleur fonctionnant sur la nappe phréatique. Objectif : diminuer les consommations mais aussi donner une image environnementale à l'enseigne.

La géothermie pour un magasin de jardinage

02



Fiche signalétique

Maître d'ouvrage
Gamm'Vert/EMC2.

Architecte
Atelier Filliâtre.

Maître d'œuvre
Cabinet Soli David.

BET
Gedatel (thermique).
Compétence géotechnique (sol).

Installateurs
Hirschauer-Egil (chauffage-ventilation-plomberie).
Éco-confort-Sofath (géothermie).

Fiche technique

Chauffage
Quatre pompes à chaleur Terméo Sofath d'une puissance unitaire de 25 kW et une de 6 kW, associées à des résistances électriques d'appoint de 9 kW.

Émetteurs
aérothermes sur boucle d'eau chaude et radiateurs.

ECS
Ballons électriques à accumulation directe.

Ouvert au mois de mars 2014, le magasin de Manom en Moselle a fait l'objet d'une réflexion environnementale de la part de l'enseigne Gamm'Vert. En effet, Pascal Peporté, directeur du développement à Verdun, a retenu une solution faisant appel aux énergies renouvelables pour chauffer les locaux. Les différentes solutions énergétiques ont toutefois été comparées, à commencer par un système classique associant une chaudière au gaz et des aérothermes. « Nous avons fait faire une étude d'approvisionnement en énergies, condition indispensable pour bénéficier de subventions de la part du conseil général de la Moselle et de l'Ademe », déclare Alexandre Rivière, directeur commercial de la société Éco-confort-Sofath. Basée à Haucourt-la-Rigole (55), elle a proposé une installation avec des pompes à chaleur fonctionnant sur la nappe phréatique. L'étude thermique a été réalisée conformément à la RT 2005 en vigueur, par le BET Gedatel. Le climat est celui du département de la Moselle avec des températures de base prises en compte pour le calcul de déperditions thermiques de



→ **Les pompes à chaleur**, dont la régulation est de type tout ou rien, fonctionnent en cascade. Elles produisent une eau dont la température est comprise entre 43 et 47 °C.



→ **Les pompes à chaleur sont raccordées à deux ballons-tampons** d'une contenance unitaire de 500 litres, avant d'alimenter le réseau des aérothermes via deux pompes de circulation à débit variable.



→ **Le chauffage s'effectue de façon classique par des aérothermes sur boucle d'eau**, afin de garantir une bonne diffusion de la chaleur dans les espaces et réagir rapidement aux consignes de température.

- 15 °C en hiver. Les températures à assurer dans les locaux ont été fixées à 19 °C dans le magasin, 21 °C dans les bureaux et 7 °C dans la réserve.

L'installation comprend cinq puits d'aspiration (eau à 12 °C) et quatre de rejet, autorisant un débit de 6 m³/h.

Une installation sécurisée

Afin de sécuriser son fonctionnement, chaque pompe à chaleur est associée à un puits : quatre machines Terméo Sofath d'une puissance unitaire de 25 kW (espaces vente et réserve) et une de 6 kW (espace bureaux). Elles sont complétées par des résistances électriques d'appoint d'une puissance unitaire de 9 kW, assurant 20 % des besoins.

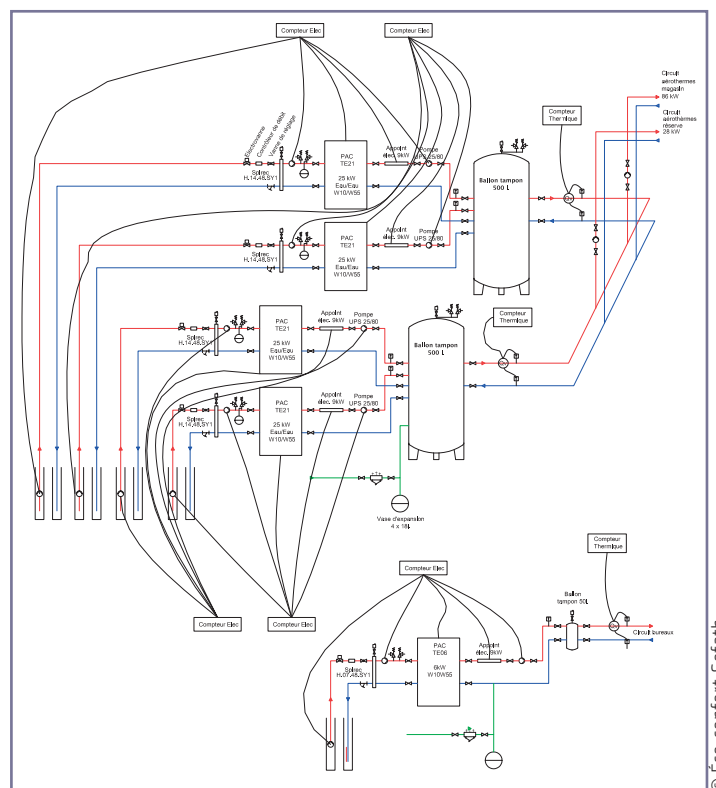
Chacun des réseaux primaires glycolés sont découplés du réseau secondaire par des échangeurs formant barrage, associés à un filtre, avec une pompe de circulation à débit variable, une vanne de réglage, un contrôleur de débit. Sur le réseau secondaire, sont placés de façon classique des vannes de purge, des manomètres, un pot à boue sur le retour, deux pompes de circulation à débit variable, un vase d'expansion...

Les pompes à chaleur, dont la régulation est de type tout ou rien, fonctionnent en cascade et alimentent deux ballons-tampons à 4 piquages de 500 litres chacun, raccordés en parallèle. La température de l'eau est comprise entre 43 et 47 °C. De ces ballons part le réseau de chauffage : des aérothermes (en fait, des ventilo-convecteurs) dans le magasin et la réserve, des radiateurs dans la zone bureaux. Chaque zone de chauffage est dotée d'un thermostat. Des rideaux d'air chaud complètent l'installation. La production d'eau chaude sanitaire est assurée de façon indépendante par des ballons électriques.

« Grâce à des compteurs électriques, nous avons pu relever les consommations du magasin. Depuis le mois de mars, elles représentent un peu moins de 10 kWh, quand on additionne tous les index », indique Alexandre Rivière. Selon les estimations de l'étude thermique, les consommations annuelles devraient être de 52 600 kWh. Les premiers retours exprimés sont bons, sachant que, dans ce genre de magasin, les clients comme les vendeurs sont relativement couverts, la température ambiante n'ayant pas besoin d'être très élevée.

François Sagot | *Clima+confort* n°146 | Octobre 2014

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION



→ **Afin de sécuriser le fonctionnement de l'installation**, chacune des pompes à chaleur est raccordée à un puits, moyennant un découplage entre le réseau primaire glycolé et le réseau secondaire. Les quatre pompes à chaleur alimentent ensuite deux ballons-tampons de 500 litres chacun, montés en parallèle.

IL A DIT

Toute la difficulté est de convaincre le client d'investir. Car, pour ce qui est des consommations, il comprend fort bien l'intérêt de faire appel à la géothermie.

Alexandre Rivière, directeur commercial de la société Éco-confort-Sofath.



Pour la réalisation d'une surface commerciale à Strasbourg, les groupes sont raccordés à une boucle à eau et alimentent en détente directe les unités intérieures. Résultat : des consommations réduites été comme hiver.

Des VRV sur une nappe phréatique

03



© Daikin/C. Demonfaucon

Fiche signalétique

Maître d'ouvrage
H&M.

Architecte
Thierry Bouchez.

BET
Gama Ingénierie.

Entreprise générale
Tagéo (Strasbourg).

Sous-traitant lot CVC et désenfumage
Nord Climatisation.

Nature du projet
surface commerciale sur 3 niveaux couvrant 3 000 m².

Montant des travaux CVC
650 000 euros HT, dont 250 000 pour la partie génie climatique.

Livraison
février 2014.

Fiche technique

Chauffage/climatisation
10 VRV IV Daikin, puissance chaud 474 kW et puissance froid 434 kW.

Émetteurs
47 unités intérieures Daikin (cassettes Round Flow, Fully Flat, muraux...).

Ventilation
4 CTA double-flux Vim à récupération d'énergie.

Le nouveau magasin de vêtements H&M à Strasbourg a ouvert ses portes au mois de février 2014. Sa construction n'a duré que quelques mois, dont deux pour le lot génie climatique, ce qui a demandé de la part des entreprises et des fabricants une grande réactivité. Le lot CVC confié à l'entreprise Nord Climatisation, sous-traitante pour l'occasion de l'entreprise générale Tagéo, était relativement bien cadré tout en offrant des latitudes.

Explication : pour ce genre d'enseignes commerciales, qui disposent de magasins similaires dans toute la France, les cahiers des charges sont assez bien « bordés ». Pour ce projet strasbourgeois, le BET Gama Ingénierie s'est adapté aux spécificités locales. En particulier, il a prévu l'installation de groupes de climatisation fonctionnant en détente directe, mais à condensation à eau grâce à une boucle alimentée par une nappe phréatique.

Des boucles à eau dans les centres commerciaux

Ce type de configuration basé sur une boucle à eau se rencontre désormais de plus en plus souvent dans les centres commerciaux. Ici, pour ce projet, le propriétaire l'a prévu à la fois pour cette surface commerciale de 3 000 m² sur 3 niveaux, et pour les étages supérieurs occupés par des logements.



→ L'installation comprend 10 groupes à condensation à eau, soit 20 machines au total. Elles se caractérisent par une grande compacité pour un poids unitaire réduit à 100 kg. Les raccordements à la boucle à eau chaude sont équipés de vannes d'équilibrage.



→ Les VRV sont alimentés par une boucle à eau chaude déconnectée du réseau primaire alimenté par la nappe phréatique. À noter : les deux pompes de circulation à débit variable redondantes et un pot à boue sur le retour. Les COP des VRV sont compris entre 5 et 6 et les EER entre 4 et 5, suivant les régimes d'eau.



→ Les cassettes Round Flow ont été retenues à la fois pour leur diffusion d'air à 360° et leur système automatique de nettoyage des filtres limitant les interventions sur site.

Résultat : la garantie d'économie d'énergie grâce à une ressource quasiment constante (débit de 61 m³/h pour une température de l'eau de 10 °C), que ce soit pour le chauffage ou la climatisation des locaux commerciaux : en effet, il s'agit d'assurer conformément au cahier des charges des températures de 26 °C ± 2 °C en été, et de 20 °C ± 1 °C en hiver. Or, en Alsace, le climat est de type continental avec de fortes amplitudes, sachant que pour les besoins commerciaux de l'enseigne les portes d'entrée sont toujours ouvertes. Les calculs des déperditions ont été effectués avec une température de base de - 9 °C en hiver, conformément à la réglementation thermique (2012).

L'entreprise Nord Climatisation chargée du lot CVC a donc adapté la conception de l'installation en conséquence. « Comme il était impossible de placer des condenseurs à air en toiture-terrace, nous avons raccordé les 10 VRV IV Daikin, soit 20 machines au total, sur une boucle à eau chaude déconnectée du réseau d'alimentation primaire par une bouteille », explique Manuel Cardon, du bureau d'études intégré de l'installateur. En complément, un pot à boue a été placé sur le retour et deux pompes à débit variable ont été prévues, s'adaptant à la charge en fonction du point de consigne. Précision : l'équilibrage est assuré par des vannes, sachant que chacun des groupes (dédié à une zone du bâtiment en particulier) est muni d'un dispositif d'arrêt automatique en l'absence de débit.

Une implantation précise des unités intérieures

L'implantation des unités intérieures a fait l'objet d'un calepinage précis afin de s'adapter au rayonnage ainsi qu'à l'éclairage de mise en valeur des produits prioritaires pour le maître d'ouvrage et le bureau d'études. Le choix s'est porté sur des cassettes Daikin Round Flow de 800 x 800 mm taille 125, permettant un soufflage à 360°, pour une diffusion optimale de l'air. Objectif : garantir une bonne homogénéisation de la température d'ambiance, quel que soit l'endroit où on se trouve dans le magasin (l'espacement entre les unités intérieures est compris entre 5 et 6 m, et le taux de brassage est de l'ordre de 8 volumes/h).

Autre imposition : la limitation des interventions sur site pour nettoyer les filtres. En conséquence, les cassettes sont équipées d'un kit de nettoyage automatique. Le principe consiste à faire tourner

sur le filtre circulaire une brosse spéciale. La poussière est envoyée vers le collecteur grâce à l'utilisation du débit d'air de la cassette. Résultat : au lieu d'intervenir sur site quatre fois par an, l'entreprise Nord Climatisation, également chargée de la maintenance des équipements, ne se déplace que une ou deux fois.

« Une intervention sur site suppose de baliser la zone dans le magasin, de démonter le capot puis le filtre, d'aller le nettoyer à l'extérieur, et enfin de le remettre en place en évitant les traces sur la façade. Ici, avec le Round Flow il suffit de connecter un aspirateur grâce à des embouts spéciaux au collecteur de la cassette. Il n'y a pas besoin de monter sur une échelle », explique Manuel Cardon. L'autre avantage de ce dispositif de nettoyage automatique des filtres est de limiter considérablement les phénomènes de colmatage, qui finissent par augmenter les consommations énergétiques.

Dans les autres locaux, différents types d'unités intérieures ont été installés, notamment des cassettes Fully Flat 600 x 600 mm permettant une intégration presque totale dans le faux-plafond, puisque la partie apparente n'excède pas 8 mm.

Pilotage par une GTC dédiée et maintenance prédictive

L'ensemble de l'installation est pilotée par la GTC dédiée Itouch Manager, développée par Daikin. Elle permet de généraliser le paramétrage des températures de consigne avec, par exemple, des niveaux réduits la nuit (16 °C en hiver au lieu de 20 °C et l'arrêt de la climatisation en été). La température de consigne est enclenchée 1 h avant l'ouverture du magasin au public, avec la possibilité pour les salariés d'y déroger de ± 3 °C.

« Nous avons souscrit un contrat DNSS avec Daikin, qui contrôle depuis son centre d'Osaka au Japon le bon fonctionnement des installations. Toute dérive sur les groupes ou sur les cassettes est détectée dans le cadre d'une maintenance prédictive, et des rapports nous sont envoyés automatiquement », indique Manuel Cardon.

Le renouvellement de l'air des locaux est assuré par 4 centrales de traitement de l'air Vim double-flux, d'un débit unitaire de 935 m³/h. Elles sont dotées d'un échangeur à courants croisés pour récupérer l'énergie sur l'air extrait et d'une batterie électrique sur l'insufflation s'enclenchant lorsque les températures sont basses.

François Sagot | *Clima+confort n°145* | *Août-Septembre 2014*

01

Pac à absorption gaz pour une école BBC

→ **GrDF**

*Par François Sagot
Clima+confort*

02

Chauffage et rafraîchissement passif par géothermie

→ **Stiebel Eltron**

*Par François Sagot
Clima+confort*

03

Les pompes à chaleur au service de la formation

→ **Weishaupt**

L'Installateur

Le neuf

La réglementation thermique 2012 a considérablement relevé le niveau des exigences dans les bâtiments neufs, notamment en matière d'isolation thermique et d'étanchéité à l'air de l'enveloppe. Résultat : les besoins de chauffage sont devenus extrêmement faibles, tandis que les besoins de refroidissement sont désormais encadrés avec un classement suivant deux zones. Comme cette réglementation prévoit un engagement sur les consommations énergétiques, le recours aux technologies ENR comme la pompe à chaleur devient incontournable.

Le groupe scolaire Joseph Béard à Rumilly possède une faible inertie. Pour éviter les risques de surchauffe en été, des sondes géothermiques rafraîchissent par géocooling le bâtiment et alimentent trois Pac à absorption gaz pour le chauffage.

Pac à absorption gaz pour une école BBC

01



Fiche signalétique

Maître d'ouvrage
Mairie de Rumilly.

AMO environnement
Thomas Scheck.

Architecte
Cabinet Richard Plottier
architectes associés.

BET fluides et HQE
Céna Ingénierie.

