



## 3<sup>ème</sup> Congrès Français des Pompes à Chaleur

jeudi 19 septembre 2013  
9h30 – 17h  
Paris

(Centre de Conférences Paris Victoire – 52 rue de la Victoire - 75009)

Organisé par **l'Institut National des Pompes à Chaleur**

Une occasion unique d'informations et d'échanges sur les travaux de recherche menés en France pour améliorer les performances des pompes à chaleur, pour des applications dans le bâtiment ou dans l'industrie



**L'Institut National des Pompes à Chaleur** (INPAC) est un réseau d'acteurs français de la recherche sur les pompes à chaleur mis en place fin 2010. Il regroupe : BRGM, CEA, CETIAT, COSTIC, CSTB, EDF, GDF SUEZ, MINES ParisTech.

INPAC permet à ses membres des échanges d'informations, une concertation sur leurs programmes de recherche, des contacts avec d'autres partenaires au niveau français ou international, des activités de diffusion d'informations scientifiques et techniques sur les pompes à chaleur vers la filière professionnelle.

INPAC organise chaque année le **Congrès Français des Pompes à Chaleur**, permettant de mieux diffuser des résultats de projets de recherche et de développement technologiques, ainsi que des résultats issus des travaux de veille technologique des membres de l'INPAC et de leurs partenaires.

Ce Congrès est l'occasion d'aborder des thèmes essentiels pour l'amélioration de la performance des pompes à chaleur, leur couplage avec d'autres systèmes ou d'autres sources d'énergie, leur utilisation optimisée dans le bâtiment ou dans l'industrie.

**Accès :** Centre de Conférences Paris Victoire - 52 rue de la Victoire - 75009 PARIS



Ligne 12 : Notre Dame de Lorette ou Trinité d'Estienne d'Orves  
Ligne 7 : Le Peletier - Ligne 9 : Chaussée d'Antin Lafayette



Ligne A : Auber - Ligne E : Saint-Lazare

**Frais d'inscription :** 238 € TTC (TVA 19,6%).

Ce tarif inclut l'accès au Congrès, les pauses, le déjeuner-buffet, la copie des diapositives présentées.

Nombre de places limité à 180 participants.

**Comité d'organisation :**

François DURIER, Michèle MONDOT (CETIAT), Cédric BEAUMONT (COSTIC), Stéphane COLASSON, Joël WYTTEBACH (CEA), Pascal DALICIEUX (EDF), Jean-Robert MILLET (CSTB), Mikael PHILIPPE (BRGM), Juliette PROMELLE (GDF SUEZ), Philippe RIVIERE, Assaad ZOUGHAIB (MINES ParisTech)

**Organisation pratique du Congrès :** CETIAT

**Secrétariat du Congrès :** Eveline JULIEN (CETIAT)

## Programme du 3<sup>ème</sup> Congrès Français des Pompes à Chaleur

Jeudi 19 septembre 2013 – Centre de Conférences Paris Victoire

Accueil des participants à partir de 8h30

9h30 : **Ouverture du Congrès**

*François Durier - CETIAT*

9h40 : **Pompes à chaleur géothermiques**

- Comparaison des performances d'échangeurs géothermiques verticaux de différentes géométries  
*Charles Maragna - BRGM, Odile Cauret - EDF*
- Amélioration des performances réelles de pompes à chaleur géothermiques  
*Peter Riederer - CSTB*

10h30 : Pause

11h00 : **Pompes à chaleur dans l'industrie**

- PAC industrielles : quelles solutions techniques ?  
*Assaad Zoughaib - Mines ParisTech*
- PAC industrielles : quels retours d'expérience ?  
*Jean-Louis Peureux - EDF*

11h40 : **Performance des pompes à chaleur**

- Calcul des performances saisonnières des pompes à chaleur : différentes méthodes et résultats obtenus  
*Michèle Mondot - CETIAT*
- Caractérisation de la performance à charge partielle des PAC à inverser et conséquences sur le dimensionnement  
*Julien Caillet - COSTIC, Davy Lagré - CETIAT*

## Programme (suite)

12h30 : Déjeuner

14h00 : **Les développements**

- Développement d'une PAC gaz à absorption pour les maisons individuelles rénovées  
*Patrick Robinet - GDF SUEZ*
- BBC PACS : vers des PAC ECS à très haute efficacité  
*Charles Pelé - CSTB*
- Fluides à bas GWP en remplacement direct du R-410A : essai de deux fluides dans une PAC air-eau  
*Assaad Zoughaib - Mines ParisTech*

15h15 : Pause

15h45 : **Systèmes hybrides**

- Essais expérimentaux sur banc semi-virtuel d'un système couplé pompe à chaleur/système solaire  
*David Chèze - CEA*
- Etude des stratégies de pilotages possibles pour les pompes à chaleur hybrides (électricité/gaz) selon le critère d'optimisation recherché  
*François Courtot - EDF*

