



La 4^{ème} journée de la Pompe à Chaleur

La Pompe à Chaleur au cœur des enjeux CO₂



3 Tables rondes, des chiffres, des perspectives, des témoignages, des échanges

Sur le thème « La Pompe à Chaleur au cœur des enjeux CO2 »



8h30 Accueil des participants

9h00 Introduction par Thierry NILLE, Président de l'AFPAC

9h15 Table Ronde 1

Evolution du marché des PAC et perspectives

La place de la PAC en Europe, évolution des marchés : EHPA

La place de la PAC en France, les derniers chiffres de marché : AFPAC

Scénario Energie Climat de l'ADEME 2035 – 2050 : ADEME

Echanges avec la salle

10h50 « PAC filière d'excellence » : vidéo

11h00 à 11h30 Pause-café

11h30 Table Ronde 2 : PAC et défi CO₂

La Charte européenne Decarbheat : « agir ensemble pour décarboner l'Europe » : EHPA

Le Plan Logement Neuf & Rénovation – Label E+C- : DHUP

La Stratégie nationale Bas carbone appliquée au bâtiment : EDF

La place de la PAC dans le Label E+C- : UNICLIMA

Le règlement F-Gas et ses impacts sur les fluides : UNICLIMA

L'empreinte Carbone PAC avec le Tewi : Groupe ATLANTIC

Echanges avec la salle

12h30 Cocktail

14h00 Les actions de l'AFPAC : vidéo

14h10 Présentation : Les enjeux de développement de la PAC en rénovation

Les aides actuelles et à venir

pour le développement de la chaleur renouvelable : DGEC

La relance de la Géothermie assistée par la PAC : AFIG

La maintenance du Parc des Pompes A Chaleur : SYNASAV

Echanges avec la salle

14h50 Table ronde 3 : La PAC du futur

Panorama des évolutions technologiques : CETIAT

La PAC au CO₂ en Tertiaire : MITSUBISHI ELECTRIC

La PAC Hybride : GrDF

La PAC Gaz : boostHEAT

La PAC connectée : DAIKIN

Diagnostic embarqué des performances des PAC : EDF R&D

Echanges avec la salle

16h15 **Communication** : François-Michel LAMBERT Député de la 10^{em} circonscription des Bouches du Rhône, Président-fondateur de l'Institut national de l'économie circulaire

16h45 **Mot du Président** : Thierry NILLE, Président de l'AFPAC

17h00 à 18h00 Champagne de clôture



La 4^{ème} journée de la Pompe à Chaleur

Introduction

Thierry NILLE - Président de l'AFPAC



Table-ronde : Evolution du marché des PAC et perspectives



La place de la PAC en Europe, évolution des marchés

Thomas NOWAK – EHPA

La place de la PAC en France, les derniers chiffres de marché

Thierry NILLE – AFPAC

Scénario Energie Climat de l'ADEME 2035 – 2050

Nicolas DORÉ - ADEME



La 4^{ème} journée de la Pompe à Chaleur

La place de la PAC en Europe, évolution des marchés

Thomas NOWAK

Association Européenne des Pompes à Chaleur (EHPA)



Parlons sur la pompe à chaleur en Europe, ça veut dire ...

- Chauffage
- Refroidissement
- Eau chaude

- Pour toutes les zones climatiques
Froides, Moyennes, Chaudes

- Le résidentiel
- Le tertiaire
- Les applications industrielles

- Seul ou combiné (hybride)



Association Européenne Des Pompes à Chaleur (EHPA)

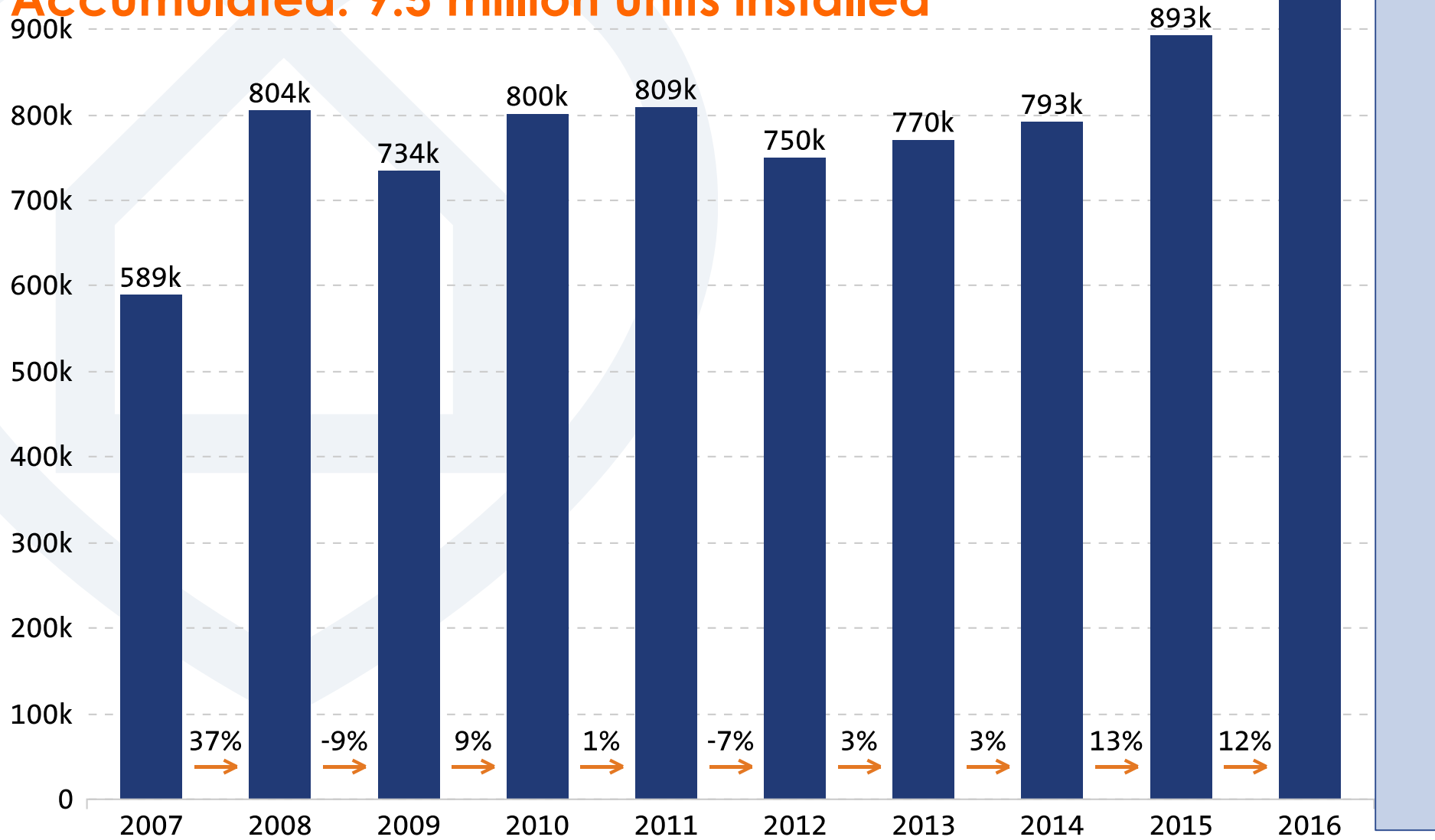
- 121 Membres dans 22 pays (Statuts 09/2017)
 - Fabricants de Pompes à Chaleur
 - Fabricants de Composants
 - Associations Nationales
 - Consultants
 - Instituts d'Essais & de Recherche
- Représentation à échelle Européenne de l'industrie des Pompes à Chaleur
- Siège à Bruxelles

EHPA représente la majorité des acteurs dans l'industrie des PAC dans l'UE!



Développement du marché 2007 – 2016

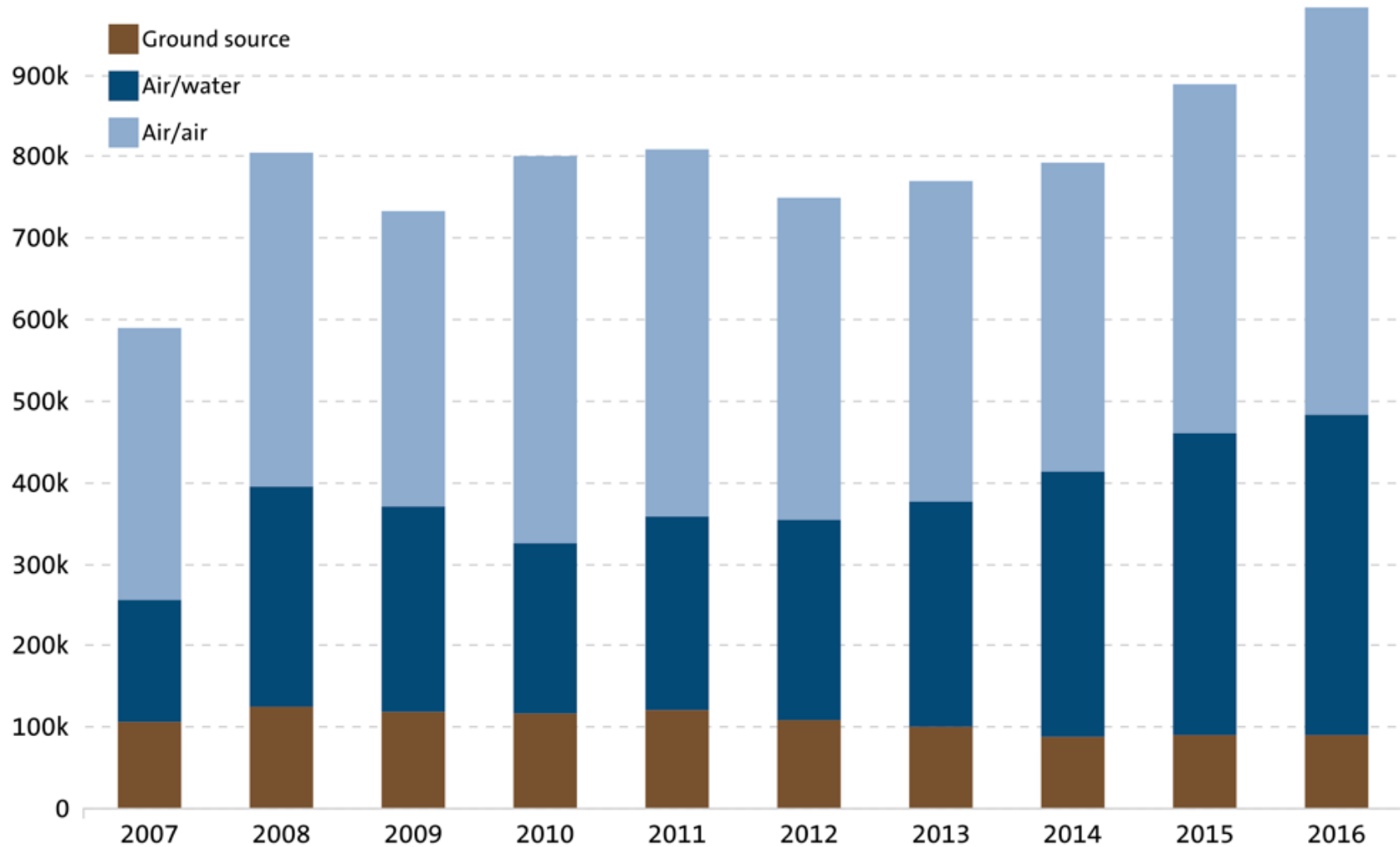
Accumulated: 9.5 million units installed



Ventes de Pompes à Chaleur de 2007 – 2016

Par Source d'Énergie

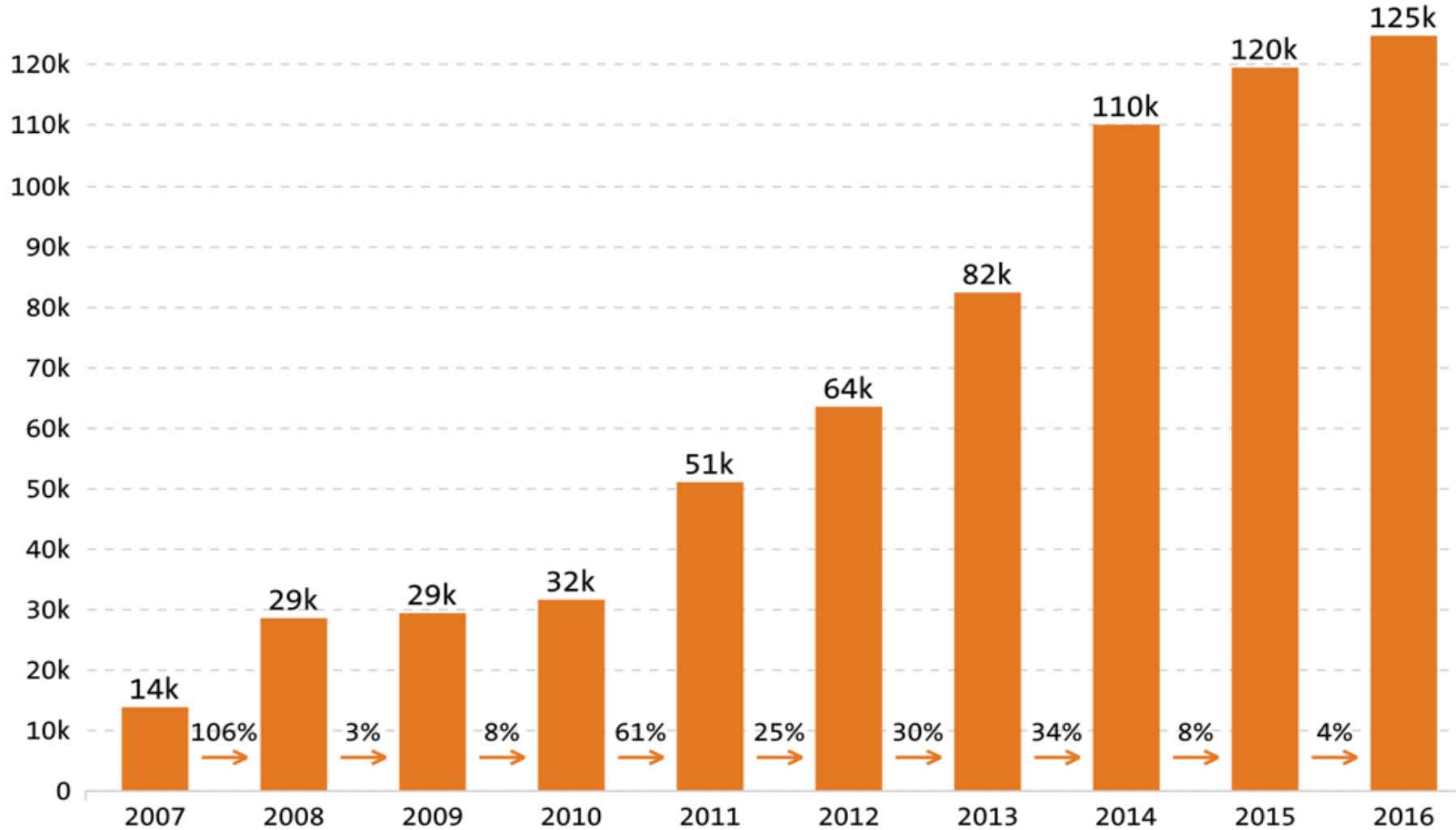
Tendance #1: source air



Heat Pump city of the year:
Vienna, and other examples
| T. Nowak | HRE4 meeting
| 25.01.2018