Installateur chauffage
Climair.

Installateur ventilation
Meyer.

Montant des travaux
3,9 millions d'euros.

Fiche technique

Chauffage
3 Pac gaz à absorption
Xinoé France Air (Robur),
sur 11 sondes
géothermiques.

Rafrâichissement
Surventilation nocturne
avec les CTA et géocooling
à l'aide des pompes de
circulation.

Ventilation
5 CTA double-flux Swegon
Gold, à récupération
d'énergie par roue.

Émetteurs
Batteries hydrauliques
terminales sur les bouches
de ventilation et
panneaux rayonnants.

Situé à Rumilly, en Haute-Savoie, le groupe scolaire Joseph Béard comprend des classes maternelles et primaires, soit environ 250 enfants. L'ouvrage, qui couvre une surface de 2 600 m², a fait l'objet d'une réflexion environnementale lors de sa conception. Il répond ainsi à la volonté des élus municipaux de faire de ce groupe scolaire un bâtiment exemplaire, notamment en matière de recours aux énergies renouvelables, de choix des matériaux de construction, de santé et de confort des occupants.

Cette réalisation dépasse les exigences de la réglementation thermique 2005 en vigueur lors de sa construction en 2011. Les calculs effectués lors de l'étude thermique ont montré que les déperditions thermiques nécessitaient une puissance de chauffage de 42 W/m², pour une température intérieure de 19 °C dans les classes et 16 °C dans les circulations, soit à l'échelle du bâtiment 102 kW.

Des risques de surchauffe en été

Revers de la médaille : comme l'ouvrage possède une ossature en bois, une isolation et une étanchéité à l'air renforcées, son inertie



→ Les salles de classe sont chauffées par des batteries terminales placées sur les bouches de ventilation, sachant que l'air est préchauffé par les batteries des CTA. Un panneau rayonnant assure une base lorsque les locaux sont inoccupés.



→ Les Pac d'une puissance unitaire de 37 kW utilisent l'ammoniac comme fluide frigorigène. Elles produisent de l'eau à une température moyenne de 50 °C, avec un COP sur énergie primaire annoncé par le fabricant de 1,5.



→ 11 sondes géothermiques ont été réalisées, à 100 m de profondeur. Elles fonctionnent en circuit fermé et sont parcourues par de l'eau glycolée, pour un débit total de 8,4 m³/h.



ZOOM

Une instrumentation du site

Porté par l'Ademe et GrDF, le groupe scolaire a fait l'objet d'un suivi des consommations réalisé sur la période comprise entre octobre 2012 et mars 2013. Les conclusions de l'étude montrent que les performances mesurées sur site sont en moyenne de 140 % sur énergie primaire, pour une température de production d'eau chaude de 50 °C environ. Le COP de l'installation est donc de 1,4 sur PCI, avec une faible variation les jours les plus froids de l'année compte tenu d'une température de l'eau comprise entre 8 et 12 °C. Le taux de disponibilité de l'installation a été de 100 %.

est très faible. Afin d'éviter tout risque de surchauffe en été, compte tenu du climat propre à cette région où il peut y avoir de fortes amplitudes thermiques, le bureau d'études de l'opération Céna ingénierie a prévu non seulement une surventilation nocturne grâce aux centrales de traitement d'air, mais aussi un rafraîchissement passif grâce à des sondes géothermiques.

Dans ce mode de fonctionnement par « géocooling », les pompes à chaleur ne sont pas enclenchées mais seulement les pompes de circulation du réseau hydraulique. Le chauffage est assuré par trois pompes à chaleur gaz à absorption France Air Xinoé, technologie développée par le fabricant italien Robur. Leur puissance unitaire est de 37 kW, soit au total 111 kW.

11 sondes géothermiques ont été réalisées, à 100 m de profondeur. Elles fonctionnent en circuit fermé et sont parcourues par de l'eau glycolée, pour un débit total de 8,4 m³/h. « Avec une Pac électrique, il aurait fallu une vingtaine de sondes, explique Mickaël Serres, ingénieur chez Céna ingénierie. Les pompes à chaleur gaz à absorption ont un coefficient de performance énergétique de l'ordre de 1,5 qui peut paraître faible. Mais comme le gaz est une énergie primaire, si on raisonne en énergie prélevée à la planète, son rendement global est équivalent à celui d'une Pac électrique », poursuit Mickaël Serres, qui indique que le bureau d'études a déjà à son actif 5 installations de ce type.

Les pompes à chaleur produisent de l'eau à une température de 50 °C. Montées en cascade avec une régulation de type tout ou rien, elles alimentent le réseau hydraulique de chauffage via un ballon tampon anti-court-cycle de 2 500 litres (à 4 piquages). La régulation est basée sur la loi d'eau avec des pompes de circulation à débit variable.

Chauffage hydraulique et aéraulique

Les émetteurs ne sont pas des radiateurs classiques (localisés dans quelques locaux annexes) mais des batteries terminales placées sur les bouches de ventilation des salles de classe. De plus, l'air est préchauffé à une température de 18/19 °C au niveau des batteries de centrales de traitement d'air double-flux à récupération d'énergie. Un panneau rayonnant assure le complément des besoins de chauffage, en fonctionnant en base (notamment lors des périodes d'occupation). Une régulation individuelle par classe pilote une vanne deux voies placée sur l'alimentation de la batterie terminale et du panneau rayonnant. Elle est complétée au niveau central, par une régulation programmable gérant les débits de ventilation des CTA, les plages horaires de fonctionnement, les températures de confort et réduit.

Compte tenu des faibles besoins de production d'eau chaude sanitaire, un seul ballon de 300 litres équipé d'une résistance électrique est prévu dans la cuisine (avec préchauffage par les Pac pendant la période de chauffe). Il est complété par des petits ballons semi-instantanés proches des points de puisage.

En été, les vannes du collecteur de chauffage sont fermées. Les pompes de circulation sont enclenchées et récupèrent une eau dont la température est comprise entre - 5 et + 5 °C. Seules les batteries des CTA fonctionnent alors.

François Sagot | *Clima+confort n°147* | Novembre-Décembre 2014



IL A DIT

Avec cette réalisation, la volonté des élus était de construire pour les générations futures, avec un niveau d'exigence supérieur à la réglementation.

Michel Roupioz,
adjoint au maire
de la ville de Rumilly.



Pour l'extension d'un centre de loisirs et de remise en forme à Langatte, en Moselle, des pompes à chaleur géothermiques ont été retenues pour limiter les consommations énergétiques.

Chauffage et rafraîchissement passif par géothermie

02



Fiche signalétique

Maître d'ouvrage
Association la Tour du Stock/commune de Langatte (57).

Architectes
Bernard Simon
Architecte-Vincent Poirot; Michel Négri.

BET fluides
Ruble, Nicli et associés.

Entreprise de génie climatique
Laplace.

Montant de l'opération
3,5 millions d'euros, dont 550 000 pour le lot CVC.

Aides
Fonds chaleur de l'Ademe.

Fiche technique

Forage
5 puits verticaux sur nappe.

Chauffage
2 Pac Stiebel Eltron WPF 66 alimentant un plancher chauffant et les batteries de CTA.

Eau chaude sanitaire
1 Pac Stiebel Eltron WPF 27 HT.

Déshumidification
CTA GEA de 20 000 m³.

Ventilation
CTA Hélios double-flux de 1 000 et 500 m³ et simple-flux de 1 000 m³ pour les sanitaires.

Réalisé en 2005, le centre de loisirs et de remise en forme de Langatte a connu un réel engouement. Il a en effet drainé une population bien plus importante que cette petite ville de 600 habitants de la Moselle aurait pu le laisser penser. À tel point que le maire de la commune, maître d'ouvrage de l'opération, a décidé de procéder à l'extension de l'établissement qui s'insère dans un parc de loisirs.

Des besoins importants

Le projet d'une surface de 1 000 m² comprend un bassin de 130 m² complétant celui plus modeste réalisé en 2005, un bowling avec un bar, une salle de musculation, un espace détente comprenant des saunas, un hammam, des salles de relaxation, et même des commerces. Point commun de ces équipements : des besoins énergétiques importants, que ce soit pour le chauffage de l'eau des bassins à... 34 °C pour répondre aux attentes des utilisateurs (notamment des personnes âgées et des bébés-nageurs) ou pour le bowling qui nécessite un maintien en température à 25 °C du parquet en bois et de l'air pour éviter toute déformation. L'addition de tous ces besoins a dicté le choix de systèmes énergétiques performants.

Si, à l'origine du projet, une chaudière fonctionnant au propane a été évoquée, le maître d'ouvrage conseillé par l'équipe de maîtrise d'œuvre et l'installateur a opté pour des pompes à chaleur sur puits



→ Le chauffage est assuré par deux pompes à chaleur eau/eau, via des planchers et des batteries de CTA. En mode rafraîchissement passif, seules les pompes de circulation fonctionnent.

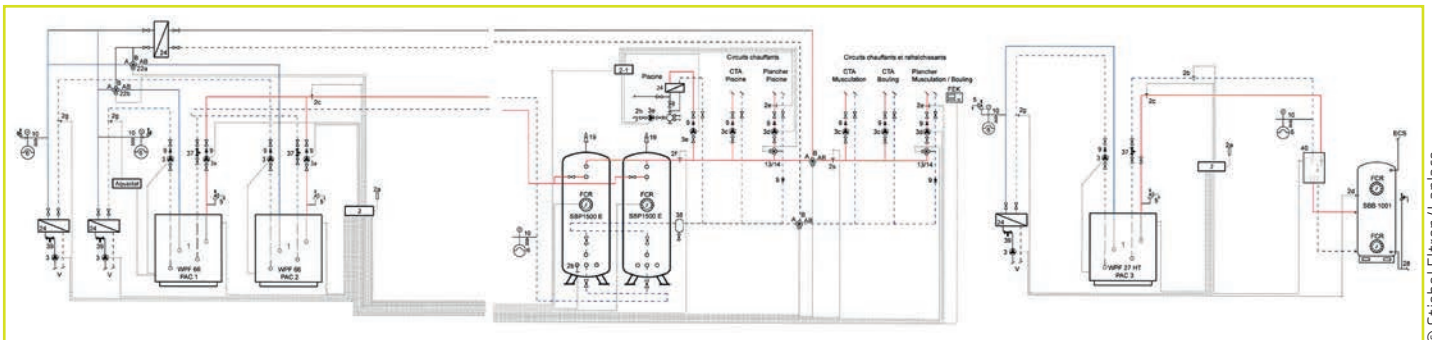


→ Afin d'assurer le confort, la centrale de déshumidification souffle deux degrés au-dessus de la température de l'eau du bassin avec un air dont le taux d'hygrométrie est de 50 %.



→ Le plancher bois suppose de maintenir une température et une hygrométrie constantes tout au long de l'année. Pour cela, le local bowling est équipé d'un plancher chauffant/rafraîchissant et l'air ambiant est traité via une CTA équipée d'une batterie fonctionnant également en chauffage/rafraîchissement.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT



© Stiebel Eltron/Laplace

→ L'installation comprend trois pompes à chaleur eau/eau Stiebel Eltron. Les deux premières ont une puissance unitaire de 86,7 kW (W10/W35), avec un COP de 5,6 à (W10/W35), valeurs EHPA. Elles alimentent le bassin, via deux ballons-tampons de 1 500 l chacun, le plancher chauffant de la piscine et les batteries de la centrale de traitement d'air GEA chargée de déshumidifier l'air ambiant. En complément, ces deux Pac alimentent en mode chauffage et en mode rafraîchissement passif les batteries des centrales de traitement d'air des salles de musculation et de bowling, ainsi que les planchers (également chauffants/rafraîchissants). La troisième pompe à chaleur a une puissance de 35,3 kW (W10/W35), avec un COP de 5,35 (W10/W35) valeurs EHPA. Chargée d'assurer la production d'eau chaude sanitaire, avec un départ à 75 °C, elle est associée à un ballon de stockage de 1 000 l.

vertical, et ceci d'autant plus facilement qu'il avait déjà retenu ce type de solution sur d'autres projets de la commune.

Une étude a donc été menée pour savoir si la nappe phréatique pouvait alimenter correctement l'installation. Trois puits d'aspiration (2 x 16 m³ + 1 x 8 m³) et deux de refoulement ont été réalisés par la société allemande Zaap spécialisée dans le forage. Elle fournit une eau à 10/12 °C, en moyenne.

L'installation comprend trois pompes à chaleur eau/eau Stiebel Eltron. Les deux premières alimentent le bassin, via deux ballons-tampons de 1 500 l chacun, le plancher chauffant de la piscine et les batteries de la centrale de traitement d'air GEA chargée de déshumidifier l'air ambiant. La consigne de soufflage est réglée 2 °C au-dessus de la température de l'eau du bassin, avec un air à 50 % d'hygrométrie pour garantir le confort des nageurs lors de la sortie du bain.

En complément, ces deux Pac alimentent en mode chauffage et en mode rafraîchissement passif (seules les pompes de circulation fonctionnent) les batteries des centrales de traitement d'air des salles de musculation et de bowling, ainsi que les planchers (également chauffants/rafraîchissants).

La troisième pompe à chaleur est chargée d'assurer la production d'eau chaude sanitaire, avec un départ à 75 °C afin de pouvoir réaliser des cycles anti-légionelles quotidiens sans avoir besoin de résistances

électriques d'appoint. Elle est associée à un ballon de stockage à cuve émaillée de 1 000 l Stiebel Eltron.

Tous les équipements sont placés dans un sous-sol situé au-dessous du bassin et interconnectés à l'ancienne chaufferie par une galerie technique. L'ancienne installation datant de 2005 n'a pas été rénovée mais, en cas de panne, elle peut être secourue par les nouveaux équipements. La centrale de déshumidification prend place au-dessus du bassin, sous les combles. Toute la difficulté a été de l'implanter et, ensuite, de réaliser des gaines de soufflage (carrées) dans le sous-sol et ceinturant le bassin, sans oublier les gaines de reprise d'air.

François Sagot | *Clima+confort* n°144 | Juin 2014

IL A DIT

Nous avons réalisé l'étude thermique de l'installation en complément de celle réalisée par le bureau d'études.

Alain Christ, chargé d'affaires chez Laplace.



C'est au sein d'un centre de formation « high-tech » que les clients Weishaupt, mais aussi le personnel technique et commercial de l'entreprise, s'initient désormais, à Colmar, aux produits de la marque. Un établissement qui fait la part belle aux technologies du fabricant, en particulier les pompes à chaleur.

Les pompes à chaleur au service de la formation

03



Fiche signalétique

Architecte
DRLW Architectes.

Bureau d'études fluides
ETF Ingénierie Strasbourg.

**Installateur
génie climatique**
Groupe Stihlé 68/Cénie
climatique de l'Est (CCE).

**Installateur
génie électrique**
Groupe Vincentz.

Foreur
Geoforage.

GTB
Neuberger.

Fiche technique

**Production de chaud
et de froid**

Pac eau glycolée/eau
de 73 kW avec appoint
par CTA et caissons
de ventilation.
Rafrâichissement
par geocooling.
Pac air/eau réversible
de 11,3 kW (chaud)
et 7,8 kW (froid) pour
une partie des locaux.

Ventilation
CTA double flux.

Emetteurs
Plafond réversible
en tubes de cuivre,
complément par
soufflage d'air.

Régulation
La GTB Neuberger
pilote l'ensemble
des équipements.

D'une surface de 1 000 m², ce centre flambant neuf où la lumière pénètre par de larges baies vitrées dispose de deux salles de formation théorique et de trois salles de travaux pratiques sur les brûleurs, les chaudières, les systèmes solaires et les pompes à chaleur. La chaufferie du bâtiment fait aussi partie du parcours de visite des stagiaires. Dans un local aux allures de laboratoire, le fabricant y a en effet déployé tout son savoir-faire en matière de pompes à chaleur, une technologie dans laquelle il s'investit pleinement depuis 2008.