16h35 : **Conclusions et perspectives**

- Pompes à chaleur : les actions de l'ADEME  
*David Canal, Nicolas Doré - ADEME*

17h00 : Clôture du Congrès

# Résumés des interventions

## Pompes à chaleur géothermiques

- **Comparaison des performances d'échangeurs géothermiques verticaux de différentes géométries** (Charles Maragna – BRGM, Odile Cauret – EDF)

La réduction du coût d'installation et l'optimisation des performances des sondes verticales constituent un véritable enjeu de développement pour les pompes à chaleur géothermiques en France. Dans cet objectif, le BRGM et EDF ont comparé les performances des capteurs verticaux classiques en double-U avec des géométries alternatives, qu'elles soient innovantes ou existantes mais peu courantes. Cette comparaison a été réalisée au moyen de tests in situ ainsi que par la modélisation. Les résultats de cette étude laissent entrevoir des pistes intéressantes d'optimisation du captage vertical.

- **Amélioration des performances réelles de pompes à chaleur géothermiques** (Peter Riederer – CSTB)

En coopération avec l'ADEME, une campagne de suivis de pompes à chaleur géothermiques a été lancée. Utilisant un calcul des performances saisonnières développé dans le cadre du projet européen Sepemo-Build, une quinzaine de sites (différents types de bâtiments, différents services : chauffage, refroidissement et production d'eau chaude sanitaire) a été instrumentée et suivie pendant une année. Les premiers résultats ont été présentés en 2012. Dans un deuxième temps, des recommandations sont élaborées afin d'améliorer les performances réelles. Elles portent sur les points suivants : 1) Recommandations liées au fonctionnement : paramétrage des lois d'eau ; optimisation de la gestion des circulateurs ; formation des installateurs au paramétrage de la régulation ; 2) Recommandations liées à la conception : amélioration du dimensionnement des PAC et du système (durée de vie, facteur économique) ; choix des circulateurs ; formation des installateurs et protocoles de mise en œuvre et de mise en marche.

## Pompes à chaleur dans l'industrie

- **PAC industrielles : quelles solutions techniques ?** (Assaad Zoughaib – Mines ParisTech)
- **PAC industrielles : quels retours d'expérience ?** (Jean-Louis Peureux – EDF)

Les procédés industriels présentent des particularités en termes de niveau de température des fluides à chauffer, de l'évolution de température de ceux-ci ainsi que la température et la nature des sources de chaleur. L'ensemble de ces particularités conduit à des besoins technologiques spécifiques en termes de cycle thermodynamique, de fluide de travail et de technologie de compresseurs. L'objectif de ces deux présentations est d'une part de faire l'état des lieux sur l'offre technologique développée pour l'industrie et d'autre part de partager des retours d'expérience de mises en œuvre réussies en milieu industriel.

## Performance des pompes à chaleur

- **Calcul des performances saisonnières des pompes à chaleur : différentes méthodes et résultats obtenus** (Michèle Mondot - CETIAT)

Plusieurs méthodes permettent de calculer un coefficient de performance saisonnière des pompes à chaleur air-eau ou air-air. Ces méthodes sont définies par des règles nationales (VDI 4650-1 en Allemagne), des normes européennes (EN 14825, EN 15316-4-2), américaines (ASHRAE 116), internationales (ISO 16358) ou des règlements européens (206/2012 pour les pompes à chaleur air-air, règlement à paraître pour les pompes à chaleur air-eau et eau-eau). Cette communication présente ces différentes méthodes et compare, pour des appareils typiques, les valeurs de COP saisonnier (SCOP) auxquelles elles conduisent.

- **Caractérisation de la performance à charge partielle des PAC à inverser et conséquences sur le dimensionnement** (Julien Caillet – COSTIC, Davy Lagré – CETIAT)

L'analyse de l'offre des PAC air/eau destinées au résidentiel individuel montre une part de plus en plus importante de machines à compresseur à vitesse variable (dites « inverser »). Or, les règles de dimensionnement usuelles des PAC air/eau ont été établies pour des produits régulés en « Tout ou Rien ». Dans le cadre du programme « Règles de l'Art - Grenelle de l'environnement », le COSTIC et le CETIAT ont mené en collaboration une étude visant à reconsidérer ces règles de dimensionnement dans le cas des PAC à inverser. Cette étude s'est avant tout basée sur une campagne d'essais permettant de caractériser le comportement et les performances de ces machines en fonction du taux de charge et d'études de cas déterminant l'impact du dimensionnement sur la performance saisonnière des installations.

## Les développements

- **Développement d'une PAC gaz à absorption pour les maisons individuelles rénovées** (Patrick Robinet – GDF SUEZ)

Le projet européen HEAT4U a pour objectif de développer une pompe à chaleur gaz naturel destinée aux maisons individuelles. Cette intervention présente les résultats marquants à mi-parcours de ce projet : étude des spécifications techniques du système et analyse des résultats d'essais en laboratoire du prototype pré-commercial.

