

Les travaux de l'AIE PCT HPT Heat Pumping Technologies

Michèle MONDOT & Pierre PARDO

SOMMAIRE DU WEBINAIRE

- Rappels sur les activités de l'AIE PCT HPT
Michèle Mondot
- Panorama des Annexes en cours
Michèle Mondot
- Annexe 54 « Heat pumps with low GWP refrigerants »
 - **Premiers résultats – Workshop ICR 2019**
Pierre Pardo

RAPPELS SUR LES ACTIVITÉS DE L'AIE PCT HPT

- Programme de Collaboration Technologique (PCT) au sein de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE) sur les pompes à chaleur (HPT)
 - **17 pays participants**
 - France : ADEME représentée par le CETIAT
 - **Travaux de RDD&D : Annexes**
 - **Dissémination d'informations**
 - Site Internet, comptes Twitter et LinkedIn
 - Sites dédiés pour les Annexes en cours
 - HPT Magazine, Newsletter, Rapport annuel d'activités
 - IEA Heat Pump Conference
 - National Experts meeting



Linked 

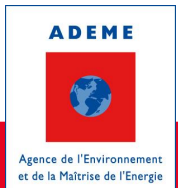
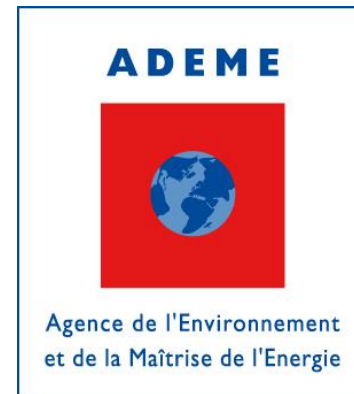


[@HeatPumpingTech](https://twitter.com/HeatPumpingTech)

www.heatpumpingtechnologies.org

RAPPELS SUR LES ACTIVITÉS DE L'AIE PCT HPT

- Missions confiées par l'ADEME au CETIAT
 - **Assurer la représentation de la France au HPT**
 - **Valoriser les activités du HPT auprès de la filière professionnelle française**
 - **Promouvoir une participation active aux travaux du HPT, en particulier aux Annexes**
- Organisation d'une série de webinaires
 - **1^{er} webinaire : 14 février 2019**
 - **2^{ème} webinaire : 12 juin 2019**
 - **3^{ème} webinaire : 13 décembre 2019**



LES ACTUALITÉS A SUIVRE

HPT Magazine N°3/2019



Conférence HPC2020



www.hpc2020.org

NATIONAL EXPERTS MEETING

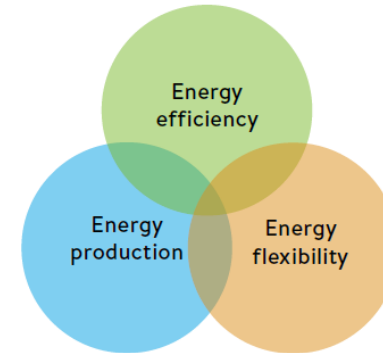
- Journée de brainstorming et d'échanges sur les besoins de R&D sur les PAC
 - **24 octobre 2019 à Nuremberg (DE)**
 - **25 participants**
 - AT, CHN, CDN, DE, DK, FR, JPN, NL, SE, UK, US
 - 6 industriels
 - **France : EDF, CETIAT, NIBE**



A very constructive meeting with a lot of "Energy"!

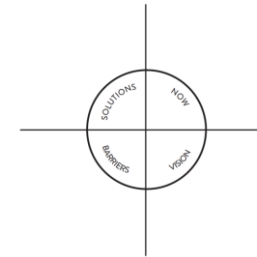
THÉMATIQUES DU BRAINSTORMING

- Marchés et applications nouveaux ou spéciaux
 - **Automobile, industrie, produits de consommation**
- PAC pour des quartiers à énergie positive
- “Comfort and Climate Box” pour les pays chauds et humides



DÉROULEMENT DU BRAINSTORMING

- Pour chacun des thèmes
 - **Une brève introduction**
 - **Par groupe, décrire les 4 points de la boussole**
 - Aujourd'hui / vision / freins / solutions
 - **Idées d'annexe / projets ou suggestions de sujets**
 - A quelle(s) question(s) cette annexe devrait-elle répondre ? Quels sont les défis à relever ?
 - Quels sont les atouts / compétences disponibles au sein du HPT qui pourraient être utiles pour cette annexe ?
 - Avec quels groupes ou individus aurions-nous besoin de coopérer ?
 - Comment passer d'une idée à une Annexe ?