Le choix de la géothermie

Le bâtiment est divisé en deux zones disposant chacune de son propre système de chauffage et de rafraîchissement. La première, abritant la salle de formation pompes à chaleur et chaudières, est chauffée au moyen d'une pompe à chaleur air/eau réversible d'une puissance calorifique de 11,3 kW (pour A7/W35 °C) et rafraîchissement de 7,8 kW (pour A 35/W7 °C).

Le reste du bâtiment, à savoir les deux salles de formation théorique, la salle de formation pratique brûleurs, le hall de réception ainsi que le bureau du personnel sont chauffés par une pompe à chaleur eau glycolée/eau d'une puissance de 73 kW (pour B0/W35 °C).



→ Inauguré il y a deux ans, le centre de formation de Colmar est le deuxième du groupe en termes d'importance, après celui du siège, en Allemagne.



→ La chaufferie du centre de formation, aux allures de laboratoire, fait partie du parcours de visite des stagiaires. Elle abrite une pompe à chaleur eau glycolée/eau de 73 kW.



→ La GTB Neuberger pilote l'ensemble du bâtiment, aussi bien en termes de chauffage, de rafraîchissement, de ventilation en liaison avec une station météo présente sur le site, que d'éclairage, de sécurité et protection incendie des locaux.

Cette Pac couplée à un échangeur à plaques puise son énergie sur une nappe phréatique à 46 m de profondeur. Le puits de rejet est situé à 15 m de profondeur. Le forage du doublet géothermique a été réalisé par la société Geoforage, filiale du groupe Weishaupt. Soucieux de mettre tous les atouts de son côté pour développer le marché de la géothermie, le fabricant propose en effet une offre globale, depuis le forage jusqu'à la mise en service de l'installation.

L'eau de la nappe, qui sert également au refroidissement d'une usine située en amont, affiche une température quasi constante de 16 °C, une température qui ramène du coup la puissance restituée par la Pac à 90 kW pour une température de départ de 35 °C et un coefficient de performance de 5,5 selon EN 14511. Le rafraîchissement du centre de formation est réalisé en géocooling par le biais d'un échangeur raccordé sur la nappe phréatique. Signalons que la nappe sert également à l'arrosage automatique des espaces verts. Une pompe de puits immergée à variation de vitesse assure un débit de 21 m³/h. L'émission de chauffage et de rafraîchissement principale s'effectue au moyen d'un plafond chauffant-rafraîchissant, un choix motivé essentiellement pour des raisons de confort et d'efficacité énergétique. Il s'agit d'un plafond hydraulique en tubes de cuivre recouvert d'un habillage de plâtre. Un complément des besoins est assuré par soufflage d'air.

La ventilation fournit un appoint de chauffage et de rafraîchissement

La ventilation du bâtiment est assurée par une centrale de traitement d'air double flux raccordée à un réseau de gaines de soufflage et de gaines de reprise d'air. Le soufflage s'effectue par des bouches implantées dans le sol le long des baies vitrées. L'ensemble du réseau aéraulique a été déployé en vide sanitaire. Outre l'apport en air neuf à l'intérieur des locaux, la centrale de traitement d'air fournit également l'appoint en chauffage et rafraîchissement. Elle intègre un échangeur rotatif qui récupère l'énergie contenue dans l'air issu du réseau de reprise afin de préchauffer l'air neuf prélevé à l'extérieur. Un complément de chauffage de cet air est assuré par une batterie à eau chaude alimentée à partir de l'énergie produite par la pompe à chaleur, implantée au plus près des bouches de soufflage, dans le vide sanitaire.

En été, l'air est rafraîchi au moyen d'une batterie eau froide, alimentée à partir de l'échangeur de rafraîchissement passif raccordé sur l'eau de la nappe phréatique.

La déshumidification de l'air est réalisée à partir d'une batterie à détente directe raccordée à un groupe frigorifique. Cette même batterie sert également à fournir un appoint au rafraîchissement réalisé depuis la batterie à eau froide lors des périodes de forte charge estivale. En fonctionnement, elle «shunte» la batterie chaude à détente directe implantée dans le flux d'air de la CTA, au profit d'un échangeur raccordé sur le réseau eau de puits, permettant ainsi d'évacuer les calories vers la nappe phréatique.

La nuit entre 2 h et 6 h du matin, si la température extérieure le permet, la CTA bascule en mode free-cooling pour le rafraîchissement des locaux.

La régulation anticipe les besoins de confort

L'installation est entièrement pilotée par une GTB Neuberger, société filiale du groupe Weishaupt. Ses fonctions sont les suivantes : définition des besoins en chauffage et en rafraîchissement, gestion de la production de chauffage et de rafraîchissement, gestion de la ventilation, de la sécurité et de la protection incendie des locaux.

En complément à l'automate principal, chaque pièce est équipée d'un régulateur autonome ER4000. Celui-ci est directement accessible par les occupants. En plus de la gestion de l'énergie et de la température ambiante, la GTB permet le pilotage et l'optimisation de l'éclairage en fonction de la luminosité. Elle commande également les protections solaires, la surveillance de l'ouverture des fenêtres et la détection des mouvements.

La GTB fonctionne en liaison avec une station météo implantée sur le site du centre de formation. Elle obéit également à un site météorologique en ligne permettant l'intégration des prévisions météo dans le processus de régulation du système de chauffage et de rafraîchissement. Les informations ainsi recueillies permettent d'anticiper 72 heures à l'avance les besoins en chauffage ou en rafraîchissement de l'installation. Une correction est réalisée à l'aide des régulateurs autonomes qui apportent des informations quant aux températures effectives des pièces du bâtiment.

L'Installateur

01

L'AFPAC, une association de filière représentative

→ *L'AFPAC*

Par l'AFPAC

02

Le marché européen retrouve le chemin de la croissance

→ *EHPA*

*Par François Sagot
Clima+confort*

03

Évolution de la certification des Pac

→ *Eurovent Certita Certification*

*Par Sandrine Marinas
et François-Xavier Ball
Eurovent Certita*

04

Un état de l'art de la R&D dans le monde

→ *Ademe/Inpac*

*Par David Canal Ademe
et Inpac*

05

Impact des nouveaux fluides sur les systèmes

→ *Ademe/Inpac*

*Par David Canal Ademe
et Inpac*

06

Nouveau règlement F-Gas : enjeux et opportunités

→ *Uniclina*

*Par Guy-Noël Dupré
Uniclina*

La filière aujourd'hui et demain

Quel est l'avenir de la pompe à chaleur ? Pour mieux l'imaginer, cette rubrique présente un état des lieux de son développement en France et en Europe.

On y expose la volonté de « qualité » mise en œuvre avec la certification. Et la principale réglementation applicable, la F-Gas, y est présentée. Au-delà de ces considérations actuelles, la pompe à chaleur fait l'objet de programmes de recherche très importants. Ils ont pour ambition de trouver les solutions les mieux adaptées aux exigences environnementales et à la réduction des consommations d'énergie. Tous ces programmes ont le mérite de montrer que les chercheurs y croient. Les industriels aussi.

L'AFPAC est l'association de filière représentative de l'ensemble des acteurs impliqués dans le marché de la pompe à chaleur.

L'AFPAC, une association de filière représentative

01



L'AFPAC

Plus de cinquante membres représentatifs de l'ensemble de la filière :
industriels / fabricants,
associations,
bureaux d'études,
centres techniques,
organismes de contrôle / certification,
organisme national,
production - distribution d'énergie,
organisations syndicales.

L'AFPAC est l'association de filière de la pompe à chaleur, un lieu d'échanges et de débat et une force de proposition. Elle est organisée autour d'un conseil d'administration, de commissions et de groupes de travail. Elle est l'interlocuteur des pouvoirs publics et des autres organisations professionnelles concernées par les énergies renouvelables, l'environnement et la certification.

Les objectifs de l'AFPAC

Ce sont des objectifs ambitieux mais impératifs pour soutenir et conforter le développement des pompes à chaleur, l'un des principaux contributeurs à la réalisation des engagements des pouvoirs publics dans le domaine environnemental.

Impact environnemental

862 tonnes de CO₂ évitées

1 780 kTep économisées

Ces objectifs sont les suivants :

- **assurer** la promotion et le développement des pompes à chaleur ;
- **communiquer** vers les pouvoirs publics et le grand public afin de les sensibiliser à l'intérêt énergétique et environnemental de la pompe à chaleur ;
- **développer** la coordination et l'animation d'échanges scientifiques et techniques entre les différents membres ;
- **favoriser** le développement de systèmes fiables, performants et répondant à la maîtrise de la demande d'énergie ;
- **faciliter** les relations avec toutes les entités ayant une activité dans le domaine des pompes à chaleur tant en France qu'en Europe ;
- **suivre** les travaux de normalisation et certification français et européens sur les pompes à chaleur et les systèmes les utilisant.
- **mettre** en place une démarche apte à garantir le développement pérenne de la filière par la qualité.

L'AFPAC est membre de plusieurs organisations

L'association est représentée tant en France qu'à l'étranger dans de nombreuses organisations. Ces représentations sont les suivantes :

- EHPA (European Heat Pump Association),
 - Qualit'EnR,
 - SER (Syndicat des énergies renouvelables),
- et des associations :
- AFCE (Alliance Froid Climatisation Environnement),
 - AFF (Association Française du Froid),
 - AFPG (Association Française des Professionnels de la Géothermie),
 - AICVF (Association des Ingénieurs en Climatologie, Ventilation et Froid),
 - Association « Équilibre des Énergies ».

Poids de la filière Pac 2014 en France	
2,4	milliard d'euros de chiffre d'affaires
24 000	emplois filière (fabrication, distribution, installation et maintenance)
20	sites industriels en France
Marché français de la Pac 2014, en unités	
3 249	géothermie
69 671	aérothermie air/eau
72 920	Chauffe-eau thermodynamiques (CET)
34 000	Pac air / air*
Parc existant des Pac, en unités	
742 000	géothermie / aérothermie
950 000	Pac air / air*
DÉMARCHE QUALITÉ DE L'AFPAC	
Certification du matériel NF PAC	
81	marques
341	gammes (chauffage et chauffage + ECS)
2 010	modèles
Qualification des installateurs QualiPAC	
3 284	entreprises au 31/12/2014
Formation QualiPac	
3 851	stagiaires formés en 2014
48	centres de formation agréés QualiPAC
dont 14	centres de formation industriels EFFIQUAPAC.

* Dont la fonction principale est le chauffage.

Chaque année, l'Association européenne des pompes à chaleur (EHPA) analyse les chiffres de vente dans 21 pays. En 2013, le marché est d'une façon générale reparti à la hausse sans qu'il soit possible de dire aujourd'hui s'il s'agit ou non d'une tendance de fond.

Le marché européen retrouve le chemin de la croissance

02



Le marché européen de la pompe à chaleur 2013 en chiffres

Pac géothermiques
100 600

Pac air/eau
192 500

Pac air/air
391 800

Chauffe-eau thermodynamiques
82 300

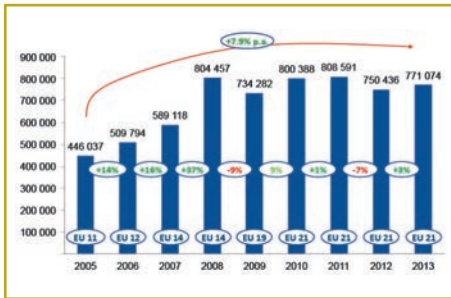
Le marché européen des pompes à chaleur a augmenté de 3 % en 2013, d'après les statistiques établies par l'Association européenne des pompes à chaleur. Toutefois, le secrétaire général de l'EHPA, Thomas Nowak, se montre prudent car cette progression fait suite à une phase de stabilisation observée à partir de 2008, date à laquelle les ventes en Allemagne et en France ont été fortement impactées par l'arrêt des subventions publiques. «Aussi, même si les chiffres pour 2013 sont bons et les premières tendances pour 2014 encourageantes, il est encore trop tôt pour le dire si ce bon résultat traduit ou non une tendance de fond», estime Thomas Nowak (voir son interview).

La France et la Suède tirent le marché

Cette progression des ventes (*) a été observée, en 2013, dans 15 des 21 pays suivis par l'EHPA. Deux d'entre eux se sont distingués en particulier : la France et la Suède. Ils ont d'ailleurs conditionné la tendance globale à la hausse. Thomas Nowak note au passage que le marché français est devenu, en 2013, le plus important des 21 pays européens. L'année dernière, plus de 771 000 pompes à chaleur ont été vendues en Europe, portant le parc installé à 6,74 millions d'unités. Trois grandes tendances se dégagent. Tout d'abord, l'air est et demeurera la source d'énergie la plus utilisée, notamment dans les pays méditerranéens, sachant que les équipements faisant seulement du froid ne sont pas comptabilisés dans les statistiques. Ensuite, les pompes

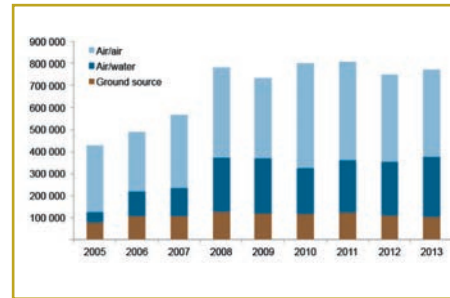
(*) Les statistiques portent uniquement sur les ventes de pompes à chaleur dotées de compresseurs électriques.

ÉVOLUTION DES VENTES DE POMPES À CHALEUR



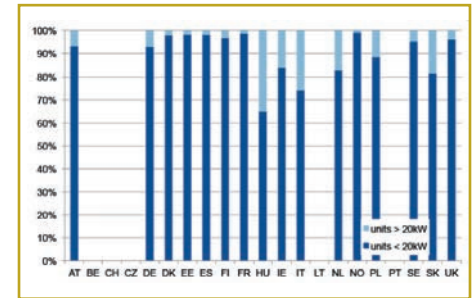
→ Après une phase de forte progression, les ventes se sont stabilisées à partir de 2008, notamment pour les marchés français et allemand, impactés par l'arrêt des aides publiques. 2013 marque un redémarrage des ventes dans la plupart des pays européens.

RÉPARTITION DES VENTES EN FONCTION DE LA SOURCE D'ÉNERGIE



→ L'air est et demeurera la source d'énergie la plus utilisée, notamment dans les pays méditerranéens, sachant que les équipements faisant seulement du froid ne sont pas comptabilisés dans les statistiques.

RÉPARTITION DES VENTES EN FONCTION DE LA PUISSANCE



→ Au-delà d'une puissance de 20 kW, on peut considérer qu'il s'agit de pompes à chaleur pour des applications commerciales et industrielles. En moyenne annuelle, cela représente entre 70 000 et 100 000 ventes.

à chaleur dédiées à la production d'eau chaude sanitaire constituent le segment de marché qui a augmenté le plus vite, avec une progression à deux chiffres.

Enfin, les pompes à chaleur de puissance importante, destinées au secteur tertiaire, à l'industrie et à des quartiers, se sont incontestablement démocratisées. «Elles font souvent appel à la géothermie ou l'hydrothermie, voire de plus en plus à l'aérothermie», indique Thomas Nowak.

Des facteurs de développement

L'EHPA estime que la progression des ventes de pompes à chaleur est déterminée, en grande partie, par le développement du marché de la construction. Et, comme il est «poussif», les ventes progressent lentement. Toutefois, le relèvement des exigences réglementaires pour les bâtiments neufs favorise le développement du marché vers les pompes à chaleur tout comme le remplacement des systèmes de chauffage existants.

Thomas Nowak estime que «l'étiquetage énergétique des produits va introduire un changement important pour le marché, à condition de recourir à des systèmes classés au minimum A, si l'on veut vraiment réaliser des économies exprimées en énergie primaire». Pour le secrétaire général de l'EHPA, la bonne nouvelle c'est que ces pompes à chaleur sont d'ores et déjà disponibles sur le marché.

D'autres facteurs influencent le développement du marché, notamment dans le domaine du tertiaire et de l'industrie. Il s'agit de la production de chaleur et de froid simultanée permettant d'améliorer la performance des installations : réutilisation de la chaleur perdue pour produire du froid et ainsi réchauffer de l'eau. La combinaison avec d'autres énergies comme le gaz est intéressante pour produire de l'électricité, ce qui évite l'utilisation de batteries, plus onéreuses.