- **BBC PACS : vers des PAC ECS à très haute efficacité** (Charles Pelé – CSTB)

Initié par l'ADEME dans le cadre des PACTE ECS, le projet de recherche BBC PACS (CSTB, EDF R&D, Armines, ERiE, Atlantic) étudie des solutions de production d'ECS performantes, durables, à faible contrainte environnementale et au coût maîtrisé. Après une analyse des besoins en ECS dont dépend le dimensionnement optimal des solutions, le consortium a travaillé sur l'optimisation du système de production d'eau chaude sanitaire avec « moteur thermodynamique » en profitant des énergies disponibles dans et autour du bâtiment et en réduisant les pertes du stockage et de la distribution. Une phase de simulation a permis de sélectionner les meilleures solutions. Celles-ci sont mises en œuvre sur des installations réelles afin d'évaluer l'atteinte des objectifs du projet et résoudre les problématiques qu'elles peuvent poser lors de leur installation. Ces solutions sont destinées au logement neuf, en maison individuelle comme en résidentiel collectif. Les limites d'un déploiement sur le logement existant seront identifiées.

## Les développements (suite)

- **Fluides à bas GWP en remplacement direct du R-410A : essai de deux fluides dans une PAC air-eau** (Assaad Zoughaib – Mines ParisTech)

*Dans un contexte réglementaire visant à réduire les quantités des fluides à GWP élevé dans le parc des équipements existants et surtout les équipements neufs, les producteurs de fluides frigorigènes ont développé des mélanges à bas GWP en remplacement des fluides actuels. Des essais de deux fluides à faible GWP (proche de 500) sont effectués en remplacement direct (« drop-in ») dans une PAC résidentielle air/eau. Les résultats montrent pour ces deux fluides une légère amélioration de la puissance calorifique et du COP.*

## Systèmes hybrides

- **Essais expérimentaux sur banc semi-virtuel d'un système couplé pompe à chaleur/système solaire** (David Chèze – CEA)

*Afin de pouvoir fournir eau chaude et chauffage aux habitants de maisons individuelles où seule la connexion au réseau électrique est envisageable, les industriels du secteur commencent à proposer des systèmes compacts couplant PAC et installation solaire thermique afin de satisfaire les contraintes réglementaires d'économie d'énergie. En poursuivant l'objectif de réduction des coûts pour rendre ces solutions solaire + PAC globalement abordables financièrement, on doit veiller à apporter à l'utilisateur des performances énergétiques en cohérence avec l'investissement : c'est ce que permettent les tests physiques de systèmes complets solaire + PAC eau/eau réalisés au CEA INES dans le cadre du projet européen MacSheep dont on présentera le contexte, la méthodologie séquence de test 12 jours et les résultats.*

- **Etude des stratégies de pilotages possibles pour les pompes à chaleur hybrides (électricité/gaz) selon le critère d'optimisation recherché** (François Courtot – EDF)

*Les générateurs hybrides couplant une PAC aérothermique à une chaudière fossile disposent d'un contrôleur « intelligent » qui connaît à chaque instant le rendement énergétique de chacun des générateurs. En couplant cette information au tarif des énergies, à leur contenu en CO<sub>2</sub>, ou encore à leur contenu en énergie primaire, le régulateur est en mesure de contrôler le fonctionnement des générateurs pour minimiser au choix la facture énergétique, les émissions de CO<sub>2</sub> ou la consommation d'énergie primaire. Les générateurs hybrides du marché laissent souvent à l'utilisateur un choix entre plusieurs critères d'optimisation. Dans cette étude, nous présentons l'impact du critère de régulation sur la facture énergétique, sur les émissions de CO<sub>2</sub> ainsi que sur la consommation en énergie primaire. L'étude est réalisée pour le résidentiel individuel, elle se base sur la simulation dynamique détaillée du système PAC hybride double usage couplé au bâti sous le logiciel Dymola/Modelica.*

## BULLETIN D'INSCRIPTION

### 3<sup>ème</sup> Congrès Français des Pompes à Chaleur

jeudi 19 septembre 2013 (9h30 – 17h)

Centre de Conférences Paris Victoire – 52 rue de la Victoire – 75009 Paris

Société :

Adresse :

CP : Ville :

Nom et prénom :

Fonction :

Tél : Courriel :

Je m'inscris au 3<sup>ème</sup> Congrès Français des Pompes à Chaleur.

- ☐ Je joins le règlement de mon inscription (238 € TTC) par chèque à l'ordre de CETIAT
- ☐ Je souhaite qu'une facture soit adressée par le CETIAT à ma Société, qui réglera mon inscription dès réception

Date :

Signature :

Cachet de l'entreprise

Bulletin à retourner à Eveline Julien avant le 10 septembre 2013

• Fax 04 72 44 49 49 • [eveline.julien@cetiat.fr](mailto:eveline.julien@cetiat.fr)

CETIAT - 25 avenue des Arts - BP 52042 - 69603 Villeurbanne Cedex