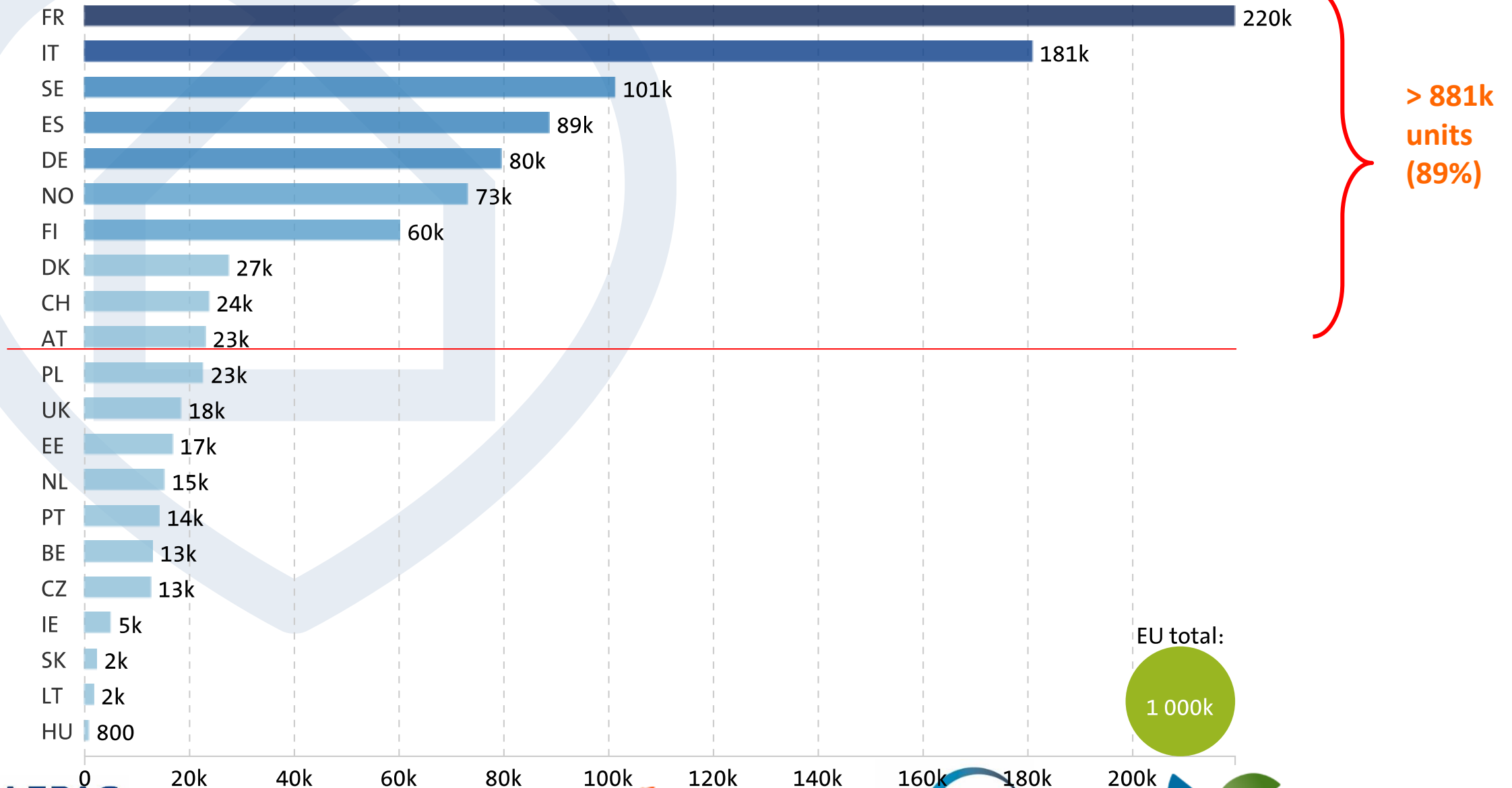
*For some definitions of heat pumps the energy source is unknown (e.g. district heating). Those are omitted here.

Ventes Eau Chaude Sanitaire 2007 - 2016

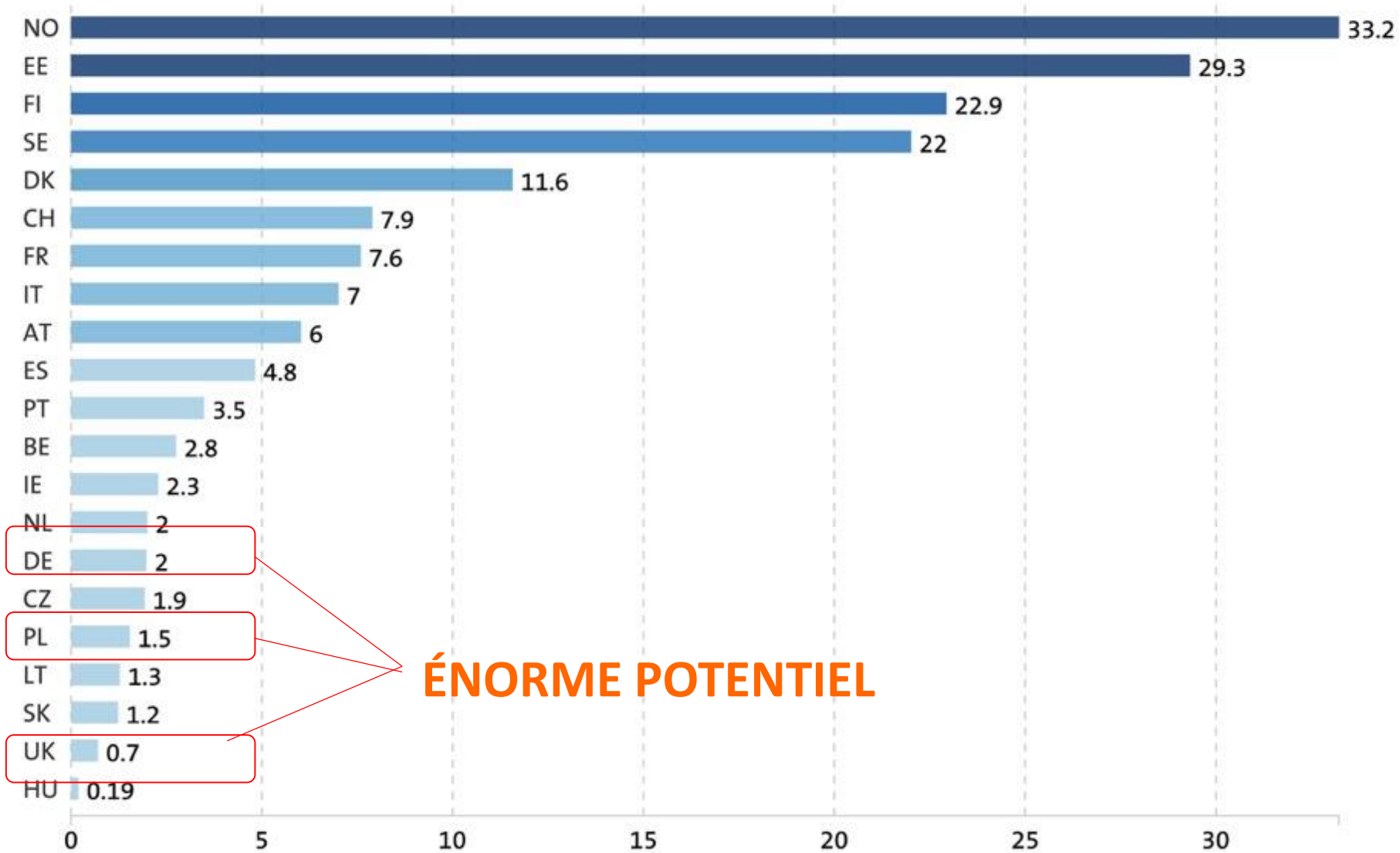


Heat Pump city of the year: Vienna, and other examples | T. Nowak | HRE4 meeting | 25.01.2018

Top 10 marchés des Pompes à Chaleur par volume



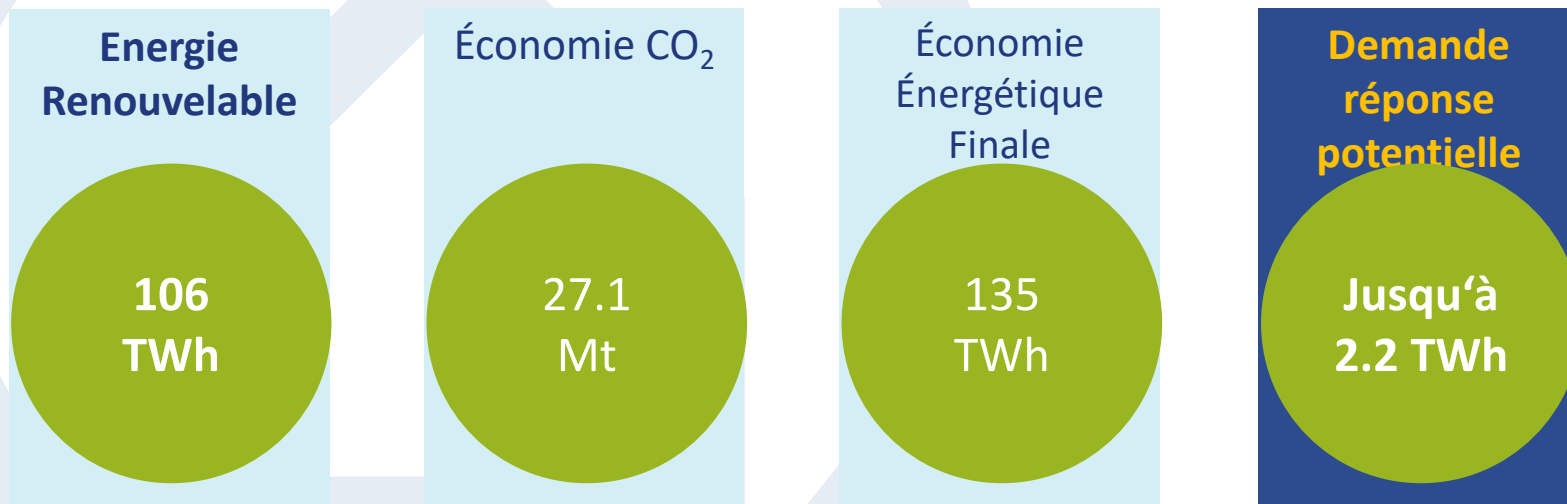
Performance de Marché: Ventés par 1000 ménages



ÉNORME POTENTIEL

Bénéfices Pompes à Chaleur 2016

Sur base des 9.5 millions de pompes à chaleur installées



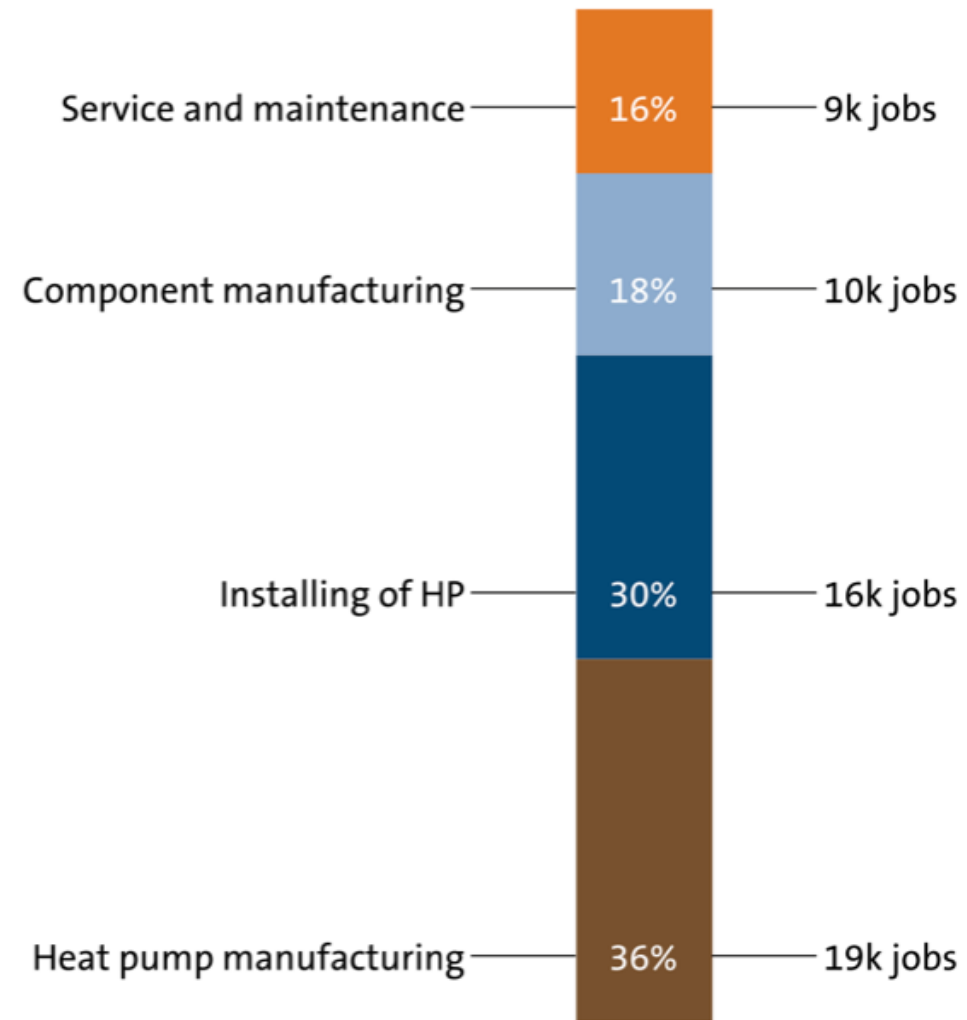
Flexibilité côté demande (potential théorique):
3,6 – 11 GWh par instance

