



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

jeudi 20 septembre 2012  
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 (CETIAT), Cédric BEAUMONT (COSTIC), Stéphane COLASSON (CEA), Pascal DALICIEUX (EDF), Jean-Robert MILLET (CSTB), Mikael PHILIPPE (BRGM), Juliette PROMELLE (GDF SUEZ), Philippe RIVIERE (MINES ParisTech)

**Organisation pratique du Congrès :** CETIAT

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

## **Programme du 2<sup>ème</sup> Congrès Français des Pompes à Chaleur**

Jeudi 20 septembre 2012 – Centre de Conférences Paris Victoire

Accueil des participants à partir de 8h30

### 9h30 : **Ouverture du Congrès**

- Le marché des pompes à chaleur  
*David Bonnet - AFPAC*

### 9h55 : **Performance des pompes à chaleur**

- Chauffe-eau thermodynamiques : comment passer des essais au calcul des performances annuelles  
*Jean-Baptiste Videau - CSTB*
- Pompes à chaleur air/air en condition in situ : une nouvelle approche pour mesurer la performance en temps réel  
*Cong-Toan Tran – EDF*

10h45 : Pause

### 11h35 : **Pompes à chaleur et solaire**

- Couplage pompe à chaleur/solaire thermique pour la production d'ECS collective : modèles, dimensionnement, études de cas  
*Julien Heintz - CETIAT*
- Etude de la performance d'un système couplant une pompe à chaleur et un capteur photovoltaïque  
*Alain Guiavarch – MINES ParisTech*

### 12h05 : **Retours d'expériences**

- Résultats de suivi in situ de pompes à chaleur géothermiques  
*Peter Riederer - CSTB*

## Programme (suite)

12h30 : Déjeuner

### 13h45 : **Retours d'expériences (suite)**

- Suivi in situ de pompes à chaleur haute température en substitution de chaudières  
*Julien Caillet - COSTIC*
- Pompes à chaleur gaz en bâtiments tertiaires et logements collectifs : retours de suivis terrains  
*Juliette Promelle - GDF Suez*
- Résultats d'une campagne de tests in situ sur des chauffe-eau thermodynamiques  
*Nicolas Doré – ADEME*

15h00 : Pause

### 15h30 : **Les développements**

- Évaporateurs à micro-canaux pour les pompes à chaleur au CO<sub>2</sub>  
*Stéphane Colasson - CEA*
- Modèle d'échangeur géothermique horizontal adapté aux cycles courts de fonctionnement des pompes à chaleur  
*Mikael Philippe - BRGM*
- Machine à absorption NH<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O : modélisation, conception, caractérisation et optimisation  
*François Boudehenn, Hélène Demasles - CEA*

### 16h45 : **Synthèse et conclusions**

17h00 : Clôture du Congrès

# Résumés des interventions

## Performance des pompes à chaleur

- **Chauffe-eau thermodynamiques : comment passer des essais au calcul des performances annuelles** (Jean-Baptiste Videau, Benjamin Haas, Jean-Robert Millet - CSTB)

*Dans la méthode Th-BCE 2012, la production d'eau chaude sanitaire à partir d'un ballon chauffé par un générateur thermodynamique est modélisée au pas de temps horaire par un ballon de stockage d'une part, et par le générateur thermodynamique et un échangeur d'autre part. Chacun de ses composants a des propres paramètres représentant ses caractéristiques physiques. La norme NF EN 16147 définit des essais évaluant les performances en service de l'intégralité du chauffe-eau thermodynamique, sur la base d'un scénario de fonctionnement proche d'un fonctionnement réel, sans mesure des caractéristiques physiques des composants. Le CSTB a développé une méthodologie et un outil associé appelé IdCET pour l'identification des paramètres qui permet, à partir des résultats d'essais complétés d'une procédure algorithmique, d'évaluer les paramètres des composants Th-BCE2012 permettant ainsi le calcul annuel réglementaire RT2012. La présentation en décrit les principes, ainsi que des cas d'application sur des configurations types.*

- **Pompe à chaleur air/air en condition in situ : une nouvelle approche pour mesurer la performance en temps réel** (Cong -Toan Tran - EDF)