IDÉES RETENUES DU BRAINSTORMING

- Marchés et applications nouveaux ou spéciaux
 - **Pompes à chaleur haute température (80-110°C) (DTI, DK)**
 - **Pompes à chaleur pour le séchage (AIT, AT)**
- PAC pour des quartiers à énergie positive (QEP)
 - **Optimisation et modélisation des QEP (CH?)**
 - **Sources de chaleur collectives pour les pompes à chaleur dans les bâtiments (à rattacher à une autre Annexe en préparation ?)**
- «Comfort and Climate Box» pour les pays chauds et humides
 - **Solutions au niveau du bâtiment**

AUTRES IDÉES DISCUTÉES

- 5th generation District Heating - smart thermal grids
 - **A inclure dans l'Annexe en préparation « Flexibility by implementation of heat pumps in multi-vector energy systems and thermal networks » (DTI, DK)**
- Demand side flexibility & peak shaving offered by HPs, potentially with Electric Vehicles
 - **Développer des projets de démonstration pour montrer aux services publics, aux décideurs, aux gestionnaires de réseau de transport (GRT) et aux gestionnaires de réseau de distribution (GRD) que les PAC peuvent contribuer à l'équilibre du réseau électrique et permettre d'utiliser une plus grande part des énergies renouvelables**
 - Dans la continuité des Annexe 42 « Heat Pumps in Smart grids » et Annexe 55 « Comfort & Climate Box »

Panorama des Annexes en cours

Michèle MONDOT

LES ANNEXES EN COURS

Digitalization and IoT for Heat Pumps	56	AT , CH	1 January 2020 ??
Comfort & Climate Box	55	NL AT, IT	1 April 2019 30 September 2021
Heat pump systems with low GWP refrigerants	54	US JPN, IT, SKR, SE	17 January 2019 31 December 2021
Advanced Cooling/Refrigeration Technologies Development	53	US DE, SKR, SE, IT	12 October 2018 31 December 2021
Long term performance measurement of GSHP Systems serving commercial, institutional and multi-family buildings	52	SE FI, NL, US, UK, DE, NO	1 January 2018 31 December 2021
Acoustic Signature of Heat Pumps	51	AT FR , IT, SE, DE	1 April 2017 31 March 2020
Heat Pumps in Multi-Family Buildings for space heating and DHW	50	DE AT, FR , IT, NL	1 January 2017 31 May 2020
Design and integration of heat pumps for nZEB	49	CH AT, BE, DE, NO, SE, US	1 October 2016 30 November 2019
Industrial Heat Pumps, Second Phase	48	DE FR , JPN, CH, UK, AT	1 April 2016 30 May 2020

INDUSTRIAL HEAT PUMPS – 2nd PHASE

ANNEX

48

- 1^{er} avril 2016 – (31 mars) 30 novembre 2019
 - **Rapport final en cours de rédaction**
- Pays participants : **DE**, AT, CH, DE, FR (EDF), JPN, UK
- Suite de l'Annexe 35 «Application of industrial heat pumps » (2010-2014)
- Domaine d'application
 - **PAC moyenne et forte puissance**
 - **Températures allant jusqu'à 150 °C**
 - **Récupération de chaleur et valorisation de la chaleur dans les processus industriels, mais également pour le chauffage, le refroidissement et la climatisation dans les bâtiments**

INDUSTRIAL HEAT PUMPS – 2nd PHASE

ANNEX

48

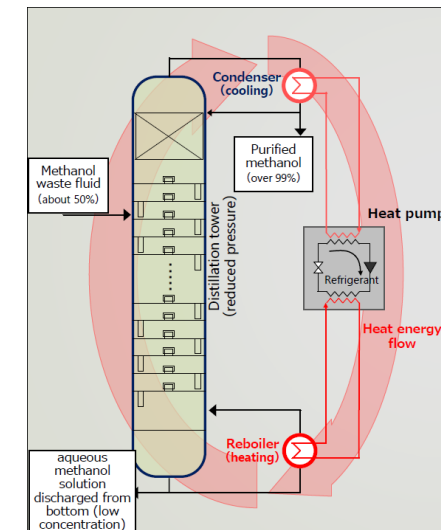
- L'Annexe 35 a permis d'identifier les applications /secteurs industriels prometteurs pour l'implantation de PAC HT
- L'Annexe 48 vise à surmonter les freins au déploiement à grande échelle des PAC industrielles
 - **Focus sur les secteurs industriels à fort potentiel**
 - **Identifier les meilleures pratiques**
 - **Élaborer et distribuer des messages et des informations claires pour mieux comprendre les opportunités des PAC industrielles dans le contexte de réductions des consommations énergétiques et des émissions de CO₂**
 - Décideurs politiques, associations, industriels