Le recours aux énergies renouvelables constitue un facteur de soutien au développement de la filière. L'association estime que la capacité additionnelle de production avec les pompes à chaleur installées en 2013 a représenté 24 GW, soit une consommation de 13 TWh d'énergie utile dont 8,26 TWh d'ENR, pour le chauffage et le refroidissement des bâtiments. Cela a évité l'émission de 2,12 millions de tonnes d'équivalent CO₂.

Si maintenant on agrège les chiffres, on s'aperçoit que les 6,7 millions de pompes à chaleur installées depuis 1994 ont représenté une capacité de production de près de 224 GW, soit 120 TWh d'énergie utile dont 77,7 TWh d'énergie renouvelable. Au final, leur utilisation a per-

mis d'économiser 99 TWh en énergie finale et 47,1 TWh en énergie primaire. De ce point de vue, la France est le pays qui produit le plus d'énergie renouvelable, devant la Suède. Le parc installé a évité l'émission de 20 millions de tonnes de gaz à effet de serre.

L'association a par ailleurs calculé que, pour assurer la vente des pompes à chaleur en 2013 et la maintenance du parc installé, 41 500 équivalents hommes/année ont été nécessaires. Un chiffre également à prendre en considération.

François Sagot | **Clima+confort**

INTERVIEW

Thomas Nowak, secrétaire général de l'EHPA «Une progression dans le tertiaire supérieure à l'ensemble des ventes de pompes à chaleur»

Nous ne connaissons pas avec exactitude le marché de la pompe à chaleur dans le tertiaire car nous n'avons pas de chiffres spécifiques, mais nous avons toutefois des indications. En effet, nous savons que plus de 10 % des ventes sont réalisées avec des unités de plus de 20 kW. Au-delà de cette puissance, on peut considérer que ces pompes à chaleur sont plutôt destinées à des applications commerciales. Cela représente donc un marché annuel compris entre 70 000 et 100 000 unités. D'après les remontées que nous avons du terrain, nous estimons que la progression des ventes dans le tertiaire est supérieure à l'augmentation des ventes de pompes à chaleur en général. On peut avancer plusieurs raisons à cela. La première tient au fait que plus les besoins sont importants plus l'investissement dans ce type de machine est intéressant. Autre raison : dans le tertiaire ou l'industrie, il y a souvent des besoins simultanés

de production de chaleur et de froid. Or, lorsque vous refroidissez des bâtiments vous pouvez réutiliser la chaleur perdue pour chauffer de l'eau. Et vice versa. En matière de diffusion des technologies, le rôle des installateurs est capital pour favoriser le développement du marché des pompes à chaleur. Mais rien ne se fera sans l'aide des hommes politiques et la mise en place de réglementations adaptées, car le marché seul ne permettra pas de développer le potentiel de ces technologies.



Dans un contexte réglementaire et normatif en pleine mutation l'offre de certification d'Eurovent Certita Certification s'adapte au marché des pompes à chaleur. Elle garantit au client final une meilleure lisibilité des performances grâce à un travail incluant toutes les parties intéressées.

Évolution de la certification des Pac

03



Références

[1] www.eurovent-certification.com

[2] www.certita.org

[3] <http://www.rt-batiment.fr>

[4] EN 14511 - Climatiseurs, groupes refroidisseurs de liquide et pompes à chaleur avec compresseur entraîné par moteur électrique pour le chauffage et la réfrigération des locaux.

[5] EN 14825 - Climatiseurs, groupes refroidisseurs de liquide et pompes à chaleur avec compresseur entraîné par moteur électrique pour le chauffage et la réfrigération des locaux - Essais et détermination des caractéristiques à charge partielle et calcul de performance saisonnière.

Les réglementations actuelles et futures, comme celles relatives à l'écoconception, sont pour l'essentiel fondées sur la déclaration des performances des produits par les fabricants eux-mêmes. La certification volontaire fournit des données produits fiables et contribue à organiser le marché.

La publication de performances certifiées par un organisme indépendant et accrédité permet en effet aux bureaux d'études, installateurs et utilisateurs, de façon générale, de disposer d'une base de données sûre, homogène et mise à jour en permanence. Pour les fabricants, il s'agit de valoriser au mieux les caractéristiques de leurs produits.

Dans un marché très concurrentiel, la certification de produits joue donc un rôle clé pour assurer la loyauté des échanges et établir la confiance entre les opérateurs.

La transparence et la disponibilité des performances certifiées constituent par ailleurs, un levier très efficace pour promouvoir l'émergence de produits et de solutions techniques toujours plus efficaces. Soit directement, lorsque les référentiels de certification introduisent des seuils de performance, soit indirectement par le seul jeu de la concurrence. On a pu ainsi observer au fil des ans une progression régulière des valeurs de COP des pompes à chaleur certifiées.



→ Figure 1 : Marque « Eurovent Certified Performance ».



→ Figure 2 : Marque « NF PAC-Pompes à chaleur ».



→ Figure 3 : Marque « NF Multi-Énergies ».

Enfin il convient de souligner que les certifications telles que celles délivrées par Eurovent Certita Certification sont développées en liaison étroite avec les filières professionnelles concernées, ce qui en assure la cohérence avec les attentes et évolutions du marché. À titre d'exemple, mentionnons l'introduction, en concertation avec l'Afpac, dans les caractéristiques certifiées de grandeurs et spécifications acoustiques relatives au niveau sonore des pompes à chaleur. Rechercher la cohérence avec les attentes du marché cela signifie aussi anticiper les futures évolutions pour accompagner les industriels et la filière dans les mutations. C'est en particulier ce qui est en œuvre dans les certifications NF PAC et Eurovent Certified Performance à l'approche de l'application du règlement Écoconception qui va considérablement bousculer la donne actuelle.

Depuis 2013, les marques «Eurovent Certified Performance» (figure 1), «NF PAC - Pompes à chaleur» (figure 2) et «NF Multi-Énergies» (figure 3) sont délivrées par un organisme de certification unique : «Eurovent Certita Certification»^[1,2]. Ces marques, à la résonance autant française qu'européenne, mais aussi à notoriété mondiale, couvrent ainsi l'ensemble des divers types de pompes à chaleur, dans leurs fonctions variées, périmètre que nous décrirons dans la suite de ce document. Dans un contexte complexe où la réglementation thermique des bâtiments RT2012^[3] spécifique à la France s'ajoute aux règlements relatifs à la mise sur le marché des produits dont les textes européens s'écrivent peu à peu, la certification permet de mettre en valeur de façon plus lisible auprès des prescripteurs et des utilisateurs finaux les produits énergétiquement efficaces et qui présentent des performances acoustiques acceptables. Nous présentons ici l'évolution de ces marques de certification.

État des lieux de la certification

Du 7 au 10 octobre 2014, a été célébré le 20^e anniversaire des activités d'Eurovent Certification. Côté NF on atteint le 1 000^e numéro de certificat Pac, et on dispose d'une nouvelle annexe au référentiel Multi-énergies dédié aux systèmes combinant pompes à chaleur et chaudières, dits systèmes hybrides. On peut à cette occasion faire le bilan du chemin parcouru et l'état des lieux des types et des nombres de références certifiées aujourd'hui (tableau 1).

Confrontées aux chiffres du marché disponibles auprès d'Eurovent Market Intelligence et de Pac&Clim'Info, ces données permettent

TABLEAU 1 : RÉPARTITION DES PRODUITS CERTIFIÉS (JUIN 2014)

Type de Pac	NF Pompe à chaleur	Eurovent Certified Performance
Air/air	/	2 835
Air/eau	1 845	10 417 dont 1 512 < 100 kW
Eau/eau	258	3 068 dont 560 < 100 kW
Eau glycolée/eau	471	/
Eau chaude sanitaire	192	/
Piscine	34	/
Gaz	6	/
Débit de réfrigérant variable	/	20

d'affirmer que la couverture des Pac certifiées du marché français est élevée.

Des performances « standard » aux performances « saisonnières »

La caractérisation des performances énergétiques des pompes à chaleur migre progressivement des performances nominales (selon l'EN 14511^[4]) aux performances saisonnières (selon l'EN 14825^[5]), dont les évolutions récentes et à venir permettent de couvrir de plus en plus de types de produits.

Alors que l'industrie avait mis en place l'ESEER (European seasonal efficiency ratio), certifié depuis 2007, dans les règlements récemment publiés ou en cours de publication on parle de coefficient de performance saisonnier en mode chauffage, SCOP, et ses pendants SEER et SEPR en mode refroidissement (voir tableau 2).

Afin de pouvoir comparer les solutions de chauffage entre les différentes technologies, on définit une efficacité saisonnière ramenée en énergie primaire η_{sp} . Pour répondre à ces évolutions, Eurovent Certita propose aux industriels de certifier ces nouvelles performances. Depuis la révision 2013 du référentiel «AC1» (Air conditioners ≤ 12 kW - Climatiseurs de confort), les fabricants doivent déclarer l'ESEER, couverts par les règlements écoconception >>>

Références

^[6] Règlement (UE) n° 206/2012 de la Commission du 6 mars 2012 portant application de la directive 2009/125/CE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les exigences d'écoconception applicables aux climatiseurs et aux ventilateurs de confort.

^[7] Règlement délégué (UE) n° 626/2011 de la Commission du 4 mai 2011 complétant la directive 2010/30/UE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne l'indication, par voie d'étiquetage, de la consommation d'énergie des climatiseurs.

^[8] Règlement (UE) n° 813/2013 de la Commission du 2 août 2013 portant application de la directive 2009/125/CE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les exigences d'écoconception applicables aux dispositifs de chauffage des locaux et aux dispositifs de chauffage mixtes.

^[9] Règlement délégué (UE) n° 811/2013 de la Commission du 18 février 2013 complétant la directive 2010/30/UE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne l'étiquetage énergétique des dispositifs de chauffage des locaux, des dispositifs de chauffage mixtes, des produits combinés constitués d'un dispositif de chauffage des locaux, d'un régulateur de température et d'un dispositif solaire et des produits combinés constitués d'un dispositif de chauffage mixte, d'un régulateur de température et d'un dispositif solaire.

^[10] <http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/products-groups-and-criteria.html>

^[11] Décision de la Commission 2007/742/CE du 9 novembre 2007 établissant les critères écologiques pour l'attribution du label écologique communautaire aux pompes à chaleur électriques, à gaz ou à absorption à gaz.

^[12] Décision de la Commission du 28 mai 2014 établissant les critères pour l'attribution du label écologique de l'Union européenne aux dispositifs de chauffage à eau.

▷▷▷ 206/2012 ^[6] et étiquetage 626/2011 ^[7] et les produits ne rentrant pas dans les seuils du règlement sont exclus. Dans la révision 8 du référentiel NF PAC, les fabricants pourront certifier SCOP et efficacité énergétique saisonnière pour le chauffage des locaux etas (η_s), couverts par les règlements 813/2013 ^[8] 811/2013 ^[9], en option. Dans la révision 2015 du référentiel LCP-HP (Liquid chilling packages and heat pumps - Refroidisseurs de liquides et pompes à chaleur), dont la publication est attendue à l'hiver 2014, les fabricants devront déclarer SCOP et η_s . Dans leur révision 2016 ou 2017 des référentiels AC2, AC3 (Climatiseurs ≤ 100 kW) et RT (Rooftops - Unités de toiture), les fabricants devront déclarer des SCOP, des SEER et/ou des etas, sachant que le règlement a été voté en avril 2014 mais les documents pas encore diffusés au *journal officiel de l'Union européenne* et le mandat de norme harmonisée répondant aux besoins de méthodes d'essais des règlements pas encore entamé.

L'eau chaude sanitaire

Présente dans le référentiel NF PAC depuis août 2012, la certification des pompes à chaleur double service pour la production d'eau chaude sanitaire évolue dans la révision 7 publiée le 27 juin 2014 afin de permettre de certifier davantage de combinaisons pompe à chaleur et ballon à l'aide d'un outil de simulation de référence. Concernant les futures évolutions, un groupe de travail s'est réuni en septembre 2014 pour introduire la possibilité de certifier l'ECS sanitaire collective, avec ou sans limitation à une capacité de 2 000 litres, distinction issue de la RT 2012.

Les systèmes multi-énergies

Concernant la marque NF Systèmes Multi-Énergies, il s'agit de valoriser non plus chaque élément comme un composant mais bien de valoriser les performances du système dans son ensemble. La première annexe du référentiel Multi-Énergies est dédiée aux pompes à chaleur hybrides (chaudières hybrides). Plus précisément dans ce cas, il s'agit de valoriser un système de régulation performant qui peut être optimisé de telle sorte qu'on utilise l'énergie fossile ou électrique aux meilleures conditions des points de fonctionnement. Il peut également s'agir pour le consommateur d'utiliser l'électricité plutôt durant les heures creuses. Le premier certificat est attendu pour l'été 2014. Le comité de marque qui s'est réuni le 17 juin 2014 a abordé lui aussi l'introduction de performances saisonnières parmi les données certifiées, alors que la prise en compte de ces systèmes dans la norme EN 14825 n'est pas encore résolue dans la prochaine version de la norme, mais en cours de définition dans sa version suivante.

L'écolabel européen

Permettant de valoriser les appareils les plus respectueux de l'environnement, la directive écolabel ^[10] complète les directives écoconception et étiquetage. Pour les pompes à chaleur, les critères d'attribution de l'écolabel initialement publiés le 9 novembre 2007 ^[11] et valides jusqu'au 31 octobre 2014 sont mis à jour par la décision de la Commission en date du 28 mai 2014 ^[12]. A noter que l'écolabel avait jusqu'alors été attribué à une poignée de gammes, en France, en Belgique et en Allemagne. Parmi les nouveautés, on note l'extension du périmètre du texte aux appareils hybrides et l'apparition d'un seuil d'effet de serre équivalent total (TEWI), basé sur le potentiel de réchauffement global (GWP) du fluide frigorigène utilisé avec un taux de fuite en fin de vie conventionnel fixé à 35 % et l'efficacité énergétique saisonnière pour le chauffage des locaux etas (η_s).