*Il est relativement facile de mesurer in situ la performance des pompes à chaleur eau/eau ou air/eau via une mesure de l'énergie fournie à l'eau. Pour les PAC air/air, il n'y a pas de méthode in situ fiable et simple pour mesurer le coefficient de performance. La difficulté est de mesurer la quantité de chaleur cédée à l'air. Cette communication présente les méthodes de mesure in situ envisageables pour les PAC air/air : méthodes internes basées sur des mesures sur le fluide frigorigène et méthodes externes fondées sur des mesures sur l'air. Elle approfondit les méthodes les plus prometteuses au vu des résultats obtenus au laboratoire Climatron (EDF R&D). Ces méthodes sont testées simultanément sur une PAC air/air puis comparées. Une méthode interne, connue pour sa précision en condition stable et en condition dynamique (y compris lors du dégivrage) est utilisée comme référence. Enfin, une méthode dont la plupart des mesures nécessaires pourrait être issue du système de régulation de la PAC est présentée. Cela ouvre une possibilité, pour les fabricants de PAC, de mesurer et afficher la performance in situ en temps réel avec des surcoûts raisonnables.*

## Pompes à chaleur et solaire

- **Couplage pompe à chaleur / solaire thermique pour la production d'ECS collective : modèles, dimensionnement, études de cas** (Julien Heintz - CETIAT)

*La présentation porte sur un système de production d'ECS pour plusieurs logements, couplant le solaire thermique et une pompe à chaleur air-eau. Le système, étudié par simulation numérique, comporte un premier ballon chauffé par une boucle solaire et un second ballon chauffé par une pompe à chaleur air-eau avec appoint électrique. La présentation détaille la description de ce système, les principaux modèles utilisés avec un focus particulier sur le modèle de pompe à chaleur, les stratégies de régulation mises en place ainsi que les principaux résultats d'études de cas (calculs annuels et comportement du système dans des périodes particulières, pour plusieurs conditions de régulation).*

- **Etude de la performance d'un système couplant une pompe à chaleur et un capteur photovoltaïque** (Alain Guiavarch - Mines ParisTech)

*Les capteurs photovoltaïques génèrent de la chaleur qui doit être dissipée afin d'en améliorer le rendement électrique et la longévité. Ce type de système est généralement intégré au bâtiment avec une lame d'air qui évacue cette chaleur par convection naturelle. La quantité de chaleur dégagée peut être significative, et de nombreux travaux de recherche ont eu pour objectif de la valoriser. L'utilisation de la ressource solaire pour améliorer le COP des pompe à chaleur a également fait l'objet de nombreuses études. L'objectif de cette communication est de présenter le potentiel de performance du couplage entre un capteur PV et une PAC utilisée pour le chauffage ou l'eau chaude. Le concept étant déclinable sous différentes solutions techniques, la simulation thermique permet de progresser dans la conception de tels systèmes. Le Centre Énergétique et Procédés a développé un modèle dédié à ces problématiques, et différents résultats de calcul permettent d'orienter les choix de conception. Le concept et l'outil de simulation ont été testés sur un bâtiment démonstrateur, dans le cadre d'un projet de recherche financé par l'ANR, en partenariat avec des industriels. La campagne de monitoring a débuté en janvier 2012 et a permis de comparer le modèle aux résultats expérimentaux. Avec le modèle validé, il est possible d'évaluer le gain par rapport à un système sans couplage thermique entre le capteur PV et la PAC.*

## Retours d'expériences

- **Résultats de suivi in situ de pompes à chaleur géothermiques** (Peter Riederer - CSTB)

*Dans le cadre d'une coopération avec l'Ademe, une campagne de suivis sur des pompes à chaleur géothermiques a été lancée. Basé sur une approche de calcul des performances saisonnières développée dans le cadre du projet européen Sepemo-Build, une quinzaine de sites (différents types de bâtiments avec différents services qui sont chauffage, refroidissement et production d'eau chaude sanitaire) a été instrumentée et suivie pendant une année. Les résultats ainsi que les analyses des performances et les propositions d'amélioration au niveau de la conception et de la gestion sont présentés.*

- **Suivi in situ de pompes à chaleur haute température en substitution de chaudières** (Julien Caillet - COSTIC)

*Cette communication présente les résultats issus d'une campagne expérimentale sur des PAC haute température en substitution de chaudières en maison individuelle. Des performances peuvent être établies à partir des mesures de productions thermiques et consommations électriques, en séparant la production ECS. Différents facteurs peuvent impacter les performances des PAC. L'analyse présentée les distingue selon quatre catégories : facteurs liés à la conception, facteurs liés aux réglages, facteurs liés au climat, facteurs liés à la performance intrinsèque de la PAC. Des indicateurs associés sont explicités. Ils permettent d'expliquer les différences constatées sur les performances annuelles des PAC.*