INDUSTRIAL HEAT PUMPS – 2nd PHASE

ANNEX

48

- Success stories
 - **340 applications identifiées, dont 30 en France**
 - **PAC intégrée à une colonne à distiller le méthanol**
 - Réduction de 60% de la consommation énergétique
 - **Procédés de séchage**
 - La qualité du process peut être améliorée et les consos énergétiques et émissions de CO₂ réduites
- Enseignements
 - **L'utilisation de PAC industrielles est fortement dépendante du rapport électricité / gaz des prix de l'énergie**
 - La Suède, la Finlande, les Pays-Bas et la France ont des ratios de prix favorables
 - L'Allemagne, l'Irlande et le Royaume-Uni ont des ratios de prix peu favorables



DESIGN AND INTEGRATION OF HEAT PUMPS FOR nZEB

ANNEX

49

- 1^{er} octobre 2016 – 30 mai 2020
- Participants : AT, BE, **CH**, DE, NO, SE, UK, USA
- Suite de l'Annexe 40 "Heat Pump Concepts for Nearly Zero-Energy Buildings" (2012-2016)
 - **Définition de concepts utilisant des PAC pour atteindre une consommation d'énergie presque nulle dans les bâtiments (nZEB)**
 - **Évaluation des technologies de construction dans les bâtiments nZEB en termes de performances et de coût**
 - **Nouveaux développements nécessaires sur les PAC du marché pour exploiter des opportunités de performances spécifiques dans les nZEB**
 - **Évaluation sur site des performances réelles de PAC dans les nZEB et identification des potentiels d'optimisation**

DESIGN AND INTEGRATION OF HEAT PUMPS FOR nZEB

ANNEX

49

- L'Annexe 40 a montré que le couplage PAC+PV était la solution la plus préconisée pour les nZEB
- L'Annexe 49 a pour objectif d'élargir le concept à un groupe de bâtiments
 - **Immeuble collectif / multi-family houses**
 - **Bâtiment à usage mixte : commerces / bureaux / habitations**



DESIGN AND INTEGRATION OF HEAT PUMPS FOR nZEB

ANNEX

49

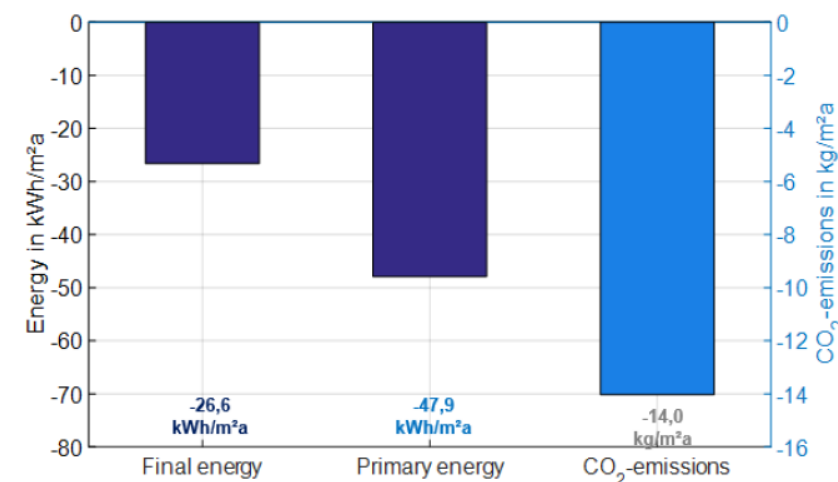
- Statut sur les nZEB
 - **Définitions dans les différents pays participants**
 - **Finalisation de concepts et configurations des systèmes**
- Intégration des systèmes
 - **Intégration des nZEBs avec PAC dans les systèmes énergétiques et les réseaux**
- Développement de prototypes et mesures sur site
- Conception et régulation des PAC dans les nZEB
 - **Critères de dimensionnement vs performance, coût et réponse à la demande**
 - **Régulations pour améliorer l'autoconsommation et alléger le réseau**