TABEAU 2 : TABLEAU RÉCAPITULANT LES TERMES (EN ANGLAIS) ET LES PRINCIPALES ÉQUATIONS RELATIFS À LA CARACTÉRISATION DES PERFORMANCES SAISONNIÈRES DE PAC

Terms	Cooling mode	Heating mode	unit
reference design conditions			
reference temperature conditions			
cooling mode: 35 °C dry bulb (24 °C wet bulb) outdoor and 27 °C dry bulb (19 °C wet bulb) indoor	$T_{designc}$	$T_{designh}$	°C
heating: for average: -10°C, colder : -22°C and warmer: +2°C climates			
load or demand			
load of the building at certain temperature conditions	P_c	P_h	kW
full load			
load at reference design conditions	$P_{designc}$	$P_{designh}$	kW
part load ratio			
load divided by the full load	PLR		%
capacity			
capacity a unit can deliver at certain conditions	DC		
capacity ratio			
load divided by the declared capacity	CR		
bin hours			
duration at a given temperature for a specific location	h_j		h
bivalent temperature (CR=100%)			
lowest outdoor temperature where capacity is equal to the load		$T_{bivalent}$	°C
operation limit temperature			
lowest outdoor temperature where the unit still delivers capacity		T_{OL}	°C
reference annual demand(s)			
representative annual demand(s)	Q_c	Q_h	kWh
efficiency (energy efficiency ratio and coefficient of performance)			
capacity divided by the effective power input	EER	COP	kW/ kW
at standard conditions: at conditions of EN 14511			
at part load: at conditions of EN 14825 (degraded for fixed stage units)	EER_j	COP_j	
electric back up heater (below $T_{bivalent}$)			
supplementary electric heater, with a COP of 1		elbu	kW
thermostat off			
corresponding to the hours with no load	TO		
standby			
unit partially switched off but reactivable by a control device or timer	sb		
off			
unit completely switched off	off		
crankcase heater (to limit refrigerant concentration in oil at compressor start)			
where a crankcase heater is activated	CK		
auxiliary power consumptions			
$\sum h_{aux} \cdot P_{aux} = h_{TO} \cdot P_{TO} + h_{sb} \cdot P_{sb} + h_{CK} \cdot P_{CK} + h_{off} \cdot P_{off}$	TO, sb, off, ck		kWh
degradation coefficient for fixed stage units (same equations for COPj)			
efficiency loss due to the cycling of respectively chillers and ACs	Cc / Cd		%
$EER_j = EER \cdot \frac{CR}{c_c \cdot CR + (1 - c_c)}$; $EER_j = EER \cdot (1 - C_d \cdot (1 - CR)) = EER \cdot (Part\ Load\ Factor)$			kW/ kW
reference seasonal efficiency [reference: EN 14825, 2013]			
seasonal efficiency calculated for the reference annual demand			
$SEER = \frac{Q_c}{\sum h_j \cdot \left(\frac{P_{c,j}}{EER_j} \right) + \sum h_{aux} \cdot P_{aux}}$; $SCOP = \frac{Q_h}{\sum h_j \cdot \left(\frac{P_{h,j} - elbu_j}{COP_j} \right) + \sum h_{aux} \cdot P_{aux}}$	SEER	SCOP	kWh/k Wh
active seasonal efficiency			
seasonal efficiency excluding auxiliary consumptions	SEER_{on}	SCOP_{on}	kWh/ kWh
European seasonal energy efficiency ratio [reference: Eurovent Certification, 2008]			
Antecedent term used for SEER before European standard was issued	ESEER	-	kWh/ kWh
$ESEER = 0.03 \cdot EER_{100\%} + 0.33 \cdot EER_{75\%} + 0.41 \cdot EER_{50\%} + 0.23 \cdot EER_{25\%}$			
integrated part load value [reference AHRI, 1998] (EER in kW/Ton)			
First equivalent to ESEER, with weighting coefficients related to the United States	IPLV	-	kW/ Ton
$IPLV = 0.01 \cdot EER_{100\%} + 0.42 \cdot EER_{75\%} + 0.45 \cdot EER_{50\%} + 0.12 \cdot EER_{25\%}$			

Sandrine Marinhas | Eurovent Certita |

Responsable du pôle thermodynamique

François-Xavier Ball | Eurovent Certita | Directeur général

L'Ademe a souhaité identifier les thématiques de recherche qui doivent orienter sa stratégie et les grands axes de ses travaux. Pour cela, elle a confié à l'Inpac une étude sur l'état de l'art de la R&D dans le monde.

Un état de l'art de la R&D dans le monde

04



L'Ademe a confié aux membres de l'Institut national de la pompe à chaleur* une étude afin d'établir un état de l'art de la recherche technologique actuelle sur les pompes à chaleur. Objectif : proposer un programme de recherche adapté au contexte français.

La première étape de l'étude a consisté à recenser les projets récemment terminés ou en cours de réalisation, tant en Europe que dans le monde, la principale difficulté étant d'identifier les bonnes sources d'information.

Un état de l'art de la recherche mondiale

Les informations recueillies ont permis d'identifier 9 thématiques, dans lesquelles les sujets de recherche ont été répertoriés. L'analyse de la pertinence de ces sujets au travers des critères de coût, d'effort R&D, de maturité technologique, d'impact énergétique et environnemental ou d'appropriation par la filière professionnelle conjointement avec une évaluation du contexte de développement des pompes à chaleur en France a permis de construire un programme de R&D sur lequel l'Ademe pourra s'appuyer pour définir les grands axes de ses travaux futurs. Le rapport inclut des annexes par thématique avec pour chacune d'elles une description détaillée des informations recueillies lors de la recherche bibliographique. L'étude a été menée conjointement par le BRGM, le Cetiati, le CSTB, EDF, GDF Suez, Armines Mines ParisTech.

* Inpac est un réseau constitué d'organismes de recherche dans le domaine des pompes à chaleur qui a été créé en 2010. Les 8 partenaires sont le BRGM, le CEA, le Cetiati, le Costic, le CSTB, EDF, GDF Suez et Mines ParisTech.

Les composants des pompes à chaleur

L'amélioration des pompes à chaleur commence par une évaluation des améliorations possibles à apporter aux différents composants qui la constituent. L'analyse n'a pas été faite composant par composant mais par axe d'amélioration, et a mis en avant quatre objectifs principaux dans les travaux menés ou à mener.

1. L'amélioration des performances

L'amélioration des performances des pompes à chaleur se traduit par :

- l'utilisation de composants à haute efficacité comme les circulateurs à vitesse variable et les moteurs à haut rendement tant au niveau du captage de la source de chaleur que du système de distribution dans le bâtiment : cet axe est principalement porté par la directive Écoconception ;
- les régulations plus sophistiquées, en particulier pour les cycles transcritiques au CO₂.

2 Adaptation des produits à l'évolution des besoins des bâtiments

L'évolution de la conception des bâtiments va conduire à une réduction des besoins de chauffage et donc des puissances à mettre en jeu. En parallèle, les besoins d'eau chaude sanitaire resteront constants, voire seront en augmentation. Pour les Pac assurant la double fonction de chauffage et de production d'ECS, l'enjeu se situe au niveau du dimensionnement et de la régulation de ces deux fonctions exigeant des puissances et des niveaux de température bien différents. L'extension de la plage d'utilisation des compresseurs doit permettre des applications plus larges de la technologie de la pompe à chaleur pour répondre, d'une part, aux climats froids et, d'autre part, aux besoins à température élevée (production d'ECS). Les travaux se portent alors vers une adaptation des composants, ce qui peut entraîner des difficultés de conception et de fabrication, et plus particulièrement pour les compresseurs et les détendeurs.

L'autre axe est le développement d'appareils multifonctions pour répondre à des besoins de chauffage (voire de refroidissement) par le vecteur air associé à la ventilation et aux besoins d'ECS par une Pac. La criticité technique de ces produits réside dans la stratégie de régulation des différentes fonctions, voire des différentes énergies si l'utilisation du solaire thermique est envisagée.

3. Nouveaux matériaux et nouvelles technologies

L'intégration de nouveaux matériaux et de nouvelles technologies favorisant une réduction des coûts devrait permettre une pénétration sur le marché plus compétitive des Pac par rapport à d'autres technologies de chauffage. Elle est axée en particulier sur :

- le compresseur, composant « clé » d'un circuit frigorifique : une conception de compresseurs plus simples et moins coûteux, comme la technologie « spool » actuellement en développement, aura un impact important sur le coût des Pac ;
- l'utilisation de polymères tant pour les compresseurs que les échangeurs de chaleur doit permettre de réduire les quantités de matière de façon significative.

4. Réduction de la charge en fluide frigorigène

En parallèle des travaux de recherche sur des fluides à (très) faible effet de serre et sur le confinement du fluide dans les machines, dans le but de minimiser l'impact environnemental des Pac, il est aussi important de tendre à minimiser cette charge en fluide autant d'un

point de vue environnemental que d'un point de vue coût. Les échangeurs mini-canaux, avec une possible utilisation comme condenseur et évaporateur (problèmes de distribution/givrage à résoudre) et les batteries à ailettes avec des tubes de faible diamètre sont des solutions à l'étude. Ces travaux sont d'autant plus importants qu'ils sont aussi liés à l'évolution de la réglementation des gaz à effet de serre (F-Gas), ou à d'éventuelles taxations des quantités de fluides frigorigènes utilisées.

Les cycles frigorifiques

Le principe de fonctionnement des Pac est basé sur un cycle thermodynamique bien connu, mais sur lequel néanmoins des améliorations peuvent être encore apportées pour de meilleures performances énergétiques.

1. Les cycles à dessiccation

Le cycle à dessiccation permet de déshumidifier l'air avant son passage dans l'évaporateur de la Pac. L'utilisation d'un dessiccant solide consiste en un dépôt sur la surface de l'évaporateur. L'utilisation d'un dessiccant liquide requiert deux cycles : l'un pour le fluide frigorigène et l'autre pour la régénération du dessiccant.

2. Le cycle avec suralimentation en huile

La présence d'huile en grande quantité augmente l'efficacité de la compression mais réduit la puissance calorifique. Les études portent alors sur :

- la recherche d'une concentration en huile optimale en fonction du cycle et des conditions de fonctionnement ;
- l'intégration d'un régénérateur pour séparer l'huile dans le cycle après compression.

3. Le cycle à injection de vapeur

Trois technologies sont à l'étude :

- une chambre flash ;
- un échangeur interne ;
- la combinaison des deux technologies précédentes avec des vérifications expérimentales des cycles et une évaluation de différentes stratégies de régulation de l'injection de vapeur.

4. Les cycles alternatifs

On recense parmi les cycles alternatifs au cycle à compression mécanique de vapeur :

- le cycle de réfrigération thermoélectrique ou effet Peltier : les travaux portent sur la configuration des modules de transport de chaleur pour maximiser le COP ;
- le cycle à compression/absorption, qui offre une flexibilité d'utilisation selon la variation des conditions de fonctionnement et qui permettrait de répondre à des contraintes éventuelles d'appel de puissance électrique ;
- le cycle de réfrigération magnétique : le bon matériau pour les niveaux de température d'utilisation des Pac n'a pas encore été trouvé.

Les fluides frigorigènes

La problématique environnementale, liée à l'utilisation de fluides frigorigènes ayant un effet de serre (GWP non nul), fait de la recherche de fluides alternatifs sans aucun impact sur l'environnement un thème majeur. Deux étapes sont identifiées dans la recherche >>>

04



ZOOM

Les Pac avec d'autres systèmes et/ou autres énergies

Les appareils multifonctions

Cette technologie pénètre peu à peu le marché et les efforts de développement doivent porter sur :

- la minimisation des puissances pour les bâtiments BBC avec l'optimisation de la gestion/régulation des différentes fonctions ;
- la réduction de l'encombrement tout en facilitant la maintenance ;
- l'évaluation des aspects réglementaires sur la pénétration possible de ce produit sur le marché.

Le couplage Pac et solaire

Le couplage Pac/solaire intervient lors de l'utilisation du capteur solaire comme seconde source de chaleur de la Pac ou pour la production combinée d'ECS solaire et thermodynamique. Les développements actuels sont liés à la complexité de ce couplage, essentiellement liée à l'optimisation de la régulation des différentes sources de chaleur.

Le stockage d'énergie thermique

Les priorités de recherche et d'innovation pour le stockage d'énergie thermique se concentrent sur :

- une utilisation plus généralisée des matériaux à changement de phase avec une meilleure appréhension de cette technologie et une recherche de matériaux selon les niveaux de température ;
- une adéquation du couple Pac/stockage pour minimiser la puissance de la Pac et optimiser le fonctionnement du couplage avec un contrôle prédictif.

▷▷▷ de fluides alternatifs aux HCFC et HFC actuellement utilisés dans les Pac.

1. L'identification et la caractérisation de nouveaux fluides

La première étape dans la recherche de fluides de remplacement réside dans :

- l'identification de nouvelles molécules ou mélanges ;
- la caractérisation des propriétés thermophysiques et thermodynamiques ;
- l'évaluation de leur compatibilité avec les huiles et matériaux ;
- l'évaluation des performances en remplacement direct dans les produits existants.

2. L'intégration dans les systèmes

Une fois les fluides frigorigènes de remplacement sélectionnés, il s'agit de :

- s'assurer de la sécurité d'utilisation ;
- analyser les avantages et inconvénients pour la sélection d'un fluide liée à une application.

Les pompes à chaleur gaz

Représentant aujourd'hui une faible part du marché, les Pac gaz (à sorption ou moteur thermique) sont une alternative à la Pac électrique, tant sur les aspects environnementaux (pas de fluide frigorigène de type HFC) qu'énergétiques (mix énergétique, problème d'écrêtement du réseau électrique...). Quatre thèmes principaux ont été retenus pour le développement des Pac gaz. Ceux-ci couvrent toutes les phases de développement des produits, de la R&D amont jusqu'à l'aide à une meilleure pénétration du produit sur le marché des pompes à chaleur.

1. Les couples fluides frigorigènes/sorbants

Les travaux sur la modélisation et la caractérisation physicochimique de nouveaux couples doivent permettre de répondre aux objectifs de diversification des cycles, d'étudier des pistes comme l'absorption-compression ou l'absorption-diffusion, et d'améliorer les performances des cycles actuels. Ils doivent permettre de réduire l'encombrement des produits, d'améliorer leurs performances tout en étant non inflammables et non toxiques. Une caractérisation physicochimique est nécessaire puis une modélisation de leur utilisation dans les cycles à sorption.

2. Optimisation et développement de nouveaux cycles

L'objectif premier reste ici l'amélioration de performances énergétiques et l'adéquation des solutions aux problématiques d'efficacité énergétique et, plus particulièrement, pour le marché de la rénovation. Des travaux devraient donc conduire à concevoir :

- des générateurs (bouilleurs) utilisant des combustibles ;
- des échangeurs adaptés au fonctionnement hivernal (problématique du givrage) ;
- des cycles couplés absorption-diffusion avec un objectif fort de réduction des coûts des produits, qui est un enjeu phare pour le développement des Pac gaz.

3. Optimisation des produits existants

et diversification des gammes disponibles

Une pénétration plus importante des Pac gaz, et donc leur compétitivité sur le marché des pompes à chaleur, nécessite de mettre à disposition une offre plus large de produits et mieux adaptée aux

différentes applications du marché (neuf/rénovation). L'optimisation doit conduire à :

- une baisse des coûts de produits ;
- une adaptation des produits pour répondre aux besoins des bâtiments à faibles besoins de chauffage ;
- une extension des gammes (un seul constructeur de Pac à absorption sur le marché français).

Pour les pompes à chaleur à moteur thermique, il s'agit d'améliorer la valorisation thermique et les performances de l'échangeur sur boucle d'eau.

4. Besoins en diffusion, formation et démonstration

Pour une technologie émergente, une pénétration plus grande sur le marché ne peut se faire sans être accompagnée d'actions de diffusion et de formation de la filière. Des guides, des supports média, des formations, des plateformes pédagogiques et des opérations de démonstration et de suivi sont autant d'outils à mettre en œuvre pour accompagner le déploiement de cette technologie gaz.

Les Pac géothermiques et les capteurs associés

Cette thématique assez vaste regroupe des sujets qui portent aussi bien sur la connaissance du sol et des échanges thermiques, sur le développement de nouveaux capteurs géothermiques que sur l'optimisation des Pac associées à ces capteurs. Tous ces aspects nécessitent le développement d'outils de modélisation dans le but de procéder à un meilleur dimensionnement des systèmes.

1. Modélisation des sondes géothermiques

L'analyse des travaux de recherche a montré qu'il existe un fort besoin autour de la modélisation des capteurs géothermiques dans le but de mieux appréhender :

- l'impact des écoulements d'eau et des couches géologiques sur l'échange thermique ;
- de nouvelles géométries de capteurs géothermiques, en considérant les effets de surface des revêtements et les interactions avec le bâtiment ;
- l'impact des phases de gel/dégel du sol et du transport d'humidité sur l'échange thermique.

Le développement des outils de modélisation doit aussi permettre une rapidité de calcul accrue, dans le but d'appréhender le comportement des sondes sur le court terme comme sur le long terme.

2. Valorisation des capteurs géothermiques

Le déploiement de la géothermie passe notamment par :

- l'utilisation de sondes géothermiques pour le stockage/déstockage de chaleur, dans le but de proposer une réponse à la problématique de l'écrêtage des pointes de réseaux de chaleur ;
- la valorisation du stockage saisonnier dans les champs de sondes, par le biais d'un développement d'outils de dimensionnement permettant aux BE de valoriser cette solution ;
- le développement des fondations géothermiques qui assurent à la fois la fourniture de chaleur (ou de froid) et la sécurité de la structure du bâtiment : bien que peu utilisée en France, cette technologie doit être aussi envisagée au niveau de la maison individuelle ;
- l'utilisation des sondes au CO₂, cette technologie étant largement développée en Allemagne et en Suisse.

