



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

mardi 19 septembre 2017  
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, ENGIE, 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 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 :** 240 € TTC (TVA 20%).

*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), Odile CAURET (EDF), Charles PELE (CSTB), Mikael PHILIPPE (BRGM), Patrick ROBINET (ENGIE), Joël WYTTENBACH (CEA), Philippe RIVIERE, Assaad ZOUGHAIB (MINES ParisTech)*

**Organisation pratique et secrétariat du congrès :** CETIAT

## Programme du 6<sup>ème</sup> Congrès Français des Pompes à Chaleur

Mardi 19 septembre 2017 – Centre de Conférences Paris Victoire

Accueil des participants à partir de 8h30

9h30 : **Ouverture du Congrès**

9h45 : **Nouvelles perspectives pour les pompes à chaleur**

- Pompe à chaleur auto-paramétrable auto-adaptative  
*Arthur ROLLAND – EDF, MINES ParisTech*
- Récupération et mutualisation des consommations d'énergie dans les systèmes multifonctions avec pompe à chaleur  
*Paul JALLET - CSTB*
- Pompe à chaleur combinant compression et absorption  
*Julien DUPRE - ENGIE*

11h00 : Pause

11h30 : **Fluides frigorigènes**

- Les réglementations sur les fluides frigorigènes  
*Andrea VOIGT - European Partnership for Energy and the Environment (EPEE)* **Présentation invitée**
- Échanges thermiques avec de nouveaux fluides frigorigènes  
*Pierre PARDO - CETIAT*

12h20 : Déjeuner

## **Programme (suite)**

### **13h50 : Production d'eau chaude sanitaire**

- Production d'ECS directe décentralisée et sans stockage  
*Joël WYTTENBACH - CEA*
- Optimisation des chauffe-eau thermodynamiques  
*Kevin Ruben DEUTZ - EDF*

### **14h45 : Du bâtiment au quartier**

- Mesure in situ de la performance et du fonctionnement de systèmes multifonctions  
*Cédric BEAUMONT - COSTIC*

15h10 : Pause

### **15h40 : Du bâtiment au quartier (suite)**

- Optimisation multicritère du dimensionnement d'un champ de sondes géothermiques verticales : une étude de cas  
*Charles MARAGNA - BRGM*
- Pompes à chaleur sur eaux usées  
*Emilien PARON – CSTB*
- Optimisation de la génération de chaleur et d'eau chaude sanitaire d'un écoquartier : exploitation d'un aquifère et valorisation de l'eau grise via un réseau d'eau tempérée  
*Assaad ZOUGHAIB - MINES ParisTech*

### **16h55 : Conclusions et perspectives**

17h00 : Clôture du Congrès

# Résumés des interventions

## Nouvelles perspectives pour les pompes à chaleur

### - Pompe à chaleur auto-paramétrable auto-adaptative

(Arthur ROLLAND – EDF, MINES ParisTech)

*Lors de l'installation d'une pompe à chaleur, la phase de paramétrage est essentielle pour son bon fonctionnement, mais complexe et fastidieuse à réaliser. Un travail de thèse a permis d'aboutir à une méthode d'auto-paramétrage auto-adaptatif modifiant les valeurs « sortie d'usine » des paramètres de la pompe à chaleur pour les adapter à l'environnement dans lequel elle est installée. Cette méthode a été validée par des données issues de simulation, mais également d'un banc d'essais semi-virtuel spécifique (climat réel et bâtiment virtuel).*

### - Récupération et mutualisation des consommations d'énergie dans les systèmes multifonctions avec pompe à chaleur

(Paul JALLET - CSTB)

*Le projet de recherche VENISE (2012-2017) s'est intéressé à l'étude des possibilités de récupération et mutualisation des consommations d'énergie dans les systèmes multifonctions (chauffage, refroidissement, ventilation et production ECS), axés autour du vecteur air. Un prototype à visée expérimentale, intégrant une pompe à chaleur et conçu pour le résidentiel individuel passif, a été développé conjointement par les partenaires du projet. Ce prototype a pour spécificité d'être intégralement instrumenté et piloté par un programme externe développé dans l'environnement Labview, ce qui permet l'étude comparative d'un large panel de configurations. Une première campagne de suivi de 6 semaines s'est déroulée entre octobre et décembre 2016 au sein de la maison MARIA du CSTB. Les résultats présentés illustrent le fonctionnement du prototype, testé en conditions d'usage simulées grâce à des automates programmables.*

### - Pompe à chaleur combinant compression et absorption

(Julien DUPRE - ENGIE)