DESIGN AND INTEGRATION OF HEAT PUMPS FOR nZEB

ANNEX

49

- Projet HerzoBase : 8 maisons terrasses
 - 2 PAC gaz avec ballons de stockage / émetteurs MT
 - ECS décentralisée (200l) avec PAC « booster » individuelles
 - PV 98 kWc (66 MWh/a) + batteries
 - Régulation pour favoriser autoconsommation
 - Quand production PV
 - Augmentation de la température de stockage ECS à 65°C
 - Recharge des ballons tampons chauffage à 35°C
 - Quand utilisation réseau électrique ou batterie
 - ECS maintenue à 50°C
 - Modulation de la PAC à 40% pour meilleur COP
 - Un seul ballon tampon rechargé à 35°C
- **SCOP_{CH} = 5.6 / SCOP_{ECS} = 4.0**



Comparaison avec PAC ON/off et régulation standard

HEAT PUMPS IN MULTI-FAMILY BUILDINGS FOR SPACE HEATING AND DHW

ANNEX

50

- 1^{er} janvier 2017 – 31 mai 2020
- Participants : AT, CH, **DE**, DK, FR(EDF), IT, NL, (UK)
- Objectifs
 - Favoriser le déploiement des PAC dans les petits immeubles résidentiels
 - Démontrer l'intérêt de l'utilisation des énergies renouvelables au moyen de PAC dans les bâtiments rénovés, sans améliorer l'enveloppe du bâtiment et les économies d'énergie possibles à réaliser
 - Développement d'une « matrice de solutions » et d'un outil de recherche de solutions

HEAT PUMPS IN MULTI-FAMILY BUILDINGS FOR SPACE HEATING AND DHW

ANNEX

50

- Exemples de réalisations en France
 - **HLM à Soissons**
 - Chauffage alimenté par un réseau de chauffage urbain rénové relié à une centrale de chauffage au bois
 - Production d'ECS par des chauffe-eau électriques individuels remplacés par une PAC collective
 - Conso réduite de 75 à 24 kWh_{ep}/(m².a)
 - Réduction de 50% de la facture d'électricité liée à l'ECS
 - **Immeuble collectif à Marseille**
 - PAC solaire pour production ECS
 - 2 x 12 kW + 2 x 2000 l et 100 m² panneaux solaires thermiques
 - COP annuel = 3.63 / 70% énergies renouvelables

HEAT PUMPS IN MULTI-FAMILY BUILDINGS FOR SPACE HEATING AND DHW

ANNEX

50

- **Ecodistrict à Roquebrune Cap Martin**

- 7 bâtiments d'habitation, des bureaux, une pépinière, soit près de 20000 m²
- 8 PAC géothermiques pour l'ECS et 5 PAC pour le chauffage et le refroidissement
- Source froide des PAC : eaux traitées rejetées par une station d'épuration située à 500 m

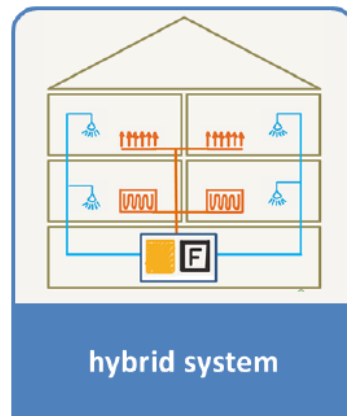
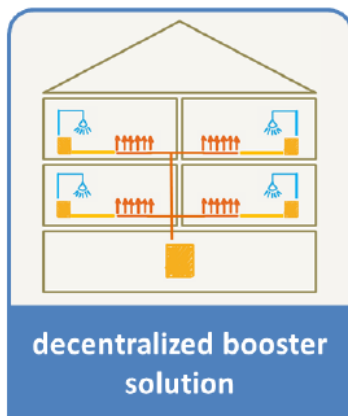
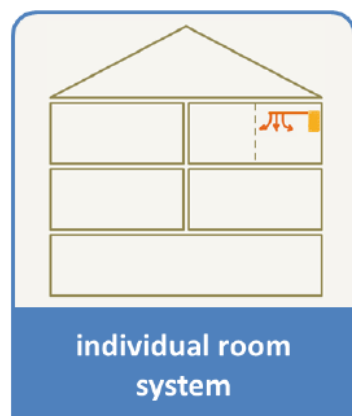
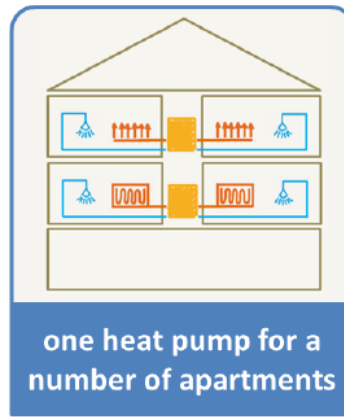
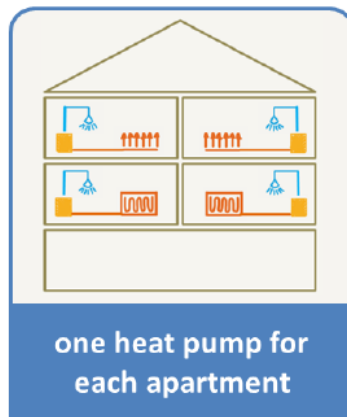
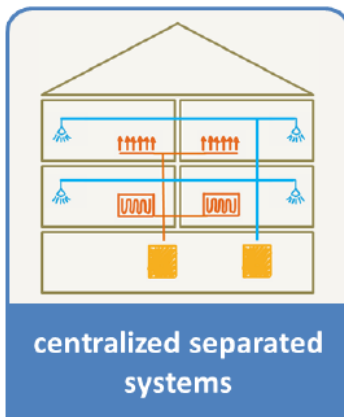
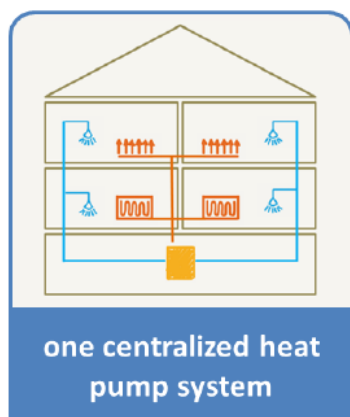