- **Pompes à chaleur gaz en bâtiments tertiaires et logements collectifs : retours de suivis terrains** (Juliette Promelle - GDF Suez)

*Des instrumentations ont débuté courant 2011 en partenariat avec GrDF et l'ADEME sur des pompes à chaleur fonctionnant au gaz naturel. Ces pompes à chaleur à moteur ou à absorption sont installées sur des bâtiments tertiaires et des logements collectifs. L'objet de la communication est de présenter des résultats de mesures, les performances de ces produits et de synthétiser les enseignements sur leur fonctionnement et leur utilisation optimale.*

- **Résultats d'une campagne de tests in situ sur des chauffe-eau thermodynamiques** (Nicolas Doré - ADEME)

*Plusieurs chauffe-eau thermodynamiques de différentes typologies équipant des maisons individuelles ont été instrumentés sur une année de fonctionnement sur la période 2010-2012. Les données de mesure ainsi obtenues permettent d'en déterminer les performances saisonnières mais également d'évaluer les niveaux de confort d'eau chaude sanitaire obtenus et les habitudes de consommations. Suite à ces observations, des préconisations d'installation et d'utilisation seront également proposées.*

## Les développements

- **Évaporateurs à micro-canaux pour les pompes à chaleur au CO<sub>2</sub>** (Stéphane Colasson - CEA)

*L'utilisation de la technologie des échangeurs à micro-canaux s'applique bien aux pompes à chaleur transcritiques au CO<sub>2</sub>, notamment en raison des pressions de fonctionnement mises en jeu. La réduction de la taille des canaux vise aussi à améliorer les transferts thermiques en confinant plus l'écoulement, notamment dans l'évaporateur. L'état de l'art montre cependant une grande diversité de tendance des résultats obtenus sur les lois de transferts thermiques et les pertes de pression, et certains manques de connaissance notamment dans certaines plages de température. Des essais réalisés sur un banc dédié à l'évaporation du CO<sub>2</sub> dans un micro-canal permettent de clarifier ces tendances par une approche systématique et une analyse des modes de transferts thermiques rencontrés. Il est alors possible d'appréhender les lois permettant d'aboutir à un bon dimensionnement d'échangeurs thermiques dans les pompes à chaleur au CO<sub>2</sub>.*

- **Modèle d'échangeur géothermique horizontal adapté aux cycles courts de fonctionnement des pompes à chaleur** (Mikael Philippe - BRGM)

*Dans un bâtiment à faibles besoins de chauffage, les temps de fonctionnement d'une pompe à chaleur sont courts par rapport au temps de résidence moyen du fluide dans un échangeur géothermique. Il est essentiel de modéliser précisément ces sollicitations de courtes durées de l'échangeur afin d'évaluer leur impact sur la performance générale du système. La plate-forme expérimentale du BRGM permet de développer et de valider de nouveaux modèles d'échangeurs géothermiques superficiels (horizontaux, verticaux et compacts). Un modèle d'échangeur horizontal de type serpentin a été développé et validé. Il a ensuite été adapté à ces phénomènes dynamiques et confronté à des mesures expérimentales. Il prend bien en compte l'impact du temps de résidence du fluide dans l'échangeur géothermique et l'effet de fonctionnement en cycles courts de la PAC sur la performance du système. Une utilisation de ce modèle couplé à un modèle de PAC permet d'évaluer les performances sur quelques heures typiques d'une période de faibles besoins.*

- **Machine à absorption NH<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O : modélisation, conception, caractérisation et optimisation** (François Boudehenn, Hélène Demasles - CEA)

*De l'état de l'art jusqu'au prototype de laboratoire, la communication retrace le développement d'une machine à absorption utilisant le couple ammoniac/eau. Le développement s'appuie sur la modélisation du cycle thermodynamique qui a permis de dimensionner les différents composants. La conception du prototype a été réalisée en intégrant de nombreuses contraintes : mise en pace d'une instrumentation suffisante pour la caractérisation des performances et pour la compréhension de son fonctionnement, utilisation de composants existants adaptés si nécessaire, possibilité de produire du froid négatif, optimisation des échangeurs pour réduction de la masse de réfrigérant et des pertes de pression des circuits externes, modularité du système pour la caractérisation de différents composants et différentes architectures ... Les résultats d'essais montrent une importante réduction de la charge, des performances encourageantes et de nombreuses pistes d'optimisation.*

## BULLETIN D'INSCRIPTION

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

jeudi 20 septembre 2012 (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 2<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 13 septembre 2012

• 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