Supposant 200 instances (potential théorique):
0.7 – 2.2 TWh par an

Heat Pump city of the year: Vienna, and other examples | T. Nowak | HRE4 meeting | 25.01.2018

Emploi 2016 en homme/an: 53 155

- L'emploi total est plus élevé
- Le leadership technologique est (encore) en Europe



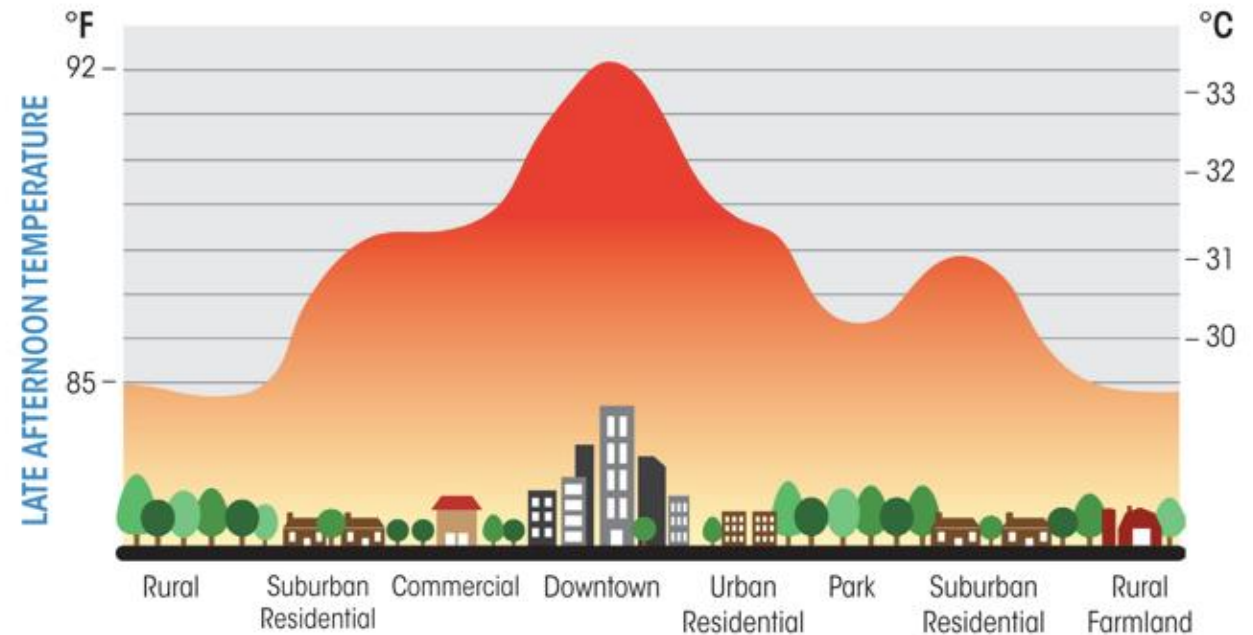
Les bénéfiques des pompes à chaleur: moins de pollution aérienne dans les villes: exemple Cracovie



Fot. Bogdan Achimescu

Réduction de l'Îlot de chaleur urbain

- Pas de pollution thermique des villes suite à la chaleur résiduelle
- Les besoins de refroidissement peuvent être couverts par surplus énergétique Photovoltaïque (PV)
- Si gérée correctement : la chaleur résiduelle de refroidissement/air conditionné peut devenir une source d'énergie



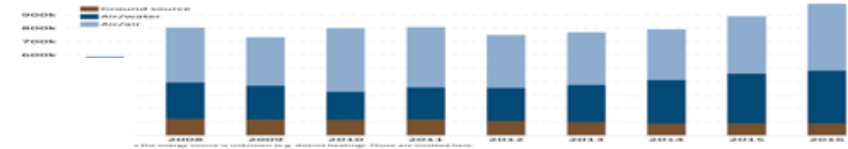
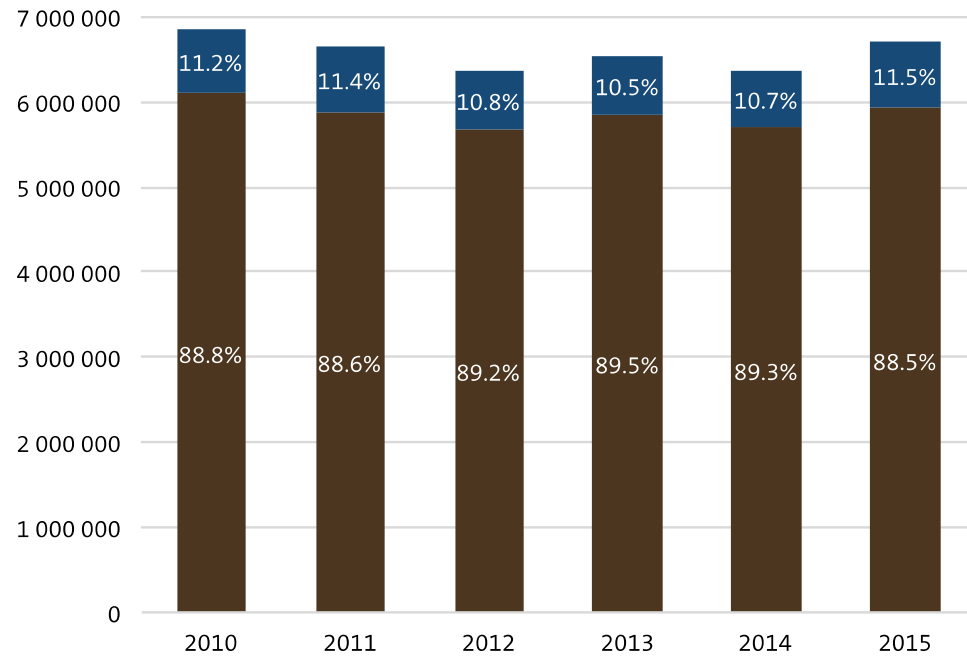
Heat Pump city of the year: Vienna, and other examples | T. Nowak | HRE4 meeting | 25.01.2018

La perception politique de la pompe à chaleur en Europe

- Technologie complètement reconnue comme contribuant au :
 - RES
 - Rendement énergétique
 - Réduction des émissions de CO₂
 - Nouveau: exigeant côté responsabilité, connection secteur
- Lutte toujours contre la position dominante des énergies fossiles
 - Subsidés
 - Les énergies fossiles ne paient pas pour l'impact négatif sur l'environnement

Marché Européen des chaudières 2016

6.5 millions chaudières vendues par année vs. stock de pompes à chaleur de 9.5 Mil.



■ Heating HP
■ Boilers

Source: BRG / EHPA



DECARB HEAT

Acting together to decarbonise Europe

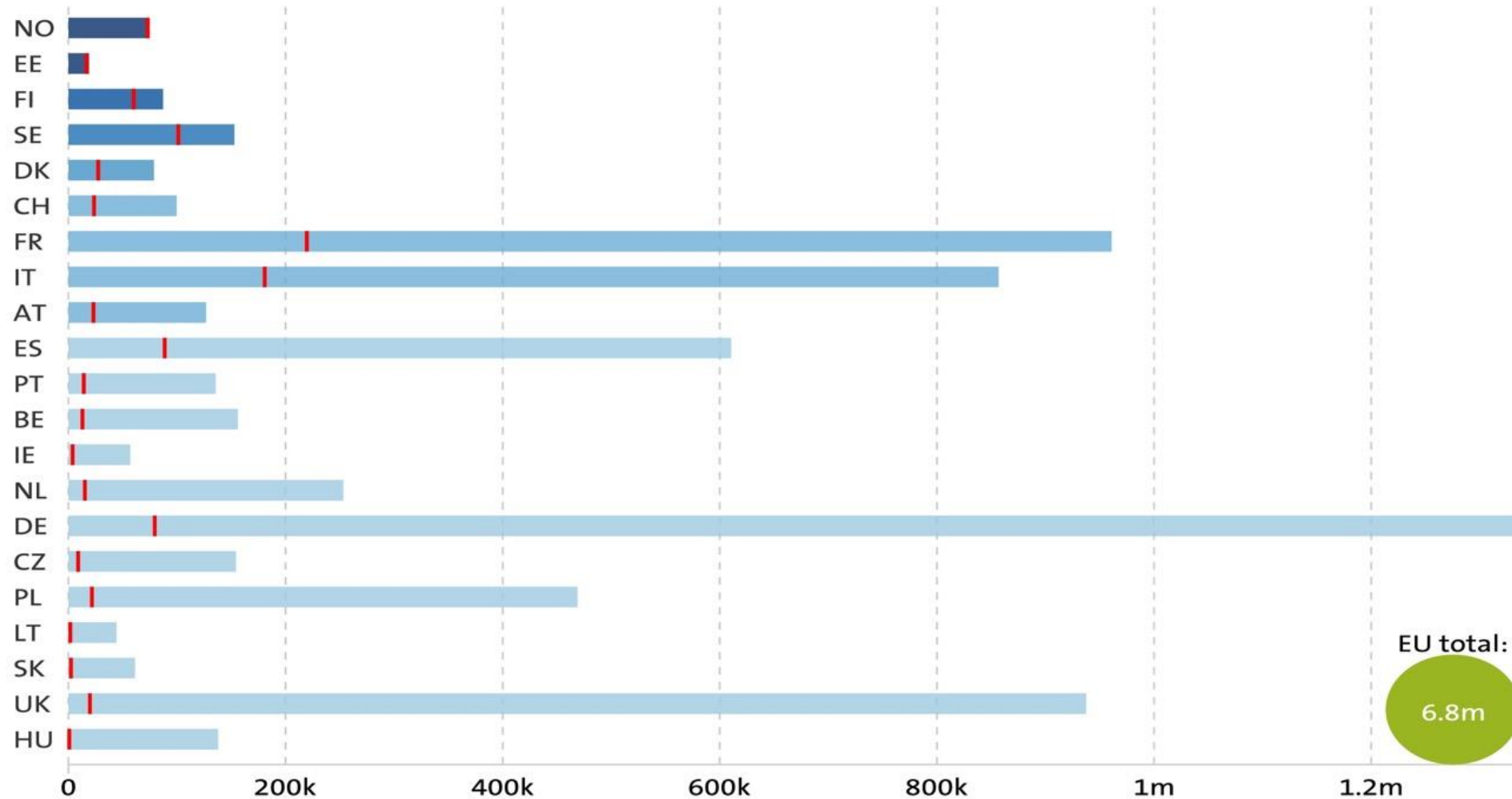
„une initiative pour transformer en réalité la vision des systèmes de chauffage et refroidissement 100% décarbonés d'ici 2050 en Europe. “

www.decarbheat.eu

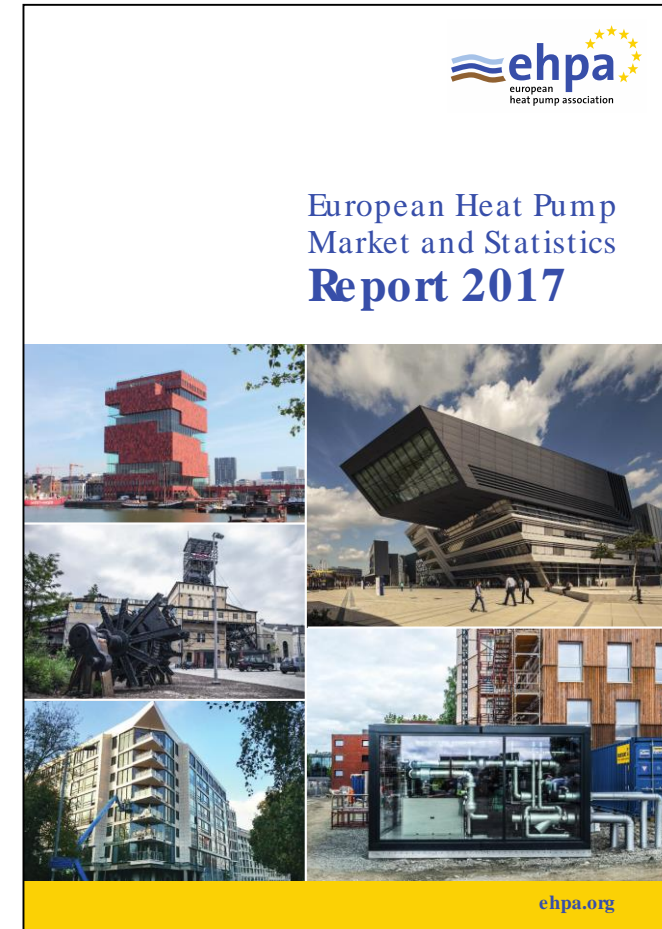
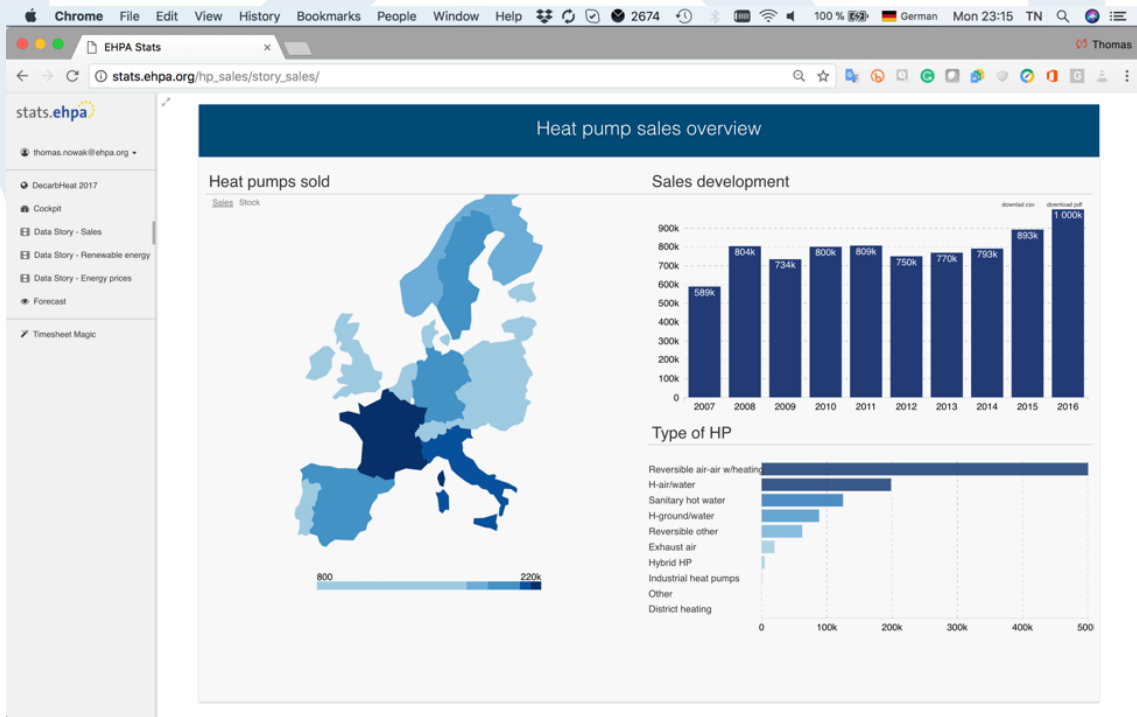