*Parmi les solutions thermodynamiques innovantes contribuant efficacement à la transition énergétique, ENGIE Axima développe une solution appelée Green PAC, combinant à la fois les technologies de compression et d'absorption dans le cadre d'une offre sur-mesure destinée aux industriels pour la valorisation de leurs chaleurs fatales. Cette combinaison novatrice entre la compression-détente et l'absorption-désorption permet d'atteindre des températures jusqu'à 120°C alors qu'elle se limitait auparavant à 85°C avec des pompes à chaleur classiques. Cette pompe à chaleur utilise des fluides naturels (ammoniac + eau) qui n'ont pas d'impact sur le réchauffement de la planète, tout en garantissant des coefficients de performance (COP) jusqu'à 6 à des températures et des puissances calorifiques en adéquation avec les besoins des clients. Elle permet d'avoir des coûts d'exploitation et contraintes réduits en comparaison à des solutions classiques. Le dimensionnement optimisé de ce système pour le besoin spécifique d'un des clients de ENGIE Axima a été validé et exécuté grâce aux résultats d'une étude de simulation numérique.*

## Fluides frigorigènes

### - Les réglementations sur les fluides frigorigènes

(Andrea VOIGT – EPEE - European Partnership for Energy and the Environment)

*Avec le règlement européen F-Gas de 2014 et l'accord de Kigali en octobre 2016, l'élimination des HFC et la réduction des émissions de gaz à effet de serre vont nécessiter l'utilisation de fluides frigorigènes à très faible potentiel de réchauffement global, et parmi eux des fluides plus ou moins inflammables. La présentation offre un panorama des réglementations relatives aux émissions de gaz à effet de serre liées aux fluides frigorigènes et à la sécurité d'utilisation des fluides frigorigènes inflammables dans les pompes à chaleur pour le chauffage des bâtiments et la production d'eau chaude sanitaire. Elle liste les enjeux associés auxquels les différents acteurs (fournisseurs de fluides, constructeurs, installateurs, sociétés de maintenance) vont devoir faire face.*

- **Échanges thermiques avec de nouveaux fluides frigorigènes**  
(Pierre PARDO - CETIAT)

*L'étude a consisté à recenser et analyser les données disponibles dans la littérature sur les transferts thermiques des nouveaux fluides frigorigènes à faibles GWP, destinés à remplacer le R134a, le R404A ou le R410A. La recherche de corrélations a porté sur les deux modes de transfert thermique, évaporation et condensation, et sur tout type d'échangeur (microcanaux, plaques, batterie à ailettes, ...). L'étude met en évidence une très forte dispersion de la connaissance selon les fluides de remplacement et/ou les types d'échangeurs. Une première confrontation des données expérimentales existantes avec les modèles identifiés est présentée pour les échanges thermiques en évaporation dans un tube lisse avec un fluide pur et un mélange.*

## **Production d'eau chaude sanitaire**

- **Production d'ECS directe décentralisée et sans stockage**  
(Joël WYTTEBACH - CEA)

*L'énergie contenue dans les eaux grises représente un gisement majeur encore peu exploité. Les solutions existantes sont principalement centralisées, sur le collecteur central d'un bâtiment par exemple, avec une eau de température inférieure à 20°C limitant la performance de la récupération. Le projet Ectord propose d'explorer une nouvelle voie de récupération avec un système beaucoup plus efficace dédié au point de puisage le plus important : la douche. Le système est installé à proximité du point de consommation, de sorte qu'une première récupération sensible soit possible, tandis qu'un second étage thermodynamique permet de compléter la chauffe pour atteindre une température suffisante pour l'usage visé. Cette combinaison de récupérations permet une production d'eau chaude sanitaire directe dont un des avantages est d'économiser les pertes de distribution. Le gain énergétique total est donc très important, d'un facteur supérieur à 7 par rapport à une référence de chauffe-eau électrique, pour une puissance électrique instantanée d'environ 2,2 kW. Un prototype a été conçu et réalisé en prenant en compte les contraintes d'encrassement du système hydraulique, tout en permettant une installation facilitée dans le cadre de la rénovation.*

- **Optimisation des chauffe-eau thermodynamiques**  
(Kevin Ruben DEUTZ - EDF)

*Cette étude a pour objectif d'optimiser les performances du chauffe-eau thermodynamique classique. Elle se décompose en trois parties. La première décrit un modèle détaillé d'un CET sur air extérieur bibloc et présente sa validation expérimentale sous différentes conditions opératives : soutirages, veille, charge et dégivrage. Cette validation s'appuie notamment sur des essais réalisés selon la norme NF EN 16147. Dans un deuxième temps, ce modèle est utilisé pour réaliser une étude paramétrique évaluant le potentiel d'amélioration des performances en fonction de modifications de différents composants du cycle. Enfin, des simulations annuelles sont réalisées pour évaluer l'impact de différentes stratégies de pilotage du CET sur ses performances et sur le confort.*