3. Les interactions entre la Pac géothermique et les sondes

Une parfaite caractérisation des systèmes géothermiques demande encore aujourd'hui :

- des méthodes d'essais et de calculs, mais aussi des retours d'expérience sur les aspects conception/dimensionnement/gestion du système ;
- l'optimisation des échangeurs au travers de l'impact de leur géométrie, de la composition des tubes et du coulis de remplissage sur les performances de la Pac ;
- le développement d'outils de dimensionnement, présents dans d'autres pays, afin de considérer l'environnement entourant la Pac (climat, typologie du sol, besoins du bâtiment) ;
- la mise à disposition de guides relatifs à la gestion et à la régulation des Pac géothermiques, destinés aux bureaux d'études et aux installateurs.

Les Pac sur l'air extérieur et le givrage

Si des travaux de recherche ont lieu sur l'appréhension de la formation du givre sur les échangeurs, il n'en reste pas moins indispensable de chercher à minimiser les effets des cycles de givrage/dégivrage sur les performances des Pac utilisant l'air extérieur comme source de chaleur. Ces améliorations doivent conduire à étendre la plage de fonctionnement de ces Pac tout en maintenant un niveau de performances intéressant. Les travaux portent principalement sur les stratégies de détection et de formation du givre ainsi que sur les méthodes de gestion des cycles de dégivrage :

- la gestion du givrage/dégivrage des échangeurs mini/micro-canaux ;
- les méthodes de dégivrage « gratuit » par stockage de l'énergie de sous-refroidissement en fonctionnement normal, puis utilisation de cette énergie pour le dégivrage : des brevets ont été recensés, mais il n'existe pas d'application industrielle à notre connaissance ;
- les traitements de surface, avec le développement de revêtements de surface ou de micro/nano-structuration pour retarder voire empêcher la formation du givre, favoriser le dégivrage ou encore contrôler le givrage.

Les Pac pour l'industrie et haute température pour le bâtiment

La problématique des Pac pour l'industrie réside essentiellement dans le niveau de température des sources de chaleur et sources froides à exploiter. Même si les niveaux de température en jeu sont largement supérieurs (besoins à 120-150 °C) à ceux des Pac dites « haute température » pour le bâtiment (65-90 °C pour l'ECS ou les radiateurs), les axes de recherche de solutions sont similaires, à savoir :

- des fluides frigorigènes adaptés aux niveaux de température recherchés ;
- des cycles à deux compresseurs, en cascade ou biétagés avec une optimisation de la régulation de la pression intermédiaire ;
- des cycles transcritiques au CO₂, dont les performances énergétiques pourraient être améliorées par l'intégration de composants supplémentaires (éjecteur, cycles double étage...) ou par la récupération du travail de détente.

David Canal | Ademe | Responsable du projet Inpac | En charge de l'étude

Les industriels estiment que la problématique des fluides frigorigènes va être le principal vecteur des développements dans les années à venir avec une reconception quasi intégrale des pompes à chaleur pour s'adapter aux nouveaux fluides de remplacement à bas GWP.

Les développements à venir évalués par les industriels

05



Dans le cadre d'une l'étude* confiée par l'Ademe à l'Institut national de la pompe à chaleur**, une concertation a été menée avec les professionnels de la filière, réunis au sein de l'Afpac (Association française pour les pompes à chaleur) et Uniclimate (Syndicat des industries thermiques, aérauliques et frigorifiques).

Les industriels estiment que les enjeux liés à la problématique des fluides frigorigènes, qui leur seront « imposés » par les chimistes et compresseurs, vont être le principal vecteur des développements R&D dans les années à venir avec une reconception quasi intégrale des Pac pour s'adapter aux nouveaux fluides de remplacement à bas GWP.

* L'étude a été menée conjointement par le BRGM, le Cetiati, le CSTB, EDF, EDF Suez, Armines Mines ParisTech.

** Inpac est un réseau constitué d'organismes de recherche dans le domaine des pompes à chaleur qui a été créé en 2010. Les 8 partenaires sont le BRGM, le CEA, le Cetiati, le Costic, le CSTB, EDF, GDF Suez et Mines ParisTech.

*** TEWI (Total equivalent warming impact). Il prend en compte l'effet de serre direct (fonction du GWP) lié aux fuites de fluide frigorigène et l'effet de serre indirect (fonction du COP) lié à la consommation énergétique pendant toute la durée de vie du produit.

Les composants

La réduction de la charge est un axe incontournable compte tenu des réglementations des fluides frigorigènes (F-Gas et taxation française possible) qui se profilent. Une réduction de la quantité de fluide dans l'installation permettra de réduire d'autant ce poste dans le coût global de la pompe à chaleur. Les performances des Pac assurant les fonctions de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire demeurent relativement faibles, en particulier pour la fonction ECS (COP ECS < 2,5) ; la pénétration de ce produit dans les bâtiments futurs nécessite un travail sur l'amélioration de ces performances. Il reste encore une marge de progrès pour adapter les produits aux bâtiments, dont les besoins thermiques sont de plus en plus faibles. La recherche de nouveaux matériaux et plus particulièrement l'uti-

lisation des polymères constituent des thèmes récurrents, mais la profession ne les considère pas comme un axe prioritaire.

Les cycles frigorifiques

Les cycles à injection au compresseur sont déjà disponibles et nécessitent maintenant une application par les industriels, pour améliorer les efficacités actuelles. Les cycles alternatifs relèvent de la recherche à plus long terme et demandent beaucoup d'efforts de R&D avant d'être considérés comme une technologie « mature » et pouvant être industrialisée. Seule la thermoélectricité apparaît comme une piste émergente de par sa maturité et sa faisabilité. Elle permet de s'affranchir des fluides frigorigènes mais se limite actuellement à des applications avec faible différence de température (source froide/source chaude) et avec de moindres performances.

Les fluides frigorigènes

Les industriels se positionnent « en fin de chaîne » dans la recherche et l'emploi de nouveaux fluides frigorigènes. Ils sont fortement dépendants des chimistes puis des compressoristes et ont donc peu de marge de manœuvre. Il pourrait être intéressant de compléter l'étude de l'AHRI « Low GWP AREP » par un programme similaire mais répondant aux particularités des applications et du marché français, pour mieux cibler les fluides de remplacement et valider leurs performances. Ces fluides seront vraisemblablement des fluides à glissement de température imposant alors des contraintes spécifiques de conception, en particulier pour la réversibilité. Une mutualisation des efforts en France est alors indispensable pour conduire ces travaux de grande envergure. Les industriels reviennent sur l'importance de la notion de TEWI*** par rapport au GWP. Cet indicateur permet de prendre en compte à la fois l'impact environnemental lié au fluide frigorigène et aux performances énergétiques de la Pac. Les aspects sécurité sont également à traiter dans une approche globale pour l'ensemble des compromis techniques nécessaires.

Les pompes à chaleur gaz

Les industriels du secteur sont très actifs dans le développement et l'amélioration de leurs produits. L'aspect « diffusion, information, formation » reste primordial et une communication semble notamment nécessaire sur la possibilité d'utiliser la Pac gaz en maison individuelle. La profession reconnaît qu'il est nécessaire que le nombre d'acteurs augmente sur le marché des Pac gaz, de façon à ce que cette technologie se développe, car elle doit pouvoir trouver sa place en France.

Les Pac géothermiques et les échangeurs

Les professionnels ont montré une attente toute particulière pour des règles de dimensionnement abouties et fiables se basant sur des travaux de R&D amont validés. C'est le cas notamment pour les échangeurs géothermiques horizontaux et compacts, pour lesquels les règles de dimensionnement actuelles sont très approximatives et variables suivant des critères assez subjectifs. En complément, un effort de vulgarisation sur la conception et le dimensionnement d'échangeurs géothermiques semble également nécessaire au regard de la profession. Celle-ci a exprimé un intérêt pour le développement en France de solutions de pieux géothermiques, et a identifié que

des efforts sont nécessaires pour industrialiser ce type de solution et structurer la filière.

Les Pac sur l'air extérieur et le givrage

Il est difficile de quantifier réellement l'impact des phases de givrage/dégivrage sur les performances ; celui-ci est estimé à une dégradation des performances de l'ordre de 5 à 15 %. La problématique principale réside dans la non-homogénéité du dépôt du givre qui colmate alors une partie de la surface de l'échangeur. Ce sujet mobilise les différents industriels et les discussions portent sur la problématique du givrage pour les échangeurs mini-canaux et sur les différentes pistes de travail pour réduire le givrage et/ou la dégradation des performances liée au cycle de givrage/dégivrage, telles que :

- le traitement de surface pour les matériaux le plus hydrophobe possible ;
- la dessiccation, en asséchant l'air à l'entrée de l'évaporateur ;
- l'utilisation du sous-refroidissement de la phase de condensation pour le dégivrage.

Les Pac haute température

La notion de Pac haute température (HT) renvoie à une température de condensation au-delà de 70 °C. Dans les applications où l'écart de température source de chaleur/source froide est important, la récupération de l'énergie de détente devient intéressante. Dans le domaine du bâtiment, la Pac HT a sa place en rénovation tant que les radiateurs auront le vent en poupe. La difficulté réside dans le maintien de la puissance pour des températures de sources très basses (< -10 °C) et des températures d'eau de 55 °C voire plus. La gestion du retour d'huile fait aussi partie de la problématique des Pac HT. Dans l'industrie, seul le fluide frigorigène R 245fa est utilisé, mais limite les applications à des températures de condensation de 100 °C. Des travaux sur les fluides sont indispensables.

Les Pac associées à d'autres systèmes

Ces associations répondent à une notion de rationalisation dans la réponse aux besoins d'un bâtiment. Elles n'ont d'intérêt d'un point de vue énergétique que s'il y a possibilité de récupérer de l'énergie entre les fonctions (utilisation de l'air extrait de ventilation comme source de chaleur, production gratuite de froid lors de la production d'ECS en été...). Néanmoins, aujourd'hui le coût des appareils multifonctions reste prohibitif... Celui-ci est lié à la sophistication de la régulation pour une gestion optimale des différentes fonctions. De réelles améliorations technologiques ne semblent pas l'enjeu sur ces produits pour les industriels présents, mais plutôt un besoin de simplification des configurations/architectures pour rationaliser les produits et simplifier l'appropriation par la filière. Le couplage d'une Pac à du solaire thermique trouve son intérêt dans la complémentarité de l'utilisation des deux énergies, en particulier pour la production d'ECS en été et le chauffage en mi-saison. Par ailleurs, l'énergie solaire peut servir à augmenter la température de la source de chaleur de la Pac. Au-delà de la question du coût, le succès de ces couplages réside là aussi dans le développement d'une régulation adaptée.

David Canal | Ademe | Responsable du projet
Inpac | En charge de l'étude

La révision du règlement F-Gas va limiter l'utilisation des gaz fluorés. L'industrie du froid et de la climatisation va devoir s'adapter à ces nouveaux enjeux avec de nouvelles technologies.

Nouveau règlement F-Gas : enjeux et opportunités

06



© De Dietrich

ZOOM

Une étude sur l'impact pour la filière

Afin d'anticiper les impacts de ce nouveau règlement sur la filière, l'Ademe, l'AFCE et Uniclimate ont souhaité accompagner les entreprises dans l'application du règlement F-Gas. Pour ce faire, ils ont confié la réalisation d'une étude au consortium EReIE, Armines et Cemafrroid piloté par Denis Clodic, expert, ancien directeur du Centre efficacité énergétique et procédés de l'École des mines de Paris et Pdg de EReIE. L'objectif de ce travail était de proposer une cartographie des différentes solutions alternatives actuelles ou en cours de développement aux fluides utilisés massivement à ce jour. Le rapport d'études a été rendu public en janvier 2014 et a subi quelques légères modifications depuis. La nouvelle version est disponible depuis début juin.

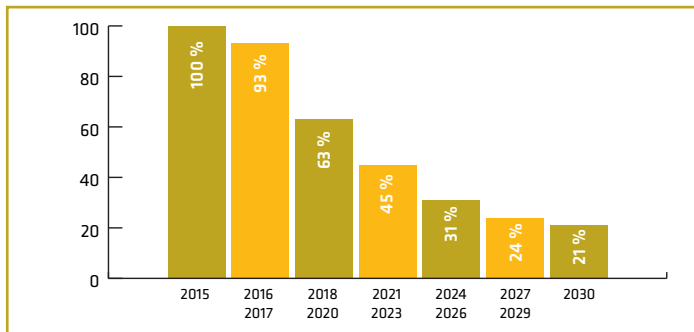
Cette étude va permettre à tous les acteurs de la filière réfrigération et du conditionnement d'air de guider leur choix pour de futurs investissements, en neuf comme en rénovation, tant pour les utilisateurs (froid commercial, industriel, climatisation) que pour les industriels qui conçoivent, fabriquent, installent et entretiennent ces équipements.

Les émissions des gaz fluorés représentent 3 % de toutes les émissions de gaz à effet de serre au sein de l'Union européenne, dont 1,8 % pour le secteur de la climatisation et de l'air conditionné. Afin de limiter leur impact, une réglementation européenne limite les gaz fluorés dans le cadre des protocoles de Montréal de 1987 et Kyoto de 1997 de limitation de gaz à effet de serre. Elle s'articule autour de deux dispositions :

- Un règlement concerne les équipements fixes. Il est axé sur la prévention des fuites au cours de l'utilisation et en fin de la vie des équipements. En droit français, la transposition du règlement est effectuée dans le code de l'environnement (R 542 – 75 à 123).
- La directive concerne les systèmes de climatisation des véhicules automobiles et instaure une restriction d'utilisation des gaz fluorés au pouvoir de réchauffement global (PRG ou GWP en anglais) supérieur à 150.

Le 16 avril dernier, la révision du règlement F-Gas de 2006 vient d'aboutir au nouveau règlement F-Gas - Fluorinated Gases

RÉDUCTION PROGRESSIVE DES FLUIDES FLUORÉS



→ À partir du 1^{er} janvier 2015 sera instaurée une diminution progressive des quantités de HFC mises sur le marché en équivalent CO₂, selon un calendrier bien précis. Dans la pratique, d'ici à la fin de l'année 2014, la Commission européenne devrait attribuer à chaque producteur ou importateur de HFC, ou de matériels en contenant, un quota annuel de mise sur le marché jusqu'en 2030. À cette date, la réduction de HFC sera de 79 %. La base de référence en la matière s'établissant sur la moyenne des quantités annuelles mises sur le marché entre 2009 et 2012.

CE n° 517/2014, paru au Journal officiel de l'Union européenne le 20 mai 2014.

Des exigences renforcées

Ce nouveau règlement F-Gas renforce les exigences du précédent texte dans :

- l'incitation au confinement des fluides frigorigènes dans les circuits ;
- l'obligation du contrôle d'étanchéité régulier, au moins une fois par an ;
- l'obligation d'installer des systèmes de détection des fuites, pour les installations contenant plus de 500 t éq. CO₂ de gaz fluorés ;
- l'obligation de récupération des fluides, lors de la maintenance et de la fin de vie des équipements ;
- l'obligation pour les États membres de mettre en place des programmes de formation et de certification du personnel réalisant les contrôles d'étanchéité, la récupération, le recyclage, la régénération et la destruction des gaz fluorés.

Le nouveau règlement F-Gas introduit aussi de nouvelles exigences : il complète les mesures de confinement établies par le règlement précédent en fixant des quotas pour la mise en marché des HFC exprimés en équivalent CO₂, à travers un plan de réduction et l'introduction d'interdictions sectorielles entre 2015 et 2025.

Développement de nouvelles technologies

La mise sur le marché et l'utilisation de nouveaux fluides nécessite également la révision de la norme de référence en Europe, la NF EN 378 « Systèmes frigorifiques et pompes à chaleur – exigences de sécurité et d'environnement ». Cette norme est actuellement en cours de révision.

Des travaux de normalisation sont nécessaires pour caractériser ces fluides, et déterminer leurs conditions d'utilisation, en particulier pour les systèmes frigorifiques et pompes à chaleur.

L'adoption d'une nouvelle norme de référence et son déploiement dans les États membres seront le facteur déclenchant du développement des produits, tant il est vrai que les industriels ne peuvent investir dans des fluides tant que les débouchés ne sont pas assurés.