Si la Norvège était partout...

Ventes potentielles de pompes à chaleur par année



Détails en version imprimable ou dynamique sur stats.ehpa.org





La 4^{ème} journée de la Pompe à Chaleur

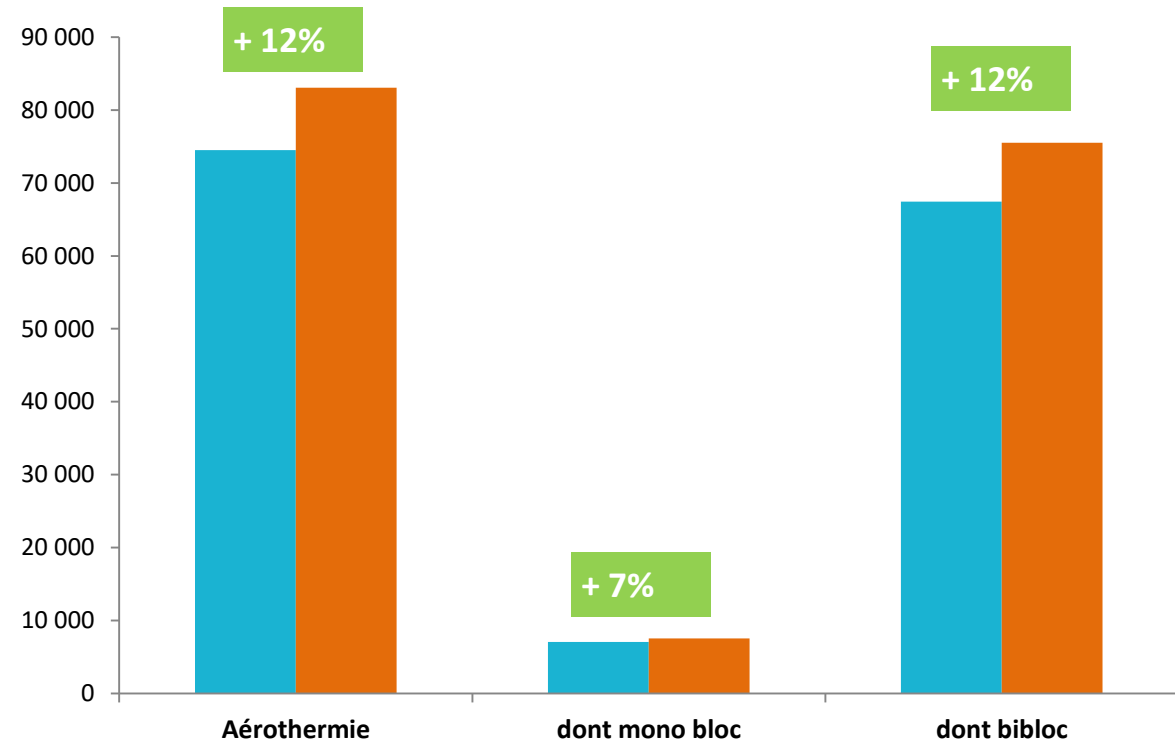
La place de la PAC en France, les derniers chiffres de marché

Thierry NILLE, Président de l'AFPAC

- **Aérothermie**

+ 12 %

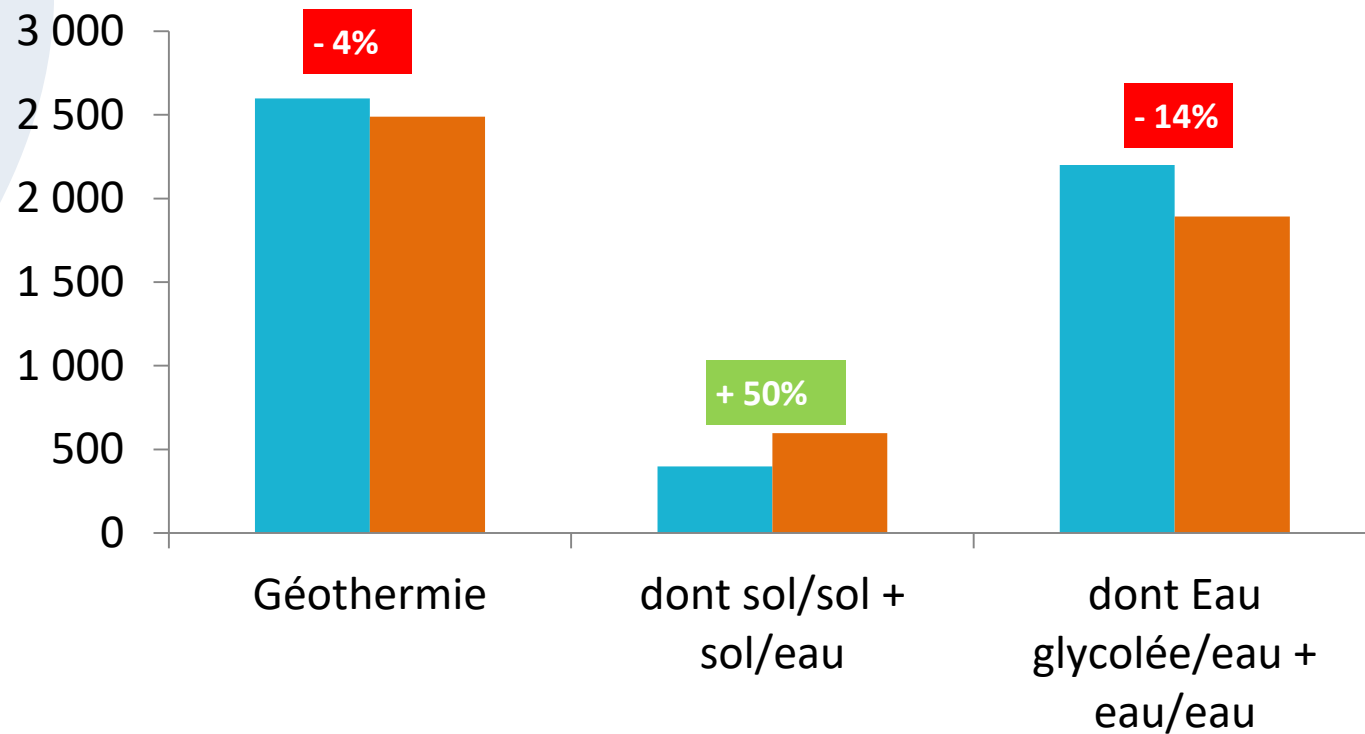
Volume 2016 vs Volume 2017



- **Géothermie**

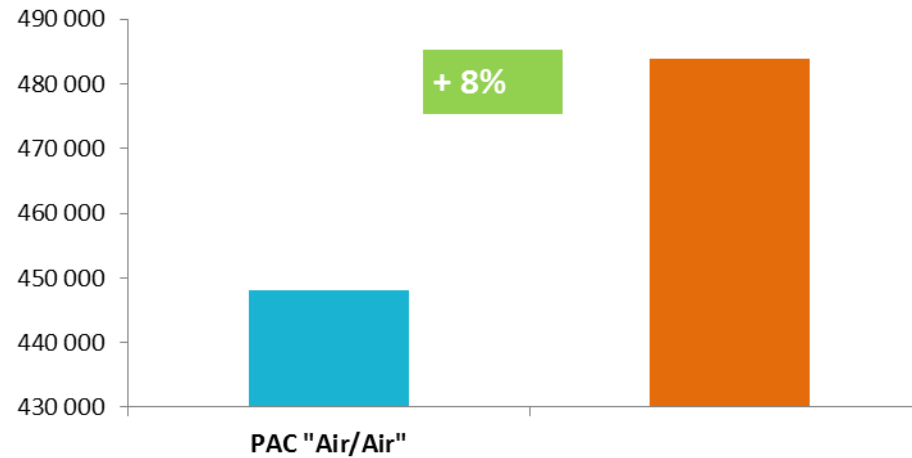
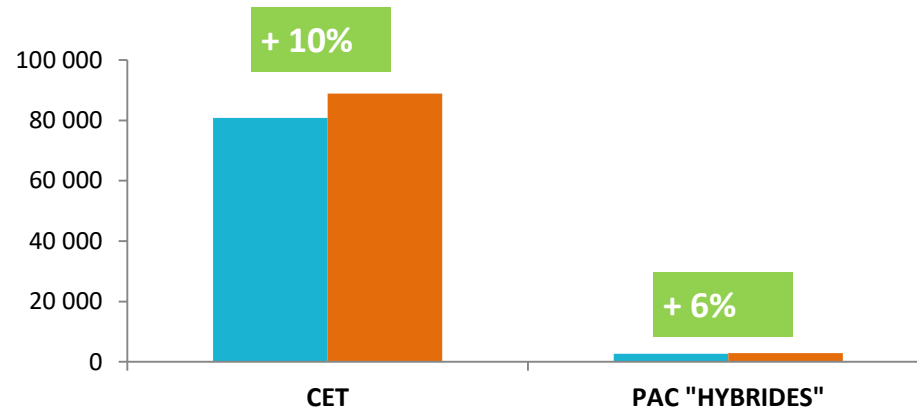


Volume 2016 vs Volume 2017



- **CET** + 10 %
- **PAC « HYBRIDES »** + 6 %
- **PAC « AIR/AIR »** + 8 %

Volume 2016 vs Volume 2017





La 4^{ème} journée de la Pompe à Chaleur



Vision Energie Climat ADEME 2035-2050

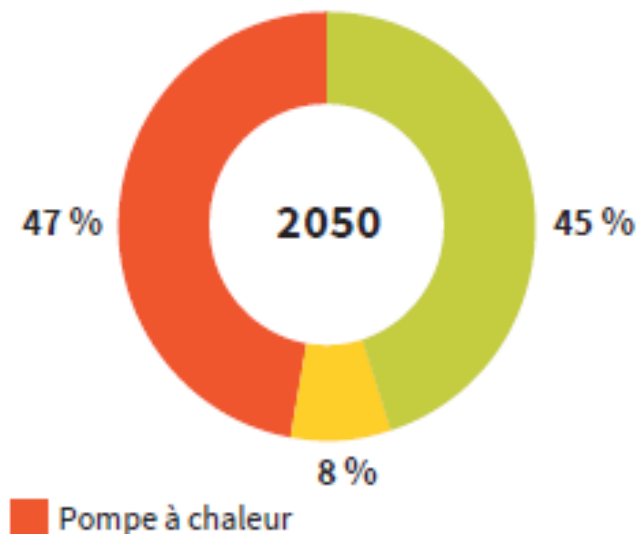
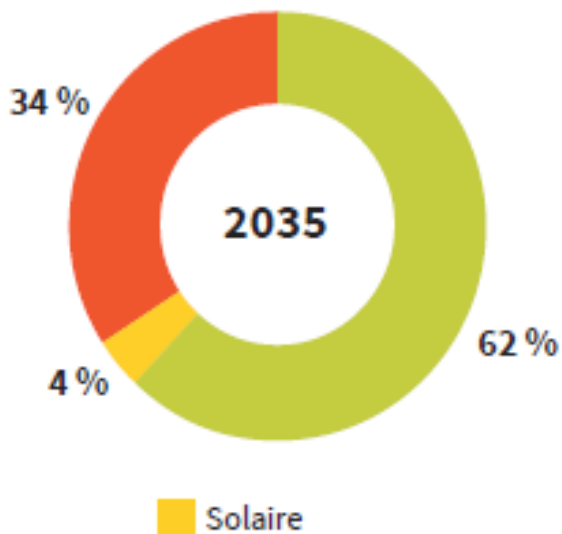
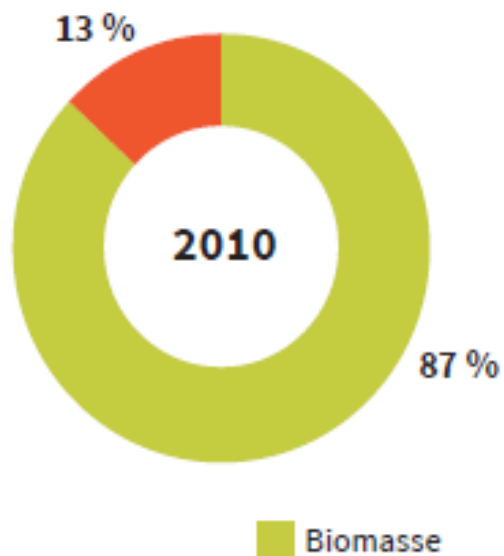
Nicolas Doré
ADEME
Service Bâtiment