HEAT PUMPS IN MULTI-FAMILY BUILDINGS FOR SPACE HEATING AND DHW

ANNEX

50

- Concepts



2

description of each concept

3

case study or example of system layout

HEAT PUMPS IN MULTI-FAMILY BUILDINGS FOR SPACE HEATING AND DHW

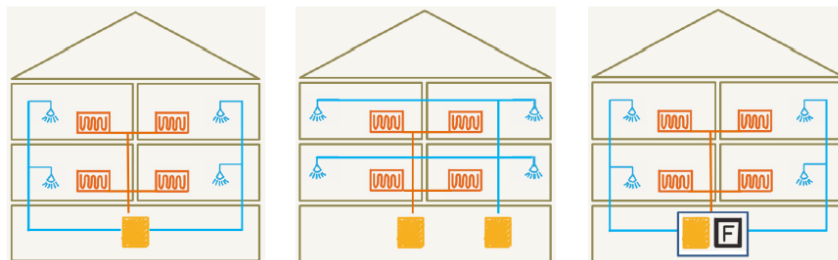
ANNEX

50

- Matrice / outil de recherche de solutions

Building envelope	new	old	renovated
Type of system	central	decentralised	mix
mode	heating	DHW	Heating + DHW
medium	water	air	

Suggested solutions:



ACOUSTIC SIGNATURE OF HEAT PUMPS

ANNEX

51

- 1^{er} avril 2017 – (31 mars) 31 décembre 2020
- Participants : **AT**, DK, FR (Cetim, CETIAT), DE, IT, SE
- Objectifs
 - **Accroître l'acceptation des PAC sur air extérieur afin d'assurer un confort optimal par rapport au bruit et aux vibrations générés**
 - **Rassembler les connaissances et l'expertise des participants aux différents niveaux afin d'établir des recommandations et des conseils**
 - **Accroître les connaissances à différents niveaux (fabricants, consultants en acoustique, installateurs, législateurs, ...)**