## **Du bâtiment au quartier**

- **Mesure in situ de la performance et du fonctionnement de systèmes multifonctions**  
(Cédric BEAUMONT - COSTIC)

*Pour le compte de l'ADEME, le COSTIC a réalisé le suivi instrumenté in situ sur 12 mois d'une dizaine de systèmes multifonctions intégrant une pompe à chaleur. Les produits suivis présentaient des configurations assez variées. Notamment le panel comprenait la moitié d'équipements distribuant l'énergie de chauffage sur vecteur eau et l'autre moitié sur vecteur air. Au-delà de l'exposé des performances mesurées, la présentation reviendra sur la problématique de qualification de ce type de produit, ainsi que sur les points de vigilance à retenir en termes de conception, d'installation et de maintenance de ce type d'installations.*

- **Optimisation multicritère du dimensionnement d'un champ de sondes géothermiques verticales : une étude de cas**

(Charles MARAGNA - BRGM)

*Le BRGM a développé une plateforme numérique pour l'optimisation du dimensionnement de champs de sondes géothermiques verticales assistées par pompe à chaleur. La plateforme propose plusieurs dimensionnements optimaux correspondant à autant de compromis entre coûts de production de la chaleur et performances énergétiques. Le positionnement des forages est optimisé en fonction du besoin, des contraintes foncières et des caractéristiques hydrogéologiques propres au projet considéré, afin d'éviter la formation de zones du champ de sondes thermiquement sur ou sous-exploitées qui seraient préjudiciables aux performances de l'installation. L'influence de la puissance de la PAC géothermique et des appoints, ainsi que du nombre, du type et de la disposition des forages sur l'optimum, sont discutées pour différents types de besoins.*

- **Pompes à chaleur sur eaux usées**

(Emilien PARON - CSTB)

*La récupération de chaleur des eaux usées est une source intéressante d'énergie fatale : elle présente l'avantage majeur d'être quasi constante au cours d'une année, de se situer à proximité des consommateurs et est d'autant plus performante que la densité d'habitants est grande. Cette récupération des calories peut également se faire à l'échelle du bâtiment. Selon la saison, la température des eaux usées peut varier de 35 à 45 °C en pied d'immeuble, et entre 12 et 25 °C au sein du réseau d'assainissement. Il y a donc nécessité d'utiliser des pompes à chaleur eau/eau, afin de distribuer de l'eau pour le chauffage des bâtiments. À l'échelle du quartier, les calories des eaux usées des collecteurs du réseau d'assainissement sont également récupérées via des PAC eau/eau situées dans une chaufferie. Ces PAC permettent de produire de la chaleur pour le chauffage et l'ECS, et du froid en cas de PAC réversible. Dans le cadre de l'Institut Efficacity, le CSTB développe des outils de simulation et d'aide à la décision à destination des acteurs de l'urbain. L'objectif est d'optimiser la récupération de chaleur fatale en modélisant le potentiel de récupération mis au regard des consommations d'un quartier.*

- **Optimisation de la génération de chaleur et d'eau chaude sanitaire d'un écoquartier : exploitation d'un aquifère et valorisation de l'eau grise via un réseau d'eau tempérée**

(Assaad ZOUGHAIB - MINES ParisTech)

*La production de chaleur et de froid pour assurer des besoins de conditionnement d'ambiance, d'eau chaude sanitaire et de réfrigération constitue une grande part de l'énergie consommée dans le bâtiment résidentiel et/ou tertiaire. Les générateurs utilisés sont souvent indépendants et le chaud et le froid véhiculés par des réseaux séparés. La chaleur rejetée par la production de froid (réfrigération, rafraîchissement, ...) ainsi que les sources d'énergies renouvelables à faible température (solaire thermique, géothermie, ...) sont peu ou pas du tout valorisées faute de systèmes intégrés disposant d'une flexibilité de gestion. Une méthodologie d'aide à la conception est appliquée à une étude de cas de l'écoquartier Cité Serre regroupant un habitat résidentiel, des services de proximité, des activités urbaines et des serres maraîchères nourricières. Ce quartier, imaginé par le projet ANR ATESTOC, en cours de réalisation, présente une possibilité de valoriser une source de chaleur renouvelable (un aquifère à 12°C), la chaleur issue du rafraîchissement d'une serre maraîchère, ainsi que l'eau grise des bâtiments. La présentation montre les scénarios optimaux pour la génération de chaleur et eau chaude sanitaire via un réseau d'eau tempérée et des PAC centralisées et décentralisées.*

## BULLETIN D'INSCRIPTION

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

mardi 19 septembre 2017 (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 6<sup>ème</sup> Congrès Français des Pompes à Chaleur.**

- Je joins le règlement de mon inscription (240 € 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 Kareen Chabard avant le 8 septembre 2017

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

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