En résidentiel, part des PAC dans la chaleur renouvelable



CHALEUR ET SOURCES D'ÉNERGIES RENOUVELABLES EN USAGE DIRECT DANS LE RÉSIDENTIEL



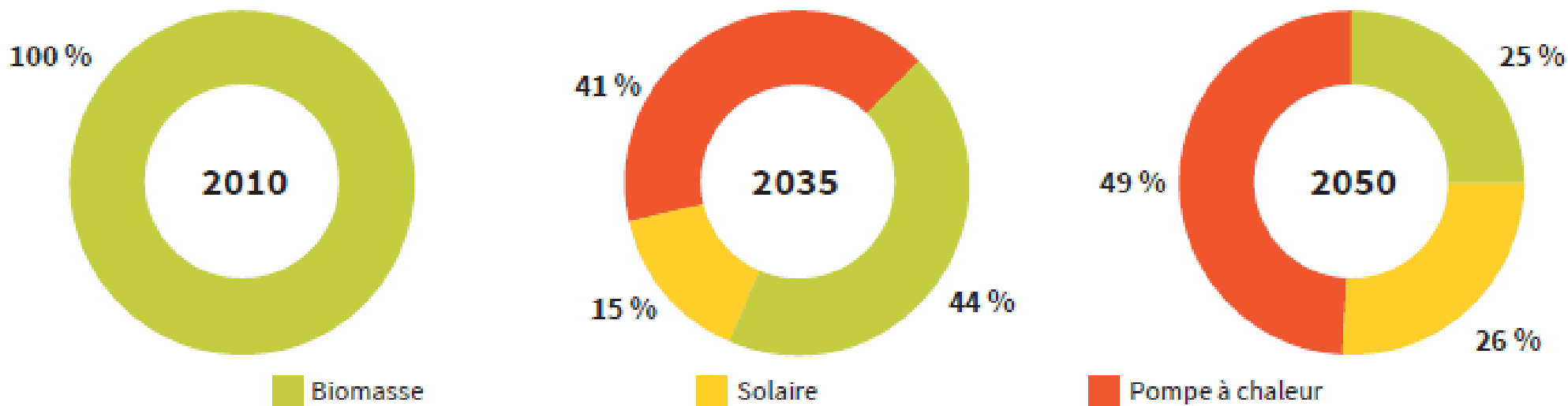
	2010	2035	2050
Biomasse	87 %	62 %	45 %
Solaire	0 %	4 %	8 %
Pompes à chaleur	13 %	34 %	47 %



En tertiaire, part des PAC dans la chaleur renouvelable



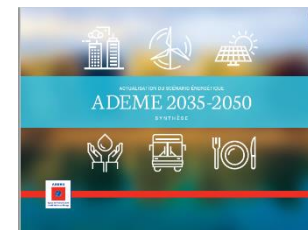
CHALEUR ET SOURCES D'ÉNERGIES RENOUVELABLES EN USAGE DIRECT DANS LE TERTIAIRE



	2010	2035	2050
Biomasse	100 %	44 %	25 %
Solaire	0 %	15 %	26 %
Pompes à chaleur	0 %	41 %	49 %

1. En résumé, déploiement massif de toutes les formes de PAC :

- Elec, hybrides et gaz
- Aérothermiques et géothermiques, réversibles
- CET pour l'ECS



2. Pour atteindre ces objectifs, la PAC

- Ne doit plus être qu'un produit haut de gamme
- Doit aller vers plus d'efficacité énergétique et environnementale
 - En chauffage et en clim
 - Moins de CO₂ et de matière première



La 4^{ème} journée de la Pompe à Chaleur

Échanges avec la salle





La 4^{ème} journée de la Pompe à Chaleur

La PAC, filière d'excellence



Table-ronde : PAC et défi CO₂



La Charte européenne Decarbheat : « agir ensemble pour décarboner l'Europe »

Oliver JUNG - EHPA

Le Plan Logement Neuf & Rénovation – Label E+C-

Florent MERLE - DHUP

Stratégie nationale Bas carbone appliquée au bâtiment

Chantal DEGAND – EDF

La place de la PAC dans le Label E+C-

Valérie LAPLAGNE - UNICLIMA

Le règlement F-Gas et ses impacts sur les fluides

Valérie LAPLAGNE - UNICLIMA

L'empreinte Carbone PAC avec le Tewi

Eric BATAILLE – Groupe ATLANTIC



La 4^{ème} journée de la Pompe à Chaleur

La Charte européenne Decarbheat : « agir ensemble pour décarboner l'Europe »

Oliver JUNG - EHPA





La 4^{ème} journée de la Pompe à Chaleur



DECARB HEAT

Acting together to decarbonise Europe

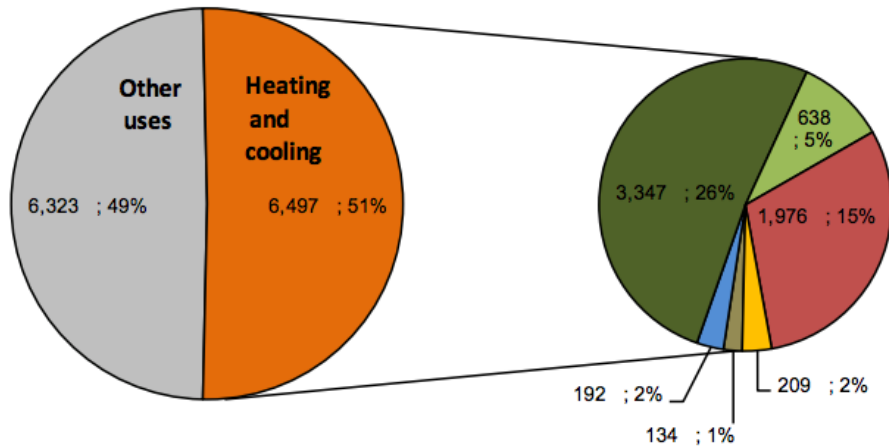
Oliver JUNG

Association européenne des pompes à chaleur (EHPA)

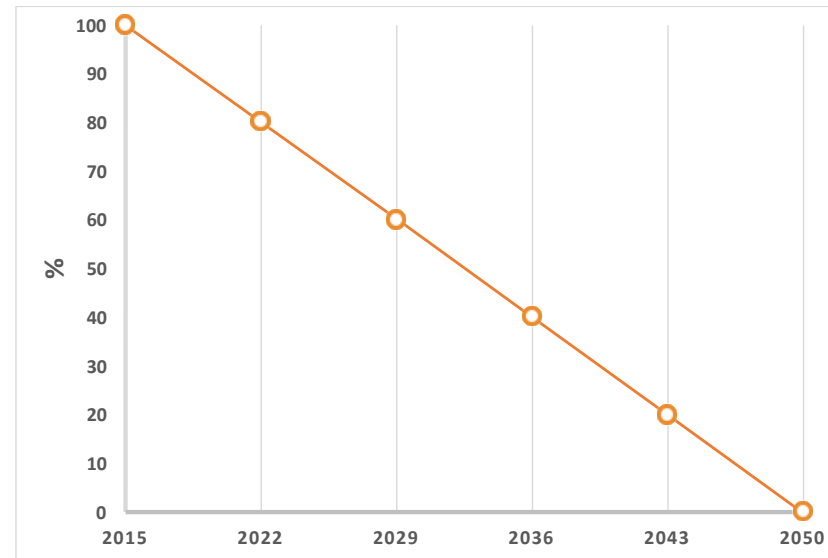




Pourquoi/ Pourquoi 'DecarbHeat?'



- Space cooling
- Process cooling
- Space heating
- Water heating
- Process heating
- Cooking
- non-H/C*



Decarboniser le système de chauffage en Europe signifie une réduction des émissions moyennes de 20pp tous les 7 ans!



DECARB HEAT
Acting together to decarbonise Europe

En quoi consiste 'DecarbHeat'?

La vision DecarbHeat

Un système de chauffage et de refroidissement à 100% decarbonisé en 2050

Engagements
de l'industrie
DecarbHeat

Déclaration
de soutien
DecarbHeat

Requêtes
politiques
DecarbHeat

Plateforme d'action
DecarbHeat

Où en sommes-nous?



Février 2018
Lancement des groupes
de travail

2019-2020
Elections européennes
Nouvelle Commission européenne
Le chauffage et le refroidissement
comme nouvelles priorités
politiques?

2050
La vision DecarbHeat
est devenue réalité

11-12 mai 2017
Lancement
formel de
DecarbHeat

6 décembre 2017
Lancement des travaux
de la Plateforme
DecarbHeat

Printemps 2018?
Grande conférence
européenne sur le chauffage
et le refroidissement en Europe

...



La 4^{ème} journée de la Pompe à Chaleur

Le Plan Logement Neuf & Rénovation Label E+C-

Florent Merle -

Direction de l'Habitat, de l'Urbanisme et des Paysages (DHUP)



Concertation sur le plan rénovation énergétique des bâtiments

Le plan rénovation des bâtiments est la feuille de route qui décline, sur le quinquennat, le Plan Climat pour ce secteur

45 %

*PART DU SECTEUR
RÉSIDENTIEL-TERTIAIRE DANS
LA CONSOMMATION
ÉNERGÉTIQUE*

+ 10,4 %

*HAUSSE DE LA
CONSOMMATION
ÉNERGÉTIQUE DANS LE
SECTEUR DU BÂTIMENT DEPUIS
1992*

27 %

*PART DU SECTEUR
RÉSIDENTIEL / TERTIAIRE
DANS LES ÉMISSIONS DE GAZ À
EFFET DE SERRE*

7 millions

LOGEMENTS MAL ISOLÉS

3,8 millions

*MÉNAGES EN SITUATION DE
PRÉCARITÉ ÉNERGÉTIQUE*

14 %

*DES MÉNAGES ONT FROID
DANS LEUR LOGEMENT EN
HIVER*



13 ACTIONS

4 AXES



Axe 1

Faire de la rénovation énergétique des bâtiments une priorité nationale mieux identifiée et pilotée en associant l'ensemble des parties prenantes

Axe 2

Massifier la rénovation des logements en industrialisant les actions les plus efficaces, et en donnant la priorité à la lutte contre la précarité énergétique

Axe 3

Accélérer la rénovation des bâtiments tertiaires, en particulier dans le parc public au travers de la mobilisation de nouveaux financements et en ciblant les bâtiments du quotidien des Français

Axe 4

Accompagner l'évolution des compétences de la filière du bâtiment et le développement de l'innovation pour l'essor de solutions industrielles, fiables et compétitives



La concertation

Le projet de plan fait l'objet d'une concertation
pendant deux mois
pour écouter toutes les parties prenantes

Cette période de concertation va permettre :

de compléter et préciser le plan ;

de mobiliser les acteurs et de les **encourager à agir rapidement** ;

de faire la **promotion du plan** pour en assurer l'appropriation par le plus grand nombre ;

de faire **des territoires** les moteurs de la mise en œuvre du plan.

La concertation est organisée aux niveaux national et local.

<http://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr>



Référentiel « énergie-carbone » : qu'est-ce que c'est?

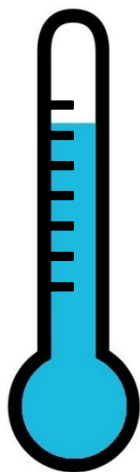
Performance **énergétique**

en phase d'usage

Energie 1
Energie 2

Energie 3

Energie 4



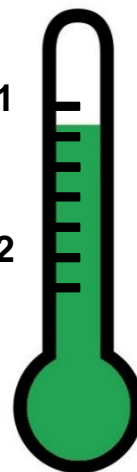
**Bilan
BEPOS**

Performance **environnementale**

sur le cycle de vie du bâtiment

Carbone 1

Carbone 2



CO₂

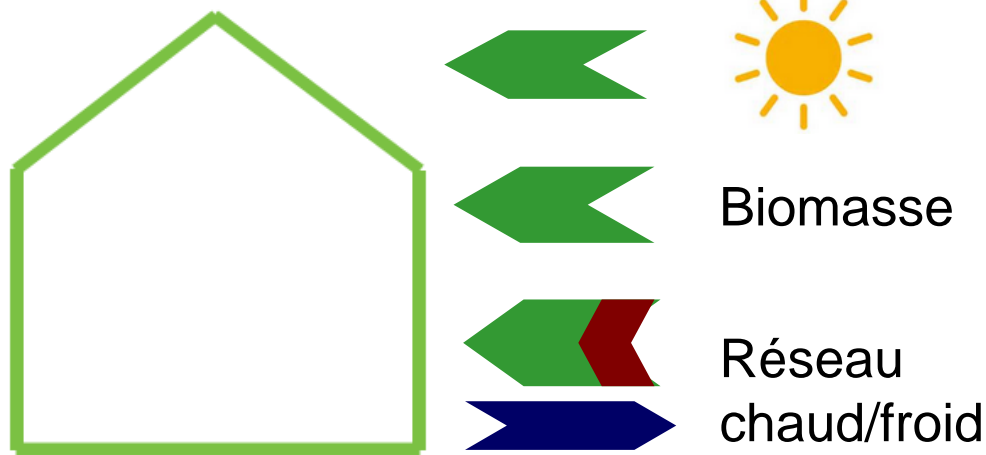
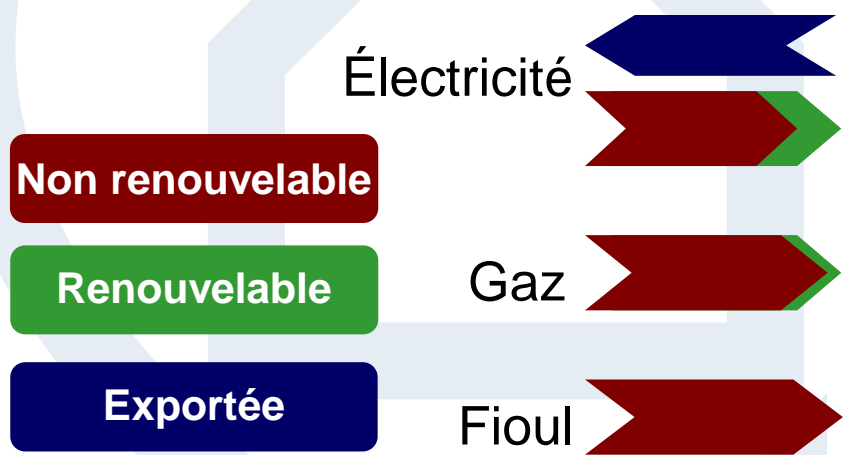
CO₂
du bâtiment