ACOUSTIC SIGNATURE OF HEAT PUMPS

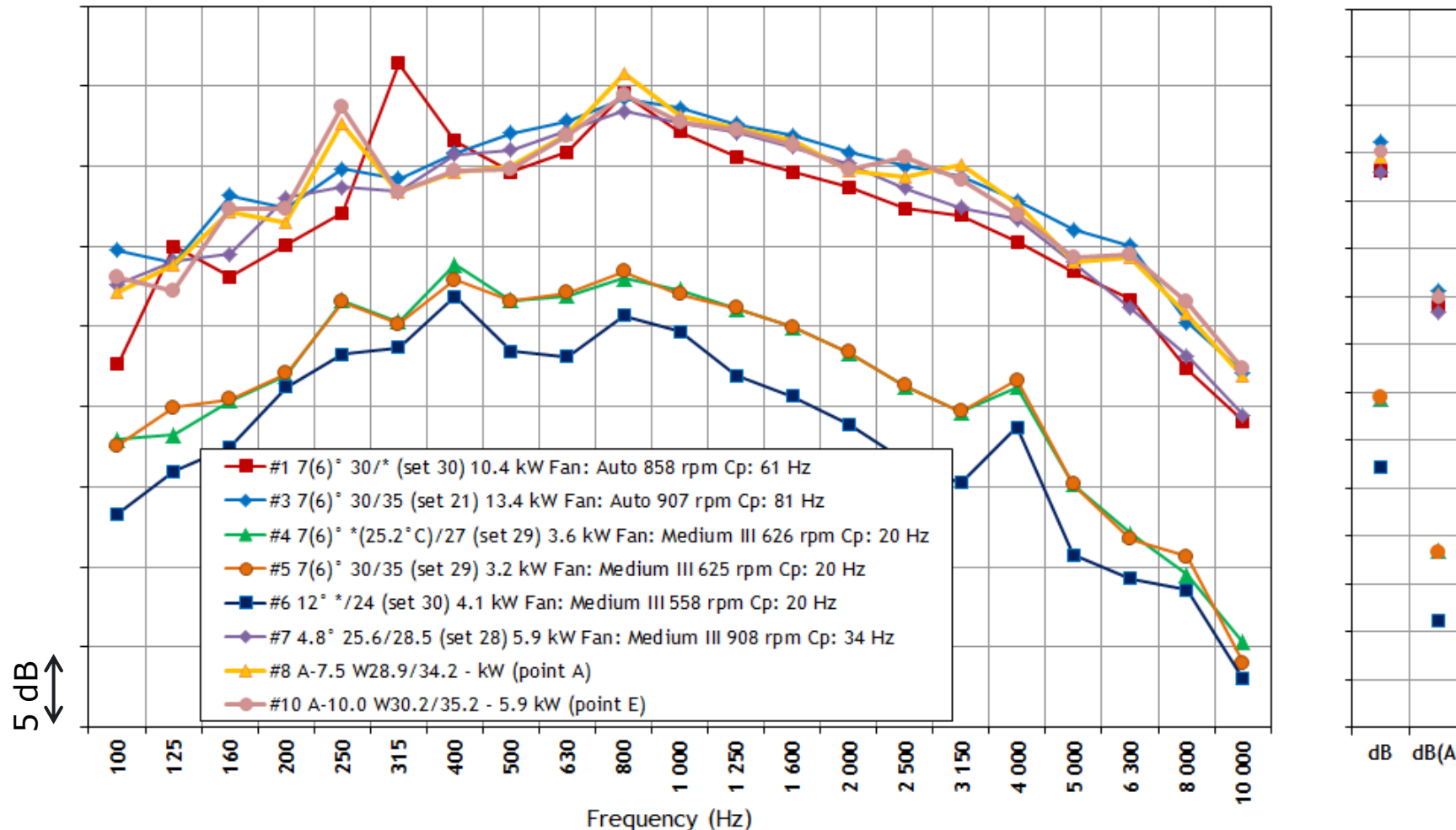
ANNEX

51

- Connaissances
 - **Contexte réglementaire selon les pays (UE, monde)**
 - **Facteurs influençant le niveau sonore des PAC**
 - Conditions de température, charge partielle, dégivrage, paramètres de régulation, ...
 - **Collecte et compilation des résultats de la recherche aux différents niveaux de mise en œuvre (composant, unité, application)**
 - **Identification d'axes d'amélioration des composants, des unités et des stratégies de contrôle**
 - **Informations utiles pour des guidelines, des supports de formations et des travaux normatifs**
- Dissémination
 - **Workshop, Mostra Convegno (IT), 17-20 mars 2020**

ACOUSTIC SIGNATURE OF HEAT PUMPS

Lw - dB(A)