Les nouveaux fluides classifiés dans des catégories « légèrement inflammables » doivent faire l'objet d'un travail de caractérisation (dangerosité, limite de charges...).

DATES

Entretien et maintenance

1^{er} janvier 2020 : interdiction de réparer ou d'entretenir les équipements de réfrigération contenant des HFC dont le GWP est supérieur ou égal à 2 500 et dont la charge est supérieure ou égale à 40 Teq.CO₂, sauf si la température est inférieure à - 50 °C. Cette interdiction ne s'appliquera pas aux HFC régénérés ou recyclés issus de ce même équipement. (Pour mémoire 40 Teq.CO₂ correspondent à 10,2 kg de R 404A ou 28 kg de R 134a.)

1^{er} janvier 2030 : interdiction de réparer ou d'entretenir les équipements de réfrigération contenant des HFC vierges, régénérés ou recyclés dont le GWP est supérieur ou égal à 2 500 et dont la charge est supérieure ou égale à 40 Teq.CO₂, sauf si la température est inférieure à - 50 °C.

Des fluides moins impactants

La filière estime que la nouvelle réglementation F-Gas est une opportunité pour l'innovation. Les industriels sont encouragés à utiliser des fluides moins impactants pour l'environnement tout en améliorant la performance de leurs équipements.

Pour développer un nouveau produit utilisant des fluides, plusieurs étapes s'imposent à l'industriel :

- le processus du choix du ou des fluides ;
- le choix des huiles (caractérisation couple huile/fluide, choix des additifs) ;
- la définition – la mise au point – des composants (compresseurs...);
- le design de l'équipement ;
- la qualification, l'optimisation et la certification ;
- le test commercial de terrain (field test) ;
- l'industrialisation ;
- la commercialisation.

Certaines phases pouvant se superposer, on obtient une durée totale de développement d'un produit comprise entre 10 et 15 ans.

La question des quotas

La réduction de mise en marché et d'utilisation de certains fluides est associée à la mise en place de quotas exprimés en équivalent CO₂. Toutefois, le mécanisme de quotas est toujours en cours d'élaboration au sein de la Commission européenne. La filière s'interroge concernant leur application sur les équipements préchargés et sur l'intégration des équipements exportés. Sur cette dernière question, la France est particulièrement concernée en raison de la présence de sites industriels fortement exportateurs. En tout état de cause, la Commission européenne devra préciser le fonctionnement des quotas au plus tard fin octobre 2014 (acteurs concernés, organisation, gestion...).

La filière a soutenu le programme de la réduction progressive de la mise sur le marché et de l'utilisation des fluides à fort PRG, tout en alertant sur le rythme trop rapide d'application de cette réglementation et la non-disponibilité des solutions alternatives.

La raréfaction des fluides utilisés actuellement va inciter à une meilleure récupération et au renforcement des bonnes pratiques.



–weishaupt–

Les partenaires

L'Afpac remercie tous les partenaires
qui ont soutenu ce projet.



Atlantic, le choix de l'efficacité pour plus de sérénité

Contacts

ADRESSE

13, Boulevard Monge
Zone Industrielle
69330 MEYZIEU

TÉL : 04 72 45 11 00

FAX : 04 72 45 11 50

MAIL :

atlantic_climventil@groupe-atlantic.com

WEB : www.atlantic-pro.fr

● Thierry Segui

DIRECTEUR PRESCRIPTION TERTIAIRE

TÉL : 04 72 45 11 00

MAIL :

atlantic_climventil@groupe-atlantic.com

Marque française de solutions de confort thermique, Atlantic propose une approche globale unique : multi-fonctions (chauffage, eau chaude sanitaire, ventilation, climatisation), multi-énergies (électricité, gaz, fioul, solaire, bois, hybrides...) et multi-marchés (tertiaire, résidentiel individuel et collectif).

Depuis plus de 20 ans, Atlantic et Fujitsu, spécialiste mondial de la climatisation, allient leurs compétences pour proposer des solutions de climatisation performantes et fiables.

Nos produits climatisation sont conçus dans un souci d'optimiser le confort (Technologie Full DC Inverter), les performances saisonnières (Technologie Double Rotor) et la gestion des économies d'énergie (détection de présence, limitation de la température de consigne, dérogation de température...). De plus, nous accompagnons nos clients dans l'élaboration de leurs projets avec des services personnalisés, réservés aux professionnels et réalisés par des équipes expertes, comme la formation, l'avant-vente, l'assistance technique, les garanties ou encore la mise en service. Ce partenariat gagnant - gagnant permet d'offrir à nos clients une solution globale produits/services.

Aujourd'hui, la gamme climatisation et chauffage réversible Atlantic / Fujitsu répond aux applications :

- résidentielles : muraux, consoles compactes, gainables compacts compatibles avec le Zone Control (système de régulation pièce par pièce développé et fabriqué en France par Atlantic) et multi-splits.



VRFmax2.



Gainable haute pression DC Inverter.

Ces produits se déclinent en version chaud seul pour s'adapter à la RT2012.

- petit-tertiaire : cassettes, gainables moyenne pression (compatibles également avec le Zone Control), gainables haute pression, plafonniers et maxi-multi.
- et tertiaires : gamme VRF avec les technologies chaud seul, réversible et récupération d'énergie.

Ces solutions peuvent être associées à un produit de pilotage GTB/GTC pour ouvrir les climatiseurs aux autres équipements du bâtiment comme KNX, ModBus ou encore IntesisHome.



Carrier, une multinationale bien en France

Contacts

ADRESSE

Route de Thil
01120 MONTLUEL

TÉL : 04 72 25 21 21

FAX : 04 72 25 15 80

WEB : www.carrier.fr

● **Fabrice Denninger**
PRÉSIDENT

● **Guillaume Dabrowski**
DIRECTEUR COMMERCIAL
TÉL : 04 26 68 26 92
MAIL :
guillaume.dabrowski@carrier.utc.com

Filiale du groupe United Technologies (UTC), Carrier conçoit et fabrique des systèmes de climatisation et chauffage pour des applications industrielles, tertiaires et résidentielles.

Bien implanté sur tout le territoire français, Carrier possède une usine et un centre de recherche et développement basés à Montluel (Ain, Rhône-Alpes).

Ses produits et solutions système sont technologiquement à la pointe et rigoureusement testés pour offrir une grande fiabilité et efficacité tout en respectant les normes environnementales.

Produits

En construction neuve comme en rénovation, la gamme de groupes froids Carrier offre des produits à très bas niveaux sonores, aux performances élevées et au confort optimal : c'est l'assurance d'une température constante et d'importantes économies d'énergie.

Les pompes à chaleur Carrier assurent un chauffage extrêmement efficace. En mode réversible, elles permettent de chauffer mais aussi de climatiser. Elles peuvent également constituer une solution complète pour chauffer et produire de l'eau chaude sanitaire à très haute température.



Services

L'engagement de Carrier pour la qualité de ses produits s'étend au-delà des usines. Carrier accompagne ses clients en offrant plusieurs services et contrats de maintenance et de suivi à distance accessibles aux clients comme aux techniciens Carrier via un portail web.

Location

La division Carrier Rental Systems intervient sur l'ensemble du territoire français. En proposant une large gamme des produits à la location, Carrier apporte à ses clients une expertise et une qualité de haut niveau pour les applications tertiaires, industrielles et événementielles.



CIAT, un leader européen en chauffage, confort d'été et qualité de l'air

Contacts

ADRESSE

700, avenue Jean Falconnier
B.P. 14, 01350 CULOZ

TÉL : 04 79 42 42 42

FAX : 04 79 42 42 12

MAIL : info@ciat.fr

WEB : www.ciat.fr

Christelle Leger

SENIOR MARKET MANAGER,
COMMERCE ET HÔTELLERIE,
GROUPE CIAT

TÉL : 06 87 60 85 88

MAIL : c.leger@ciat.fr

Nadine Boiteau

RESPONSABLE
GRANDS COMPTES TERTIAIRE,
GROUPE CIAT

TÉL : 06 87 86 40 34

MAIL : n.boiteau@ciat.fr

Philippe Raulet

RESPONSABLE
GRANDS COMPTES SANTÉ,
GROUPE CIAT

TÉL : 06 87 86 40 47

MAIL : p.raulet@ciat.fr

Créé en 1934, le Groupe CIAT est l'un des leaders européens en chauffage par pompe à chaleur, confort d'été et traitement de l'air dans les secteurs de l'habitat, du tertiaire, de la santé et de l'industrie. Son développement s'inscrit dans l'optimisation énergétique, l'amélioration de la qualité de l'air et la création d'ambiances intérieures plus confortables dans une démarche de développement durable. CIAT emploie 2100 salariés répartis dans 7 sites de production dans le monde (dont 4 en France) et est présent dans plus de 70 pays par l'intermédiaire de ses 8 filiales et de son réseau de distributeurs.

Quelques réalisations de prestige

- Les hôtels Georges V, Crillon et Bristol à Paris et la Mamounia à Marrakech.
- Hôtels et établissements culturels des J.O. d'Hiver de Sochi, Russie.
- L'Arche de la Défense, les Tours AXA et Mozart à Paris la Défense.
- Le musée Louvre-Lens et à Paris le Musée Picasso.
- Les Hospices Civils de Lyon.
- Le Centre Hospitalier Universitaire de Strasbourg, l'Hôpital d'Orléans.
- Les centres commerciaux Migros à Bodrum et à Ankara, Turquie.
- Le Campus d'innovation en micro et nanotechnologies Minattec à Grenoble.
- Sports Hub, le plus grand complexe sportif et commercial de Singapour.



Siège social CIAT, Culoz.



Groupes de production d'eau glacée Powerciat.



Pompe à chaleur Dynaciat.



Daikin, le confort thermique avant tout

Contacts

ADRESSE

31 rue des Hautes Pâtures
Bât B, Le Narval
92737 NANTERRE Cedex

TÉL : 01 46 69 95 69

FAX : 01 47 21 41 60

MAIL : contact-keyaccounts@daikin.fr

WEB : www.daikin.fr

● Service Grands Comptes

TÉL : 01 46 69 95 69

MAIL : contact-keyaccounts@daikin.fr

Depuis près de 90 ans, Daikin consacre tous ses efforts et tous ses moyens à un seul objectif : **améliorer le confort thermique dans le domaine de l'industrie, du tertiaire et du résidentiel**. C'est pourquoi, Daikin est à l'origine des innovations les plus importantes dans son domaine.

Fait unique sur ce marché, tous les composants des produits Daikin sont issus de ses propres centres de production qui font eux-mêmes l'objet de certifications qualité rigoureuses. Ainsi les compresseurs, cœur des machines, sont entièrement fabriqués par Daikin. De même que les fluides frigorigènes dont Daikin est aujourd'hui le 2^e producteur mondial. Daikin participe aux programmes Eco Label, NF PAC, Eurovent des certifications et normes incontournables. Daikin est le premier fabricant de Pompes à Chaleur à avoir reçu l'Eco Label Européen en 2009.

Daikin, un engagement permanent

Pour Daikin, minimiser l'impact de son activité sur la planète n'est pas une contrainte, mais bel et bien une opportunité.

Suppression des fluides présentant une menace pour la couche d'ozone, collecte et recyclage des fluides frigorigènes, réduction de la consommation d'énergie des usines. Daikin s'est fixé un très haut niveau d'exigence au travers d'une politique environnementale ambitieuse et est le premier constructeur à proposer du fluide R-32.



Daikin : une équipe spécialisée dédiée au suivi des projets du tertiaire

Évolutions réglementaires, innovations technologiques, économies d'énergies, spécificités d'installation... Le choix et la mise en œuvre des solutions de chauffage, climatisation, traitement de l'air et production d'eau chaude sanitaire deviennent complexes et les enjeux économiques liés de plus en plus conséquents.

Depuis des années, **Daikin et son équipe de prescripteurs dédiés, vous accompagne au quotidien dans la mise en place d'accords nationaux, conseils sur le choix des équipements, veille réglementaire.**

Notre objectif : vous permettre de réaliser des projets en toute confiance avec des solutions personnalisées et adaptées à vos besoins (confort, performances...) et ceux de vos clients.



Eurovent Certita Certification, acteur majeur de la certification

Contacts

ADRESSE

48/50, rue de la Victoire
75009 PARIS

TÉL : 01 75 44 71 71

WEB : www.certita.fr
www.eurovent-certification.com

● **Erick Melquiond**
PRÉSIDENT
TÉL : 01 75 44 71 71
MAIL :
e.melquiond@eurovent-certification.com

● **François-Xavier Ball**
DIRECTEUR GÉNÉRAL
TÉL : 01 75 44 71 71
MAIL :
fx.ball@eurovent-certification.com

Eurovent Certita Certification est un acteur majeur de la certification produits tierce partie intervenant dans tout le champ du génie climatique, quel que soit l'usage final, aussi bien en résidentiel domestique que dans le cadre d'installations industrielles par exemple. L'offre de la société se décline en plusieurs systèmes de certification adaptés aux besoins des industriels et de la filière professionnelle sur les marchés concernés. Sont plus particulièrement visées par la certification les performances des produits et équipements et les données nécessaires à l'application des réglementations. Les principales marques de qualité actuellement proposées sont les marques « Eurovent certified performance », NF, CSTBat et la Keymark européenne.

Face à un marché à la recherche de performances énergétiques toujours plus élevées et orienté par des exigences environnementales croissantes, Eurovent Certita Certification est positionné pour rendre disponibles des données certifiées au niveau européen et fournir aux acteurs la confiance nécessaire aux échanges.



POMPE À CHALEUR

www.marque-nf.com

- **Thermodynamique** : pompes à chaleur, climatiseurs, groupes de production d'eau glacée, VRF...
- **Confort** : radiateurs, ventilo-convecteurs, capteurs et chauffe-eau solaires, appareils de chauffage à combustible solide ou liquide, convecteurs à pétrole...
- **Froid** : unités terminales de refroidissement, tours de refroidissement, échangeurs de chaleur, refroidisseurs de lait, groupes de condensation, moto-compresseurs.
- **Ventilation** : VMC, centrales de traitement d'air, ventilateurs, conduits de fumée, filtres...



Première pompe à chaleur sur boucle d'eau certifiée NF PAC

Contacts

ADRESSE

Parc d'Activités des Morandières
Rue Copernic - 53810 CHANGÉ

TÉL : 02 43 59 73 80

FAX : 02 43 56 20 20

MAIL :

service.commercial@france-energie.fr

WEB : www.france-energie.fr

● Henri Marraché

DIRECTEUR GÉNÉRAL ADJOINT

MAIL : h.marrache@france-energie.fr

● Patrick Lafon

INGÉNIEUR D'AFFAIRES RÉGIONAL IDF

TÉL : 01 53 06 28 40

MAIL : p.lafon@france-energie.fr

Filiale du Groupe Muller, la société France Energie & Cie a engagé une démarche qualité totale pour mettre au cœur de ses préoccupations la satisfaction de ses clients et une démarche environnementale durable.

Située près de Laval (53), France Energie conçoit et produit en France depuis 26 ans. Aujourd'hui, 80 % des composants sont d'origine française.

France Energie apporte aux entreprises du secteur tertiaire et de l'hôtellerie des solutions sur mesure et pérennes et, grâce à son bureau de Recherche et Développement particulièrement actif et performant, se donne tous les moyens d'une politique de qualité et de fiabilité de ses produits dans un processus d'amélioration continue et de façon collaborative avec la production.

En outre, afin de répondre aux enjeux de la RT 2012, France Energie a développé une gamme de terminaux thermodynamiques individuels réversibles et monoblocs, HEE (Haute Efficacité Energétique), performants et certifiés NF PAC. Seules les valeurs certifiées sont prises en compte sans abattement dans le calcul réglementaire. Vous bénéficiez ainsi d'un CEP (coefficient de consommation d'énergie primaire) bonifié, favorisant le bilan thermique.



De plus, France Energie, en adhérant à l'organisme Ecosystème, libère les entreprises de pose de la prise en charge du recyclage des anciennes PAC remplacées.

France Energie est fière de proposer des produits propres, économiques et respectueux de l'environnement répondant aux exigences des prescripteurs et des bureaux d'études.