CO₂
produits &
équipements

Performance énergétique

en phase d'usage

$$\text{Bilan}_{\text{BEPOS}} = \sum \left[\text{Conso. d'énergie non renouvelable} - \text{Exportation d'énergie renouvelable} \right]$$

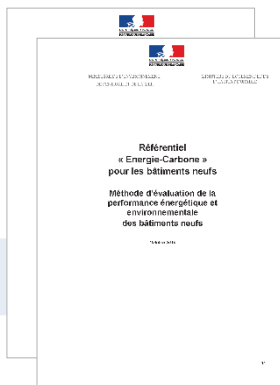


Performance environnementale sur le cycle de vie du bâtiment



Les 3 piliers de l'expérimentation

Référentiel
« énergie - carbone »



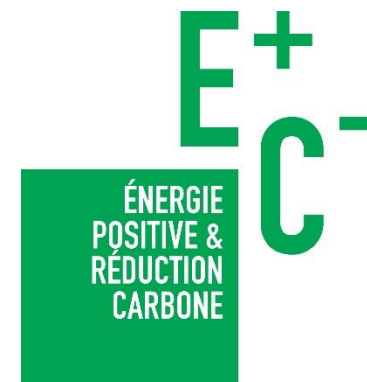
+

Observatoire



+

Label



Évaluer
sur une même
base

Capitaliser & Accompagner
les expériences les acteurs

Valoriser
les projets
pilotes

E+
C-

ÉNERGIE
POSITIVE &
RÉDUCTION
CARBONE

Un label délivré par 5 certificateurs



Pour les
maisons
individuelles

CertiveA

Pour les bâtiments
non résidentiels

E+
C-

ÉNERGIE
POSITIVE &
RÉDUCTION
CARBONE

presta**terre**
CERTIFICATIONS

Pour les logements
collectifs et maisons
individuelles

ASSOCIATION
QUALITEL
POUR LA QUALITÉ DU LOGEMENT

CERQUAL
QUALITEL CERTIFICATION

Pour le logement collectif et individuel
groupé, les résidences services et les
établissements médico-sociaux