ANNEX

51

PAC air/eau 8 kW

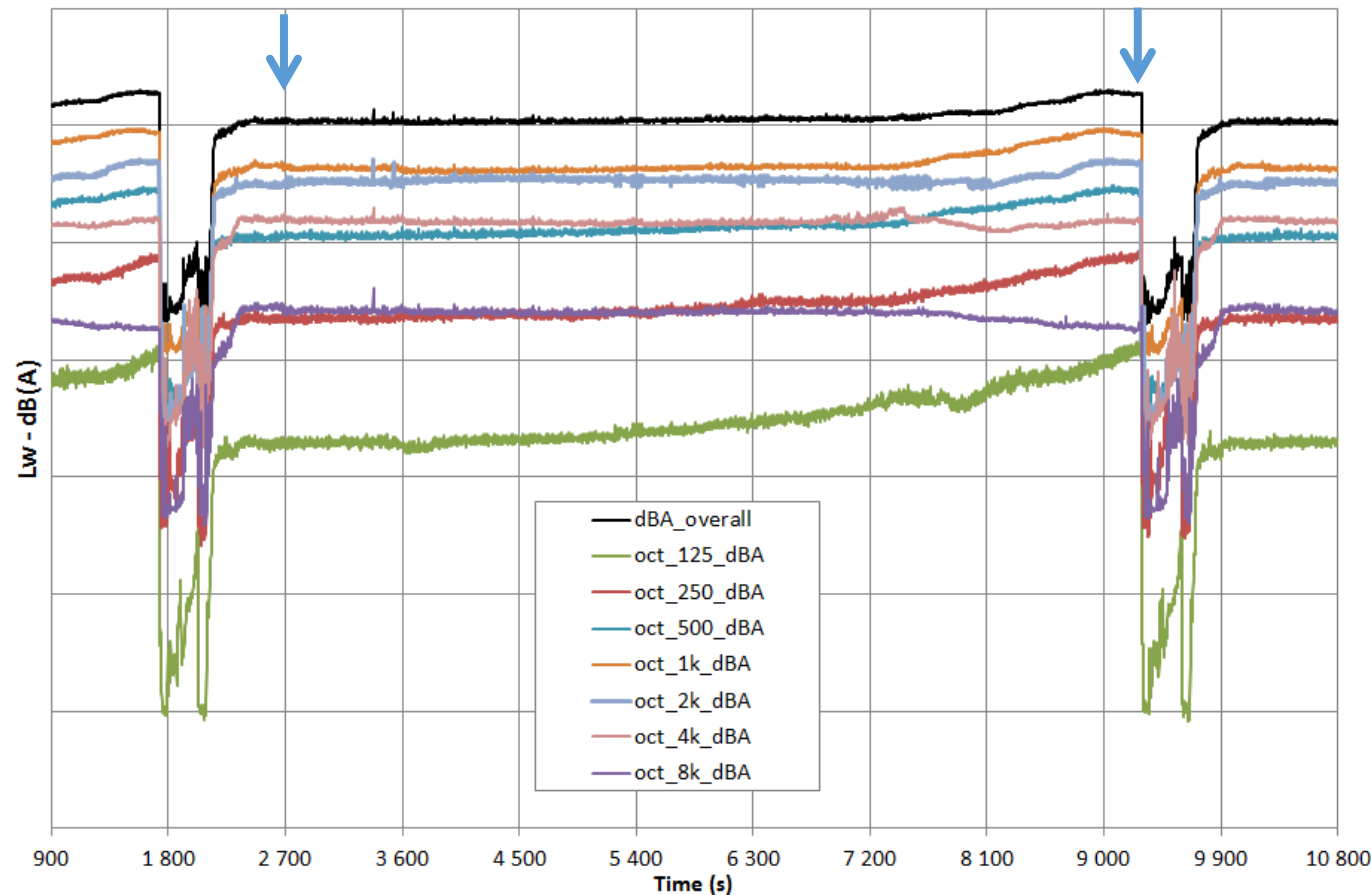
- Niveau sonore selon conditions opératoires

ACOUSTIC SIGNATURE OF HEAT PUMPS

ANNEX

51

#3 - A7(6) W30/35 freq max



PAC air/eau 8 kW

- Givrage : augmentation du niveau sonore
- Variation en fonction des fréquences (ex. 125 Hz vs 8 k)
- Globalement + 3 dB(A)

LONG TERM PERFORMANCE MEASUREMENT OF GSHPs IN COMMERCIAL, INSTITUTIONAL AND MULTI-FAMILY BUILDINGS

ANNEX

52

- 1^{er} janvier 2018 – 31 décembre 2021
- Participants : DE, FI, NL, NO, **SE**, UK, USA
- Objectifs
 - **Établir une base de données de mesure sur site de PAC géothermiques pour les bâtiments commerciaux et institutionnels et les immeubles collectifs.**
 - Représentative des mesures de performance des systèmes du monde entier et constituant un ensemble de cas de référence pour une analyse comparative
 - **Améliorer la méthodologie existante pour la caractérisation des performances des PAC géothermiques mesurées sur site et permettre une comparaison des systèmes existants**
 - **Diagnostiquer les installations ayant de faibles performances et identifier les pistes d'amélioration**