Principe

Le système de climatisation (chauffage ou refroidissement) connecté sur boucle d'eau est basé sur les transferts d'énergie existants entre les terminaux thermodynamiques réversibles individuels monoblocs eau/air. Ces terminaux sont raccordés sur un circuit d'eau fermé qui circule dans l'ensemble du bâtiment via deux tubes non calorifugés. La boucle d'eau équilibre en permanence les charges thermiques ou frigorifiques de l'immeuble, ce qui compense les déséquilibres des locaux à besoins thermiques très différents en fonction de leur orientation (façade nord ou sud, locaux aveugles, locaux informatiques, salles de réunions, hall d'entrée).

HITACHI
Inspire the Next

Visez l'excellence énergétique avec les pompes à chaleur Hitachi

Contacts

ADRESSE

CS 90134 - 18, rue Grange Dame Rose
78148 VELIZY VILLACOUBLAY cedex

TÉL : 01 34 65 00 01

FAX : 01 34 65 34 31

MAIL :

chauffageclim.france@hitachi-eu.com

WEB : www.chauffage.hitachi.fr

Julien Masson

DIRECTEUR MARKETING

TÉL : 04 37 42 00 02

Hitachi Air Conditioning Europe SAS (HACE) assure la conception, la fabrication et la distribution en Europe de **systèmes de chauffage, climatisation, pompes à chaleur et de production d'eau chaude sanitaire**. En France depuis 1998, Hitachi Chauffage & Climatisation développe des produits pour le confort et la productivité de tous, dans des environnements domestiques ou professionnels.

Hitachi met à votre service son **réseau national exclusif d'agences et de comptoirs**, dont les valeurs sont Qualité, Expertise et Service de proximité.

En réponse aux exigences des bâtiments actuels, intelligents et labellisés, où efficacité énergétique et maîtrise des coûts sont déterminants, Hitachi vous propose :

- Une expertise et un accompagnement dans la définition de vos besoins et de vos choix, visant l'obtention de labels (HQE par exemple)
- Des gammes de pompes à chaleur, de 2 à 1 000 kW, avec les meilleures performances du marché.



Outre une approche sur mesure et adaptée à tout type d'applications (locaux techniques, commerces, bureaux, hôtellerie & logements), Hitachi offre un large choix de solutions de programmation et de gestion centralisée.

Retrouvez toutes les pompes à chaleur air/air et air/eau Hitachi sur :

www.chauffage.hitachi.fr



Mitsubishi Electric, l'Énergie renouvelable

Contacts

ADRESSE

25, Boulevard des Bouvets
92741 NANTERRE Cedex

TÉL : 01 55 68 56 00

FAX : 01 55 68 57 35

MAIL : contact@mitsubishielectric.fr

WEB : www.confort.mitsubishielectric.fr

● Didier Metz

DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT
CHAUFFAGE CLIMATISATION
TÉL : 01 55 68 55 68

● Christel Mollé

DIRECTEUR MARKETING ADJOINT
DÉPARTEMENT CHAUFFAGE
CLIMATISATION
TÉL : 01 55 68 55 68

Fondé en 1921, Mitsubishi Electric est un leader mondial dans la production et la vente d'équipements électriques et électroniques. Avec 120 000 salariés et 2 000 chercheurs présents dans 36 pays sur les 5 continents, le groupe réalise un chiffre d'affaires équivalent à plus de 40 milliards d'euros.

À l'aube de son 100^e anniversaire, Mitsubishi Electric met plus que jamais tout en œuvre pour développer des technologies et des produits qui contribuent à améliorer la qualité de vie et l'efficacité de chacun dans son activité.

Nos équipes se mobilisent en permanence pour créer un monde meilleur et respectueux de l'environnement pour illustrer notre slogan « Changes for the Better »*.

*La culture du meilleur.

Le client avant tout

Situant ses clients au cœur de ses préoccupations, Mitsubishi Electric s'engage à leurs côtés dans la réussite de leurs projets. La disponibilité et la réactivité de ses équipes commerciales et techniques, appuyées par un réseau de partenaires locaux, traduisent la volonté profonde de l'entreprise de répondre aux attentes de la clientèle avec un haut niveau de service.

Leader de l'innovation

Fort de ses équipes de R&D très dynamiques et attentives aux besoins des clients, Mitsubishi Electric bénéficie d'une véritable plateforme dédiée à l'innovation. Le groupe démontre ainsi sa capacité à créer des produits novateurs et performants qui jouissent d'une fiabilité et d'une qualité reconnues par tous.



N°1 DE L'INNOVATION



Des solutions pour chaque application

Les pompes à chaleur Mitsubishi Electric de la gamme résidentielle apportent un confort optimal en toutes saisons dans les maisons et appartements. Silence, économies et écologie sont les atouts essentiels de nos produits utilisant l'air ou la terre comme source d'énergie renouvelable.

Tout le secteur tertiaire des enseignes, banques, bureaux, cafés, hôtels, restaurants bénéficient désormais des solutions complètes de chauffage et climatisation Mitsubishi Electric associées aux systèmes de contrôle intelligents permettant de gérer son installation à distance et de maîtriser ses consommations énergétiques.

Mitsubishi Electric commercialise une pompe à chaleur toutes les 5 secondes dans le monde et toutes les 5 minutes en France.



Le SNEFCCA, le syndicat des installateurs de pompes à chaleur

Contact

ADRESSE

6, rue de Montenotte
75017 PARIS

TÉL : 01 58 05 11 00

FAX : 01 58 05 11 01

MAIL : contact@snefcca.com

WEB : www.snefcca.com

● **Philippe Roy**
SECRÉTAIRE GÉNÉRAL

Le SNEFCCA, c'est...

- Le Syndicat National des Entreprises du Froid, des Equipements de Cuisines Professionnelles et du Conditionnement de l'Air.
- Membre de AREA (Air Conditioning and Refrigeration European Association), EHPA (European Heat Pump Association) et IIR (International Institute of Refrigeration).
- Le SNEFCCA est un syndicat professionnel, dont la vocation est d'informer ses adhérents, de représenter l'ensemble de la profession et de promouvoir les métiers du froid, de la cuisine professionnelle, du conditionnement de l'air et des énergies renouvelables.

Le SNEFCCA, organisation de référence pour la profession

Le SNEFCCA représente les installateurs qui ont une ou plusieurs activités dans les domaines suivants : le froid, les pompes à chaleur, le conditionnement de l'air, la cuisine professionnelle ; les fournisseurs ; les membres associés.

Le SNEFCCA, du fait de sa représentativité significative par le volume d'entreprises et la qualité de ses adhérents, est un acteur incontournable pour la défense de la profession tant au plan national qu'europpéen.

Ses valeurs : fédérer l'ensemble de la filière professionnelle, défendre les intérêts de la profession, être efficace grâce à son expertise et sa réactivité, développer la veille réglementaire et le lobbying.

Ses missions

Le SNEFCCA n'a cessé d'évoluer dans le sens des enjeux de la branche, pour protéger les intérêts de ses adhérents et assurer l'avenir des profes-

sions qu'il représente. Aujourd'hui, ses missions s'articulent autour de six axes majeurs :

- Le conseil.
- La veille réglementaire : le contexte réglementaire évolue vite, Le SNEFCCA doit s'adapter en apportant toujours plus d'explications et de services.
- Les rencontres professionnelles.
- La représentation.
- La formation.
- La promotion de nos métiers.

Sa légitimité

Acteur historique, Le SNEFCCA a acquis une connaissance poussée de l'ensemble des enjeux et problématiques des secteurs du froid, des pompes à chaleur, du conditionnement de l'air, de la cuisine professionnelle et des énergies renouvelables.

Des exemples de collaboration :

AFPAC : Le SNEFCCA est membre du Conseil d'administration, animateur de la Commission acoustique et participe aux travaux de la Commission filière et à de nombreux groupes de travail.

AFPG : Le SNEFCCA est membre du Conseil d'administration et participe aux travaux de la Commission commune AFPAC-AFPG « Relance de la PAC Géothermique ».

QUALIT'ENR : Le SNEFCCA est membre de l'Instance de Qualification et de l'Instance d'Appel et de Réclamation.

QUALIPAC : Le SNEFCCA a participé à la création du référentiel QualiPAC avant son transfert à Qualit'EnR.

QUALICLIMAFROID : Le SNEFCCA est membre co-fondateur.



Sofath, spécialiste en confort thermique, expert en géothermie

Contacts

ADRESSE

BP100 - Z.I. Morlon
26800 PORTES-LÈS-VALENCE

TÉL : 04 75 57 30 30

FAX : 04 75 57 24 00

MAIL : sofath@sofath.com

WEB : www.sofath.com

● Karine Buisson

ASSISTANTE RÉSEAU

TÉL : 04 75 57 99 05

MAIL : k.buisson@sofath.com

● Aurélie Pages

RESPONSABLE MARKETING PRODUITS

TÉL : 04 75 57 99 14

MAIL : a.pages@sofath.com

Depuis plus de 30 ans, Sofath conçoit, développe, fabrique et commercialise des pompes à chaleur (géothermie, aérothermie et chauffe-eau thermodynamique) en France et en Europe.

Via son réseau de concessionnaires implantés sur l'ensemble du territoire, Sofath installe, met en service et veille au bon fonctionnement de ses installations. Pionnière des systèmes par géothermie, Sofath est reconnue pour son service de proximité et son savoir-faire.

Membre du groupe industriel BDR Thermea depuis 2008, l'entreprise poursuit sa stratégie de développement sur le marché des pompes à chaleur tout en s'appuyant sur la puissance d'un grand groupe industriel.

Implantée à Portes-lès-Valence (Drôme), l'usine de production Sofath assure la fabrication des produits. La politique exigeante de qualité et de performance de l'entreprise a permis à Sofath d'obtenir la double certification ISO 9001 et ISO 14001.

Sur place, un centre de formation agréé Sofath dispense des formations aux métiers de la vente, de la pose des pompes à chaleur, des capteurs et des planchers chauffants. Des bancs techniques de simulation sont prévus pour faciliter la mise en situation des stagiaires et l'entretien des installations.



Usine de production Sofath.

Dans un souci d'innovation constante, Sofath via le groupe BDR Thermea dispose d'un service R&D dédié aux PAC et d'un laboratoire d'essais composé d'une équipe d'ingénieurs et de techniciens (contrôle qualité et contrôle performance). Une garantie de fiabilité pour des équipements testés en configuration réelle.

La démarche de qualité Sofath est relayée sur le terrain via un réseau de concessionnaires Sofath qui assurent la diffusion, l'installation et le service après-vente des solutions de chauffage ainsi que l'assistance technique.

Professionnels de la pompe à chaleur, tous les installateurs Sofath sont formés régulièrement sur les produits de la marque, leur installation ainsi que sur la réglementation en vigueur.

Répartis sur l'ensemble du territoire, ils assurent à leurs clients un service de proximité, basé sur la compétence et le sérieux.

STIEBEL ELTRON

La chaleur sans souci®

À chaque projet, sa solution

Contacts

ADRESSE

7-9, rue des Selliers, BP 85107
57073 METZ Cedex 3

TÉL : 03 87 74 38 88

FAX : 03 87 74 96 10

MAIL : info@stiebel-eltron.fr

WEB : www.stiebel-eltron.fr

● **Franck Foureau**

COORDINATEUR COMMERCIAL

TÉL : 03 87 75 96 14

MAIL :

franck.foureau@stiebel-eltron.fr

Fabricant européen depuis 1924, proposant une large gamme de systèmes innovants pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire par pompes à chaleur aérothermiques et géothermiques, appareils multifonctions, chauffe-eau thermodynamique, systèmes de ventilation double flux, eau chaude sanitaire décentralisée.

L'expérience de l'entreprise est mise à disposition durant toutes les étapes du projet : planification, service avant-vente et préconisation de prestataires pour le forage, l'installation, mise en service.

Pour les constructions neuves ou en rénovation, pour des besoins énergétiques importants, les solutions à base de pompes à chaleur aérothermiques ou géothermiques grosses puissances (en installation unitaire ou cascades) permettent de réaliser le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire et le refroidissement des bâtiments tertiaires et collectifs.



Cascade de 4 PAC géothermiques (250kW), pour le chauffage et la production ECS de 5 immeubles.

– weishaupt – L'énergie pour l'avenir avec le Groupe Weishaupt

Contacts

ADRESSE

21 rue André Kiener
68000 COLMAR

TÉL : 03 89 20 50 50

FAX : 03 89 23 92 43

MAIL : info@weishaupt.fr

WEB : www.weishaupt.fr

- **Olivier Cézard**
DIRECTEUR GÉNÉRAL
TÉL : 03 89 20 50 50

Fondée en 1932 à Schwendi en Allemagne, Weishaupt est une entreprise familiale présente dans 60 pays qui emploie plus de 3 000 personnes. La filiale française, dont le siège est basé à Colmar, compte près de 300 personnes réparties dans 28 agences sur le territoire métropolitain.

L'évolution du chiffre d'affaires de l'entreprise atteste de sa forte croissance au fil des décennies. Aujourd'hui, le chiffre d'affaires du Groupe Weishaupt atteint les 540 millions d'euros.

Les évolutions apportées à la gamme de produits témoignent également du dynamisme de l'entreprise. Après s'être forgé une solide réputation dans la fabrication de brûleurs, Weishaupt s'est lancé il y a 25 ans dans la production de systèmes de chauffage pour proposer aujourd'hui une large gamme de chaudières, de systèmes solaires thermiques, de pompes à chaleur et de forages géothermiques.

Weishaupt est ainsi devenu un fabricant de systèmes de chauffage qui réunit trois secteurs d'activité sous une même enseigne : la technique de l'énergie, la gestion de l'énergie (la filiale Neuberger est spécialisée dans la gestion technique de bâtiments) et la production de l'énergie avec la filiale BauGrund Süd/Geoforage, spécialisée dans la géothermie.

L'innovation technologique a toujours été au cœur des préoccupations de l'entreprise. Dès 1962, Weishaupt a créé son propre centre de recherche et de développement sur le site de Schwendi. Aujourd'hui, celui-ci comporte près d'une cinquantaine de bancs d'essais destinés à la validation des brûleurs, chaudières, pompes à chaleur et installations solaires, dont notamment un gigantesque tube d'essais de 50 tonnes permettant de tester



en usine des brûleurs industriels jusqu'à 28 MW. La technologie multiflam® appliquée à toutes les puissances de brûleurs fioul et gaz ainsi que le système SCOT®, une technique permettant de garantir des valeurs de combustion optimales pendant toute la durée de vie des chaudières font partie des innovations marquantes de Weishaupt.

Le service est l'autre grand axe de développement de Weishaupt. Près de 1 000 véhicules de service après-vente et tout autant de techniciens spécialisés sont au service des clients, dont plus de 100 en France.

Weishaupt investit également continuellement dans la formation avec notamment le nouveau centre de formation de Colmar, qui est le plus grand après celui de la maison-mère.

L'Afpac remercie tous les partenaires qui ont soutenu ce projet d'ouvrage



Les partenaires presse





AFPAC
Association Française
pour les Pompes À Chaleur
31 rue du Rocher
75008 Paris

Tél. : 01 42 93 52 25
e-mail : contact@afpac.org
Site internet : <http://www.afpac.org>


Conception graphique/réalisation
Pyc Édition/Atelier Marge Design

Imprimerie **CHIRAT**
744 rue de Sainte-Colombe
42540 Saint-Just-la-Pendue
© **AFPAC -2015**

Toutes les marques ont été déposées
par leurs éditeurs respectifs.
ISBN : 979-10-93873-01-5
Dépôt légal : Février 2015

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (ART L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (ART L 122-5) les copies ou reproductions strictement

réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.



Les pompes à chaleur trouvent aujourd'hui leur place dans toutes les solutions résidentielles et tertiaires, et sont aussi bien installées dans le neuf que dans la rénovation...

AFPAC

**Association Française
pour les Pompes À Chaleur**

31 rue du Rocher
75008 Paris

Tél. : 01 42 93 52 25

e-mail : contact@afpac.org

Site internet : <http://www.afpac.org>