 **PROMOTELEC
SERVICES**

Pour les logements
collectifs et maisons
individuelles



La 4^{ème} journée de la Pompe à Chaleur

Stratégie nationale Bas carbone appliquée au bâtiment

Chantal DEGAND – EDF



La 4^{ème} journée de la Pompe à Chaleur

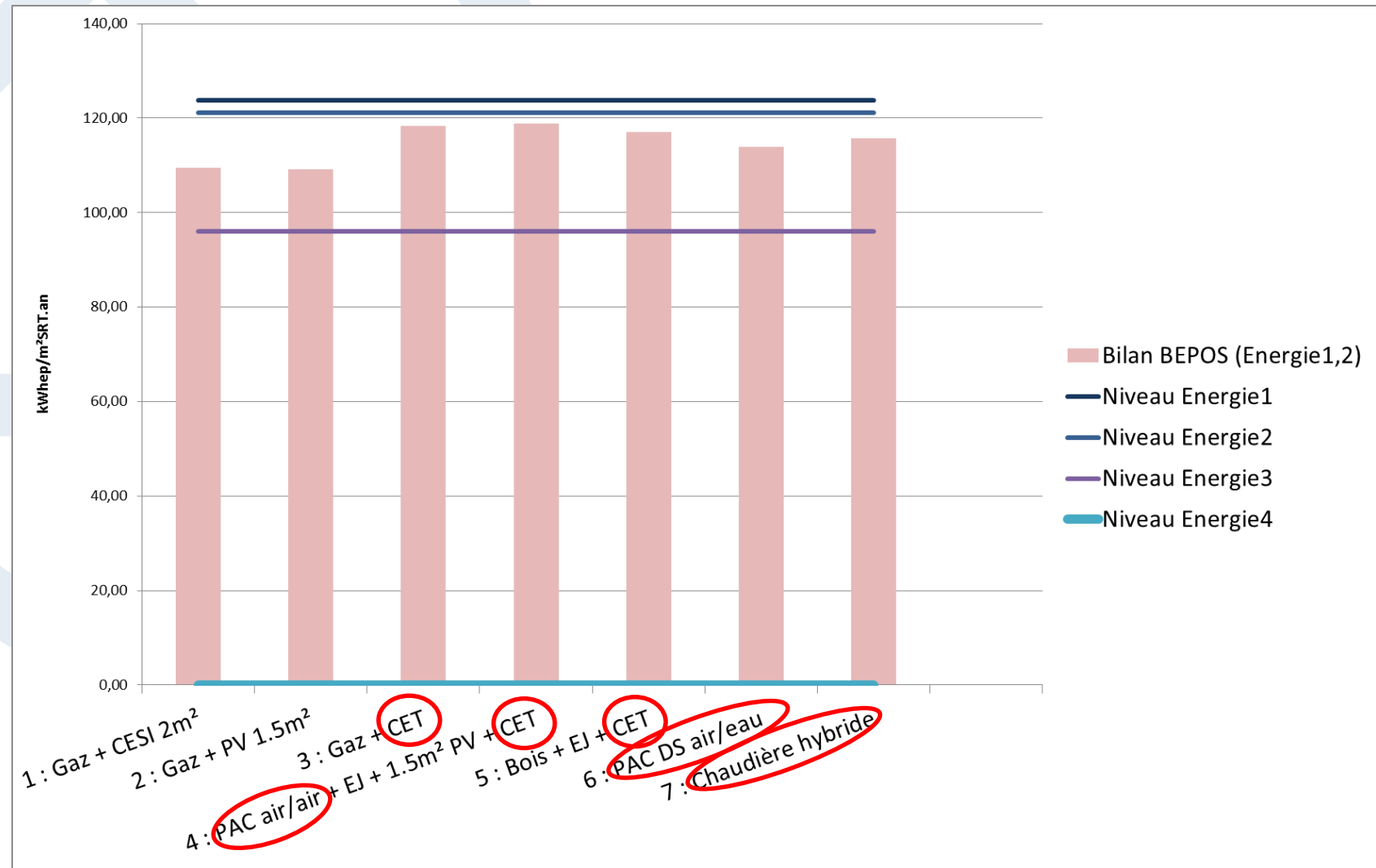
La place de la PAC dans le Label E+C-

Valérie LAPLAGNE - UNICLIMA

La PAC dans le Label E+C-



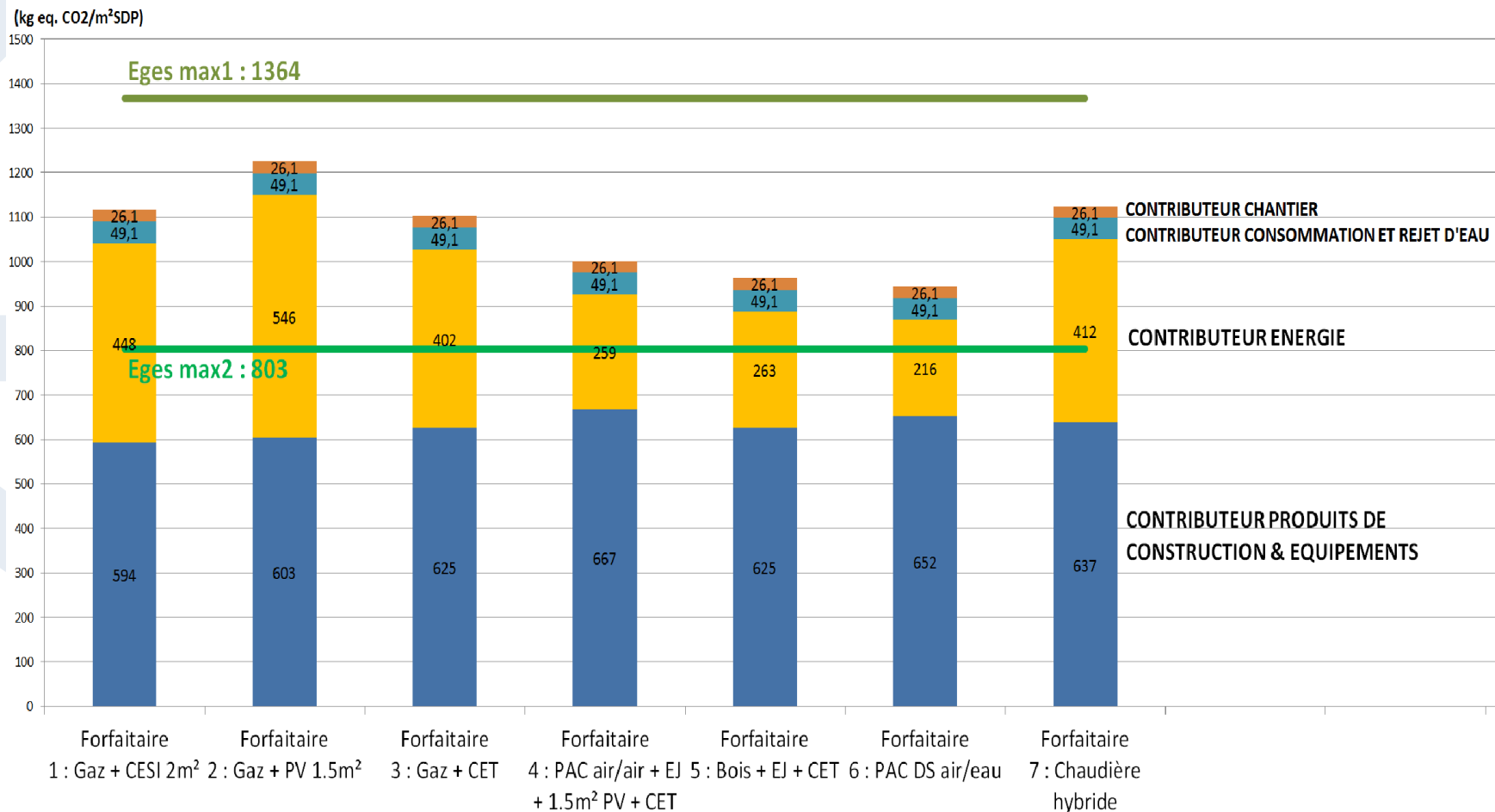
Maison individuelle
Calcul Energie



La PAC dans le Label E+C-



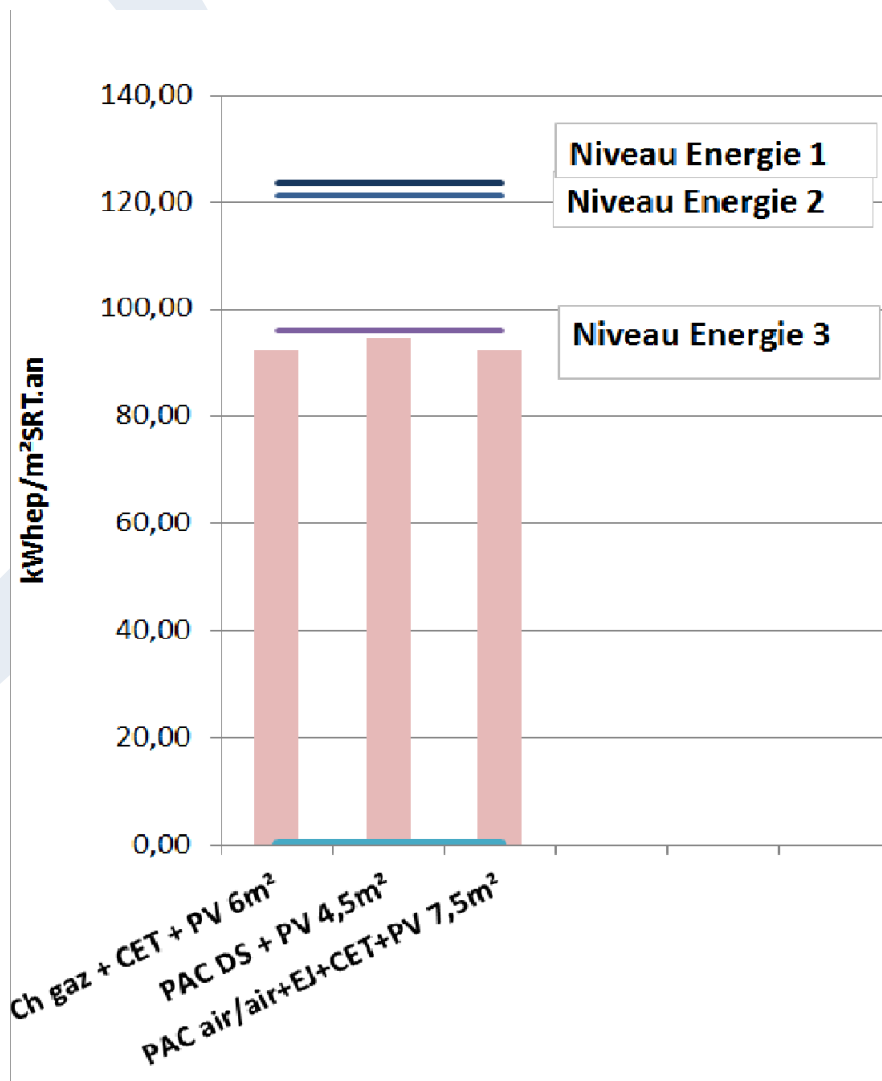
Maison individuelle – Calcul Carbone



La PAC dans le Label E+C-

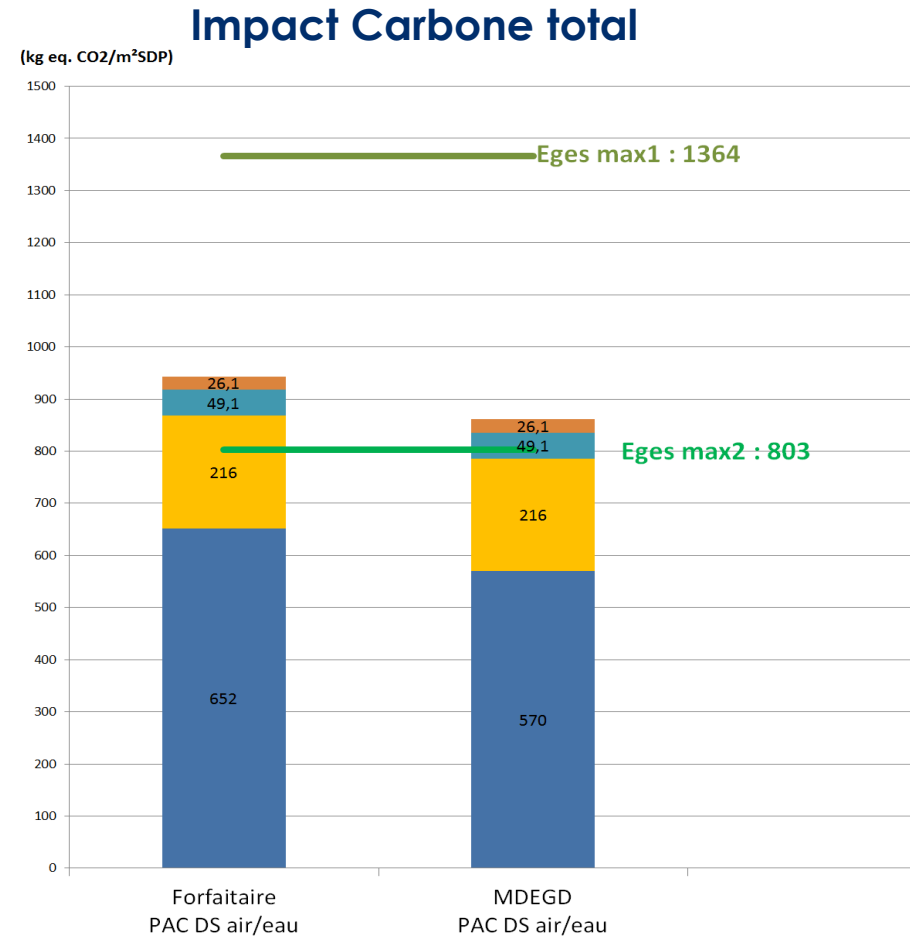
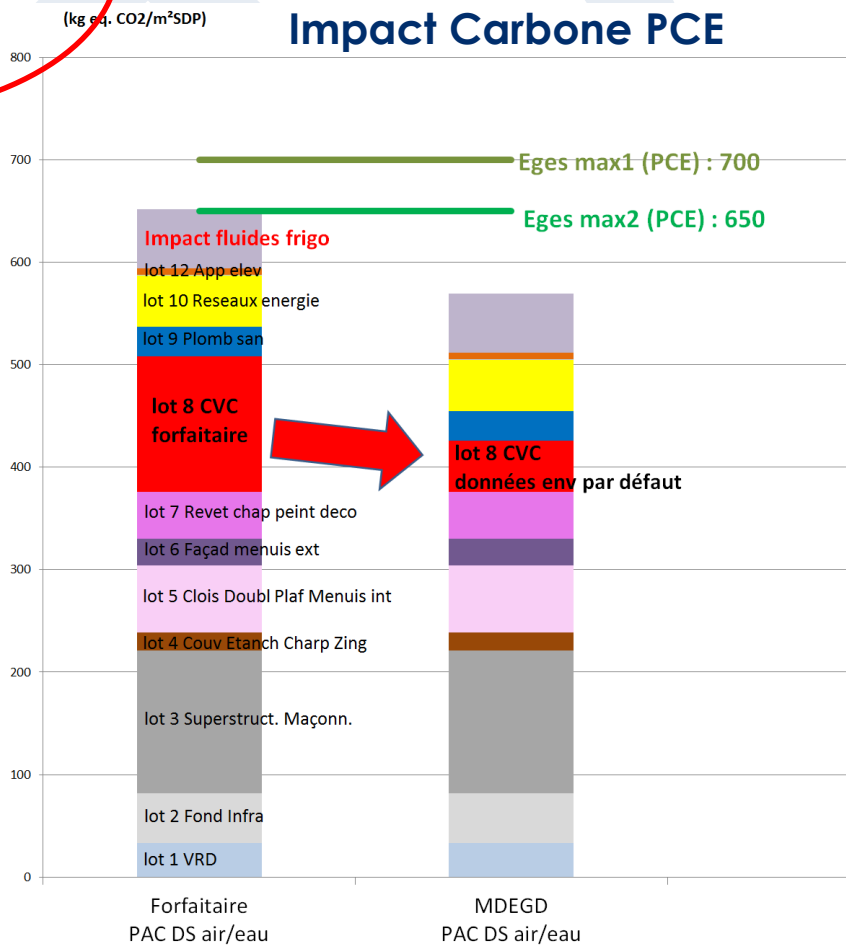
Comment atteindre le niveau Energie 3 ?

Maison individuelle
Calcul Energie



Comment atteindre le niveau Carbone 2 ?

La PAC dans le Label E+C-

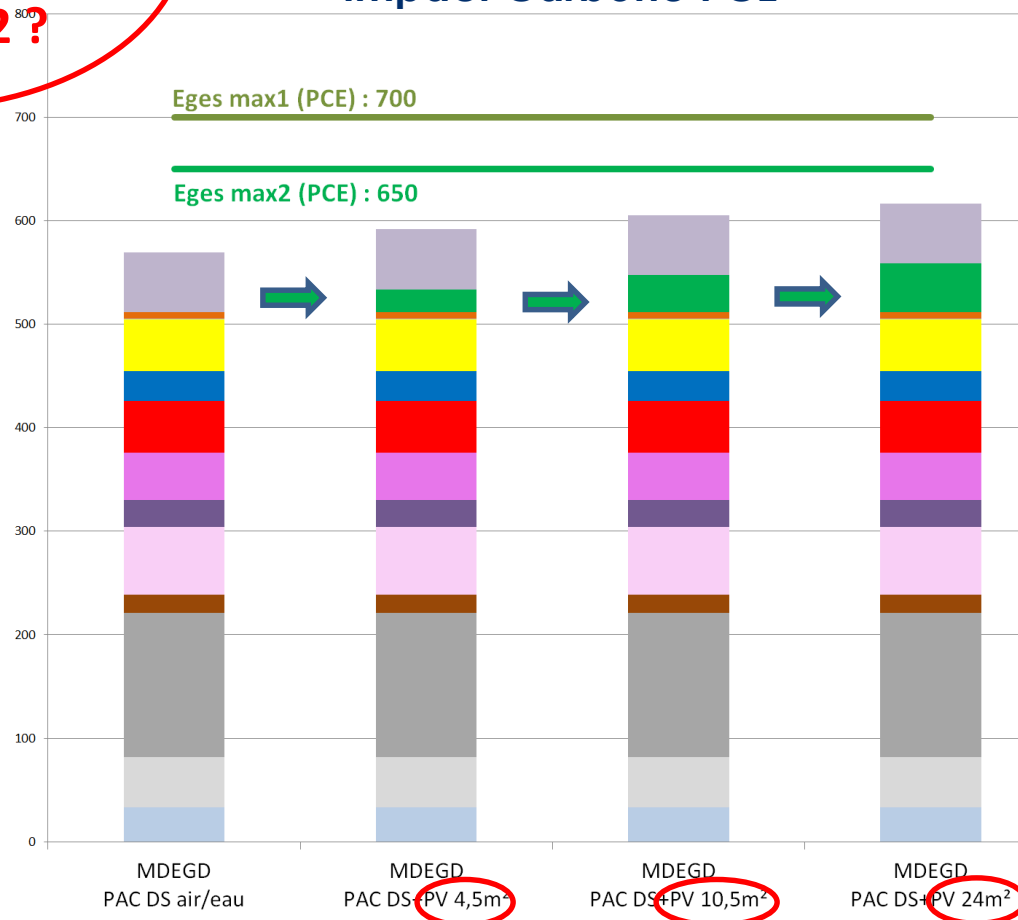


La PAC dans le Label E+C-

Comment atteindre le niveau Carbone 2 ?

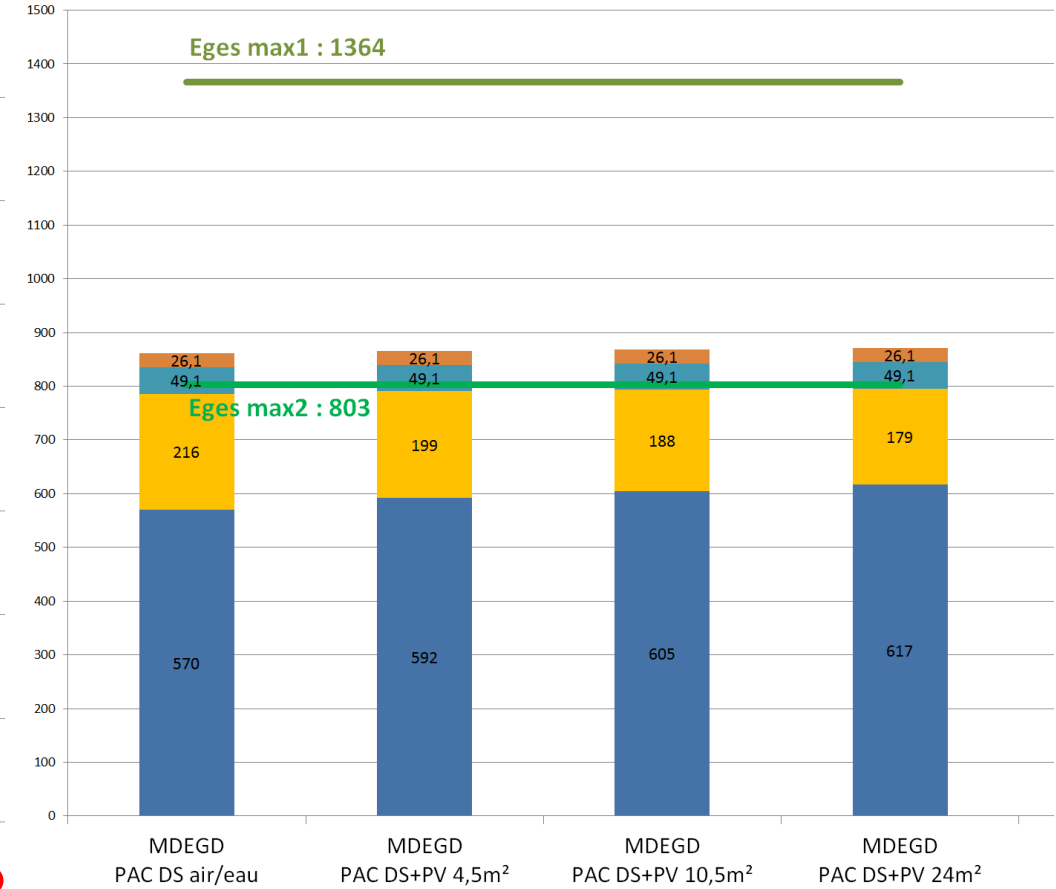
(kg eq. CO2/m²SDP)

Impact Carbone PCE



(kg eq. CO2/m²SDP)

Impact Carbone total



Comment atteindre le niveau Carbone 2 ?

La PAC dans le Label E+C-





La 4^{ème} journée de la Pompe à Chaleur

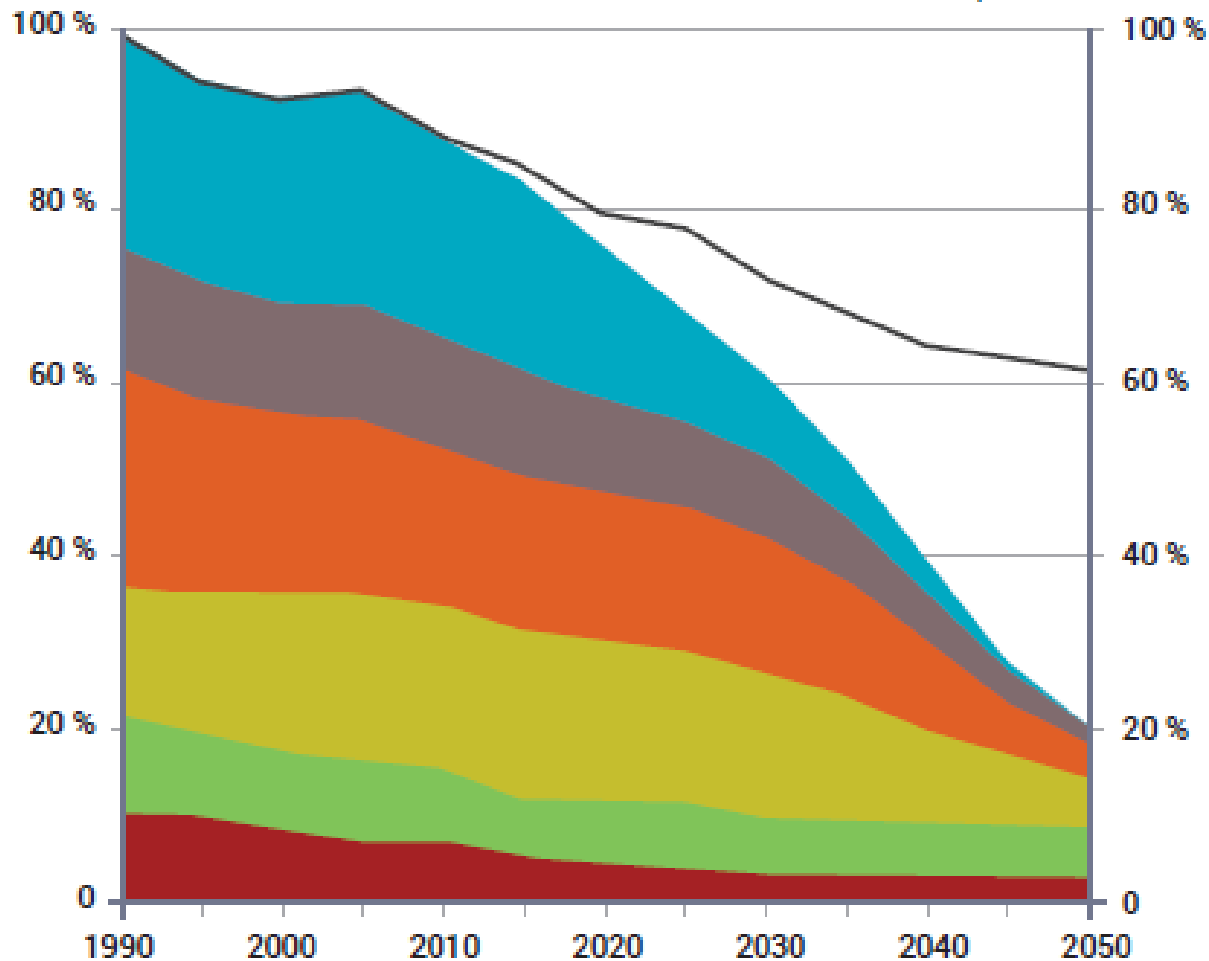
Le règlement F-Gas et ses impacts sur les fluides

Valérie LAPLAGNE - UNICLIMA

Le règlement F-Gas et ses impacts sur les fluides



Source : UE Low carbon roadmap 2050.