LONG TERM PERFORMANCE MEASUREMENT OF GSHPs IN COMMERCIAL, INSTITUTIONAL AND MULTI-FAMILY BUILDINGS

ANNEX

52

- Task 1 : Recensement des cas de mesures sur site
 - **38 sites instrumentés en cours dans les 7 pays participants**
 - **45 publications avec des données de performance saisonnière (SPF) + 14 autres moins détaillées**
- Task 2 : Rédaction d'un guide pour l'instrumentation et la mesure des performances des PAC géothermiques
 - **Projet de guide discuté en réunion de mai 2019**
- Task 3 : Rédaction d'un guide pour le suivi et l'analyse des données de performances des PAC géothermiques
 - **Délimitation du système et définitions de SPF analysées et discutées à la réunion de mai 2019**

ADVANCED COOLING / REFRIGERATION TECHNOLOGIES DEVELOPMENT

ANNEX

53

- 12 octobre 2018 – 31 décembre 2021
- Participants : DE, IT, SE, SKR, **USA**
- Contexte
 - **Augmentation de la demande mondiale de refroidissement, déshumidification et réfrigération**
 - **Il sera donc extrêmement difficile d'atteindre les objectifs énergétiques et climatiques mondiaux**
 - **Pour remédier à cela, quelles actions la communauté mondiale HVAC & R peut-elle prendre pour réduire l'impact de cette croissance de la demande?**

ADVANCED COOLING / RÉFRIGÉRATION TECHNOLOGIES DEVELOPMENT

ANNEX

53

- Objectifs
 - **Mettre au point des solutions technologiques pour les systèmes de climatisation / réfrigération à plus haut rendement énergétique, afin de réduire au minimum les augmentations de consommation d'énergie prévues**
- Deux voies technologiques possibles étudiées
 - **Compression de vapeur avancée avec des fluides frigorigènes à (très) faible GWP**
 - **Technologies alternatives non traditionnelles**
 - Froid magnétocalorique (application d'un champ magnétique qui fait augmenter la température d'un matériau) : haute efficacité
 - Froid élastocalorique (utilisation de la mémoire de forme des alliages) : coût moindre

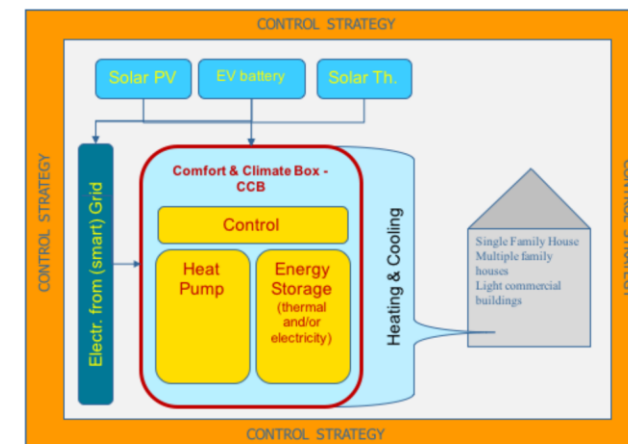
COMFORT & CLIMATE BOX

(cf. webinaire de juin 2019)

ANNEX

55

- 1^{er} avril 2019 – 30 septembre 2021
- Participants : AT, CDN, CH, IT, **NL**, SE, UK, FR
- Annexe jointe avec AIE PCT ECES "Energy Conservation through Energy Storage" (ECES Annexe 34)
- Définition d'un CCB
 - **Unité physique intégrant une pompe à chaleur, un module de stockage d'énergie et les contrôles associés**
 - **Composants conçus pour fonctionner ensemble de manière modulaire et être exploités dans le cadre d'une stratégie de contrôle intégrée, spécifique et optimale**
- Alimentation électrique : réseau, PV et/ou EV



COMFORT & CLIMATE BOX

(cf. webinaire de juin 2019)

ANNEX

55

- Objectifs
 - **Faire la démonstration de la pertinence et de la disponibilité (ou presque) de tels systèmes avec des prototypes développés à partir de briques existantes**
 - **Accélérer le développement de ces solutions**
- Travaux
 - **Systèmes existants et définition de solutions**
 - **Évaluation des solutions selon critères de qualité**
 - **Feuille de route pour une mise en œuvre et un déploiement réussis**