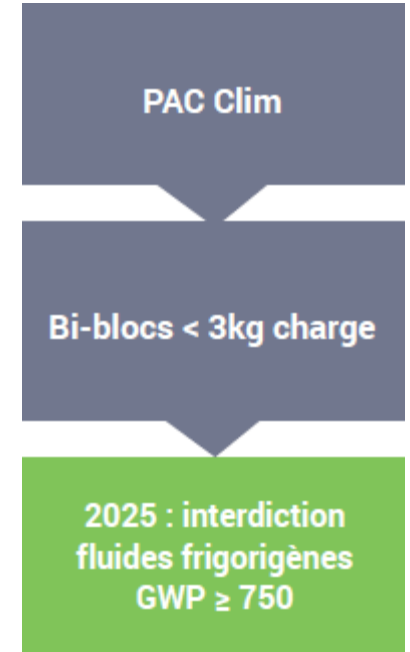
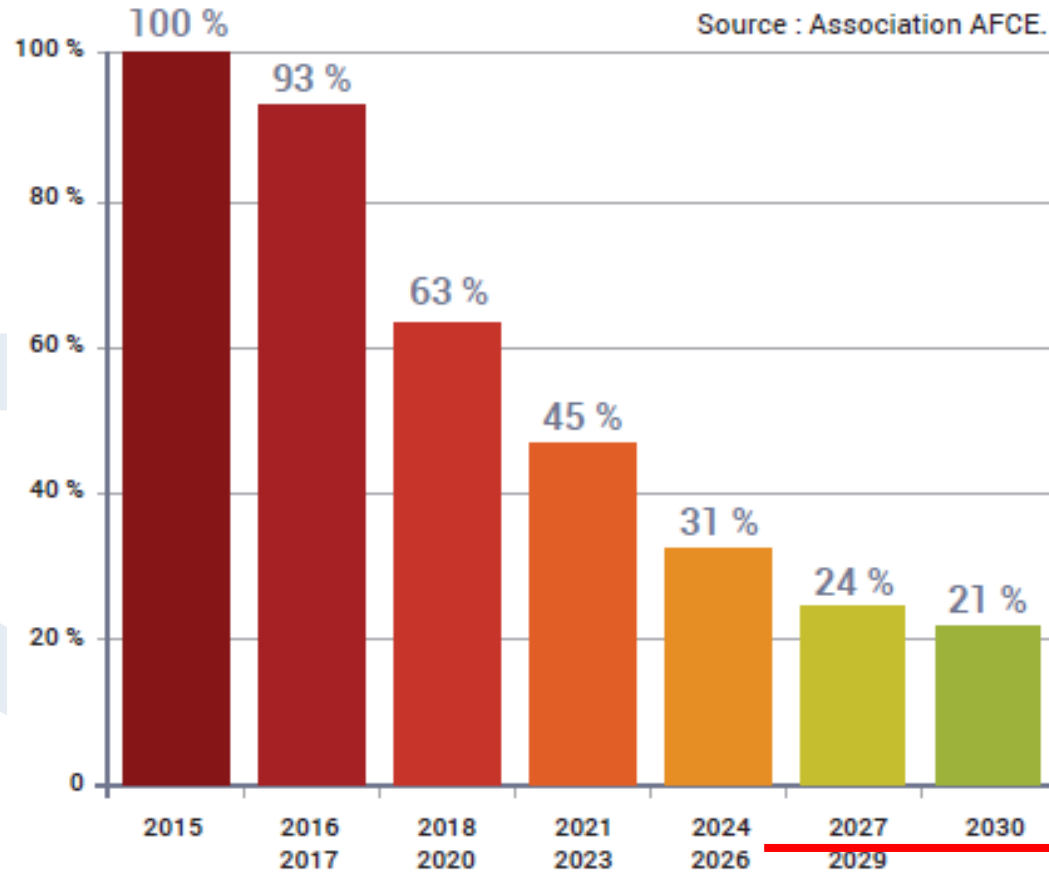


**Le secteur
Froid-Climatisation
représente
1,6% des GES**

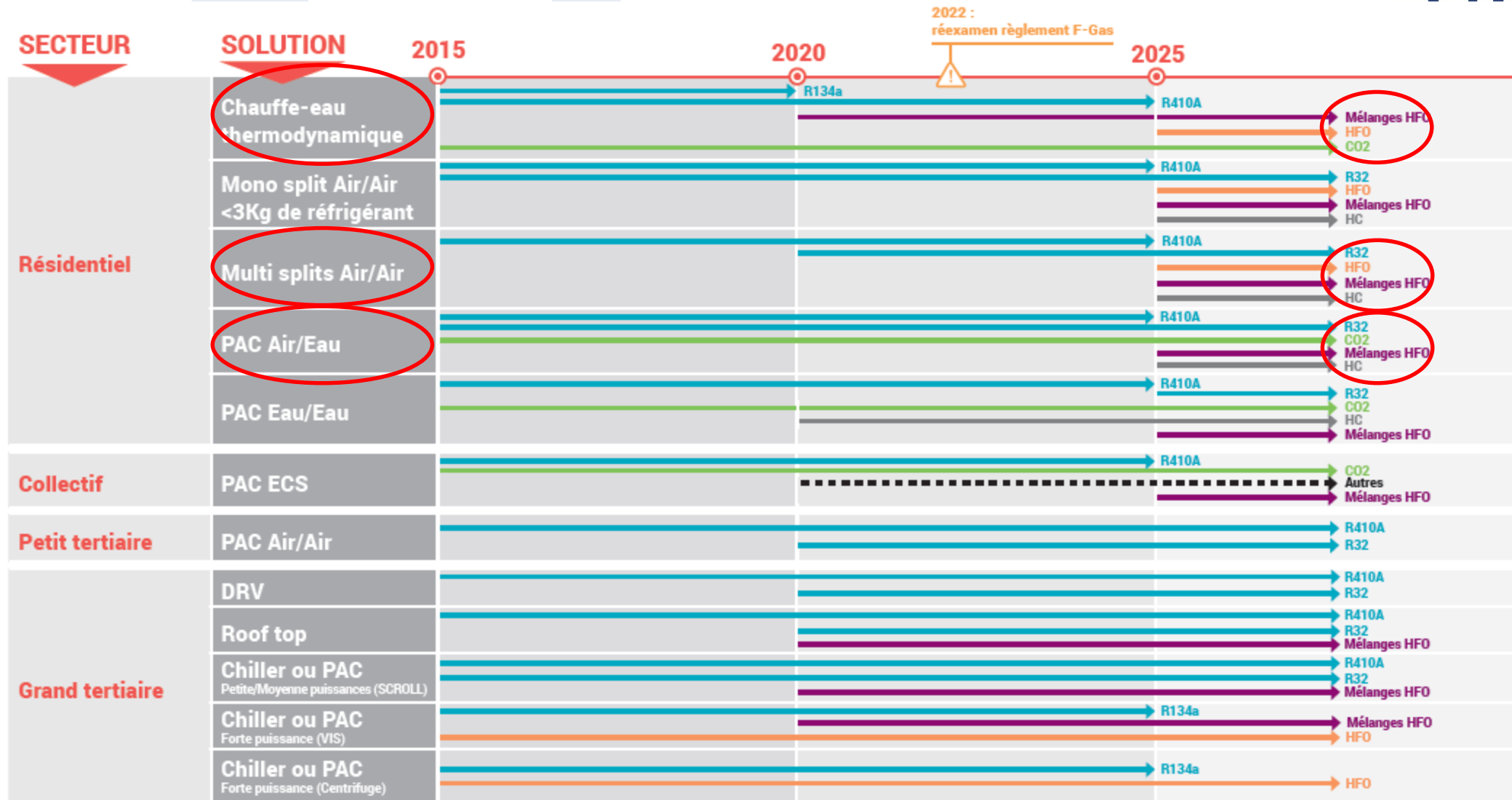
Le règlement F-Gas et ses impacts sur les fluides



OBJECTIFS F-GAS EN MOYENNE

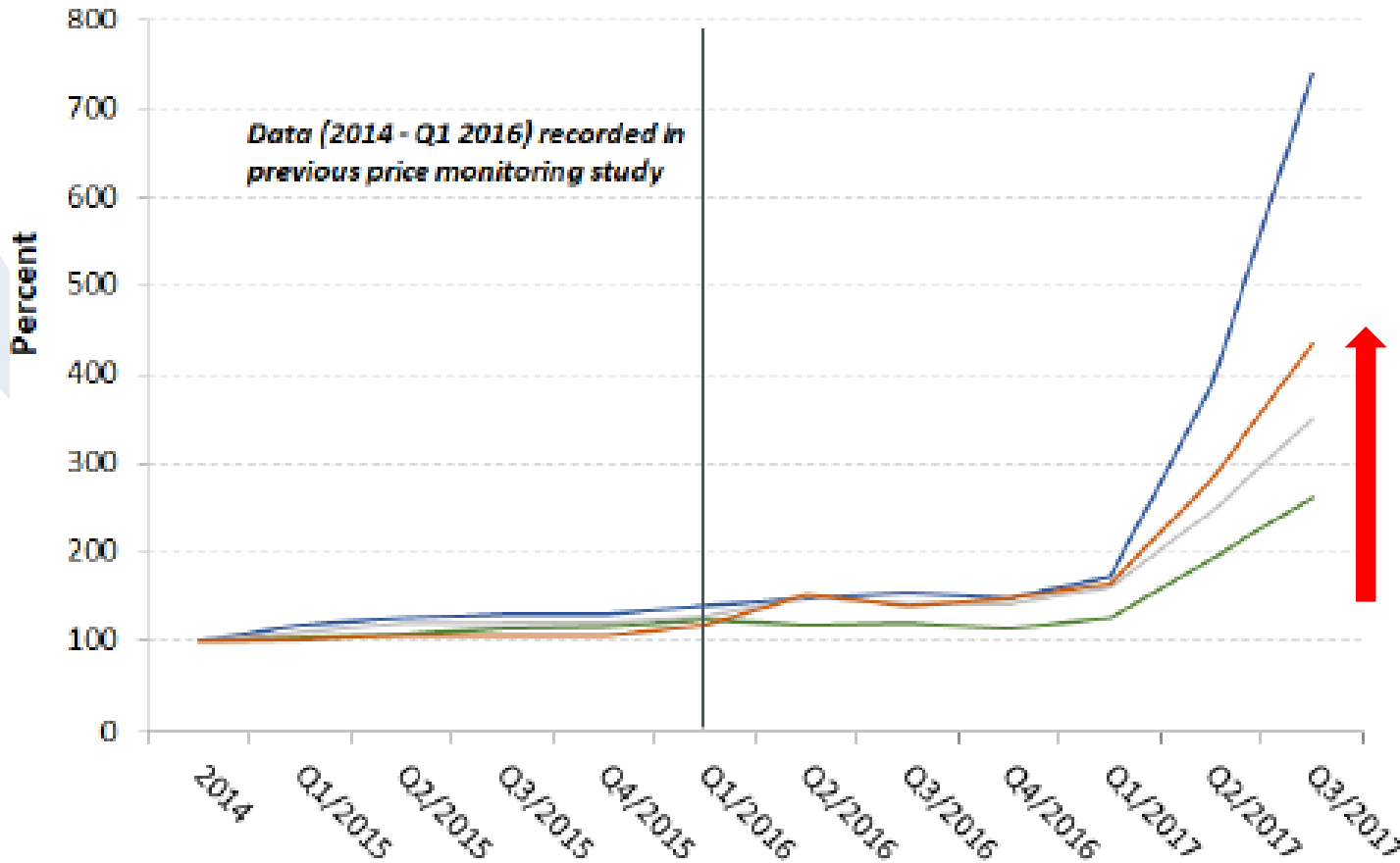


Le règlement F-Gas et ses impacts sur les fluides



Le règlement F-Gas et ses impacts sur les fluides

Average purchase price (in €/t CO₂e, indexed to 2014) for the most common refrigerants (2014 - Q3 2017)



Monitoring of HFC prices in the EU

January 2018



- R134a
- R404A
- R407C
- R410A



La 4^{ème} journée de la Pompe à Chaleur

L'empreinte Carbone PAC avec le Tewi

Eric BATAILLE – Groupe ATLANTIC



Impact des émissions de CO₂ entre générateurs de chauffage (indicateur TEWI)

gr CO₂ / kWh

350
300
250
200
150
100
50
0

Dont 7,4g liés
aux fuites de
réfrigérant *

65

256

339,5

PAC air/eau BT
R410A
rendement 125%

A+

Chaudière gaz
à condensation
rendement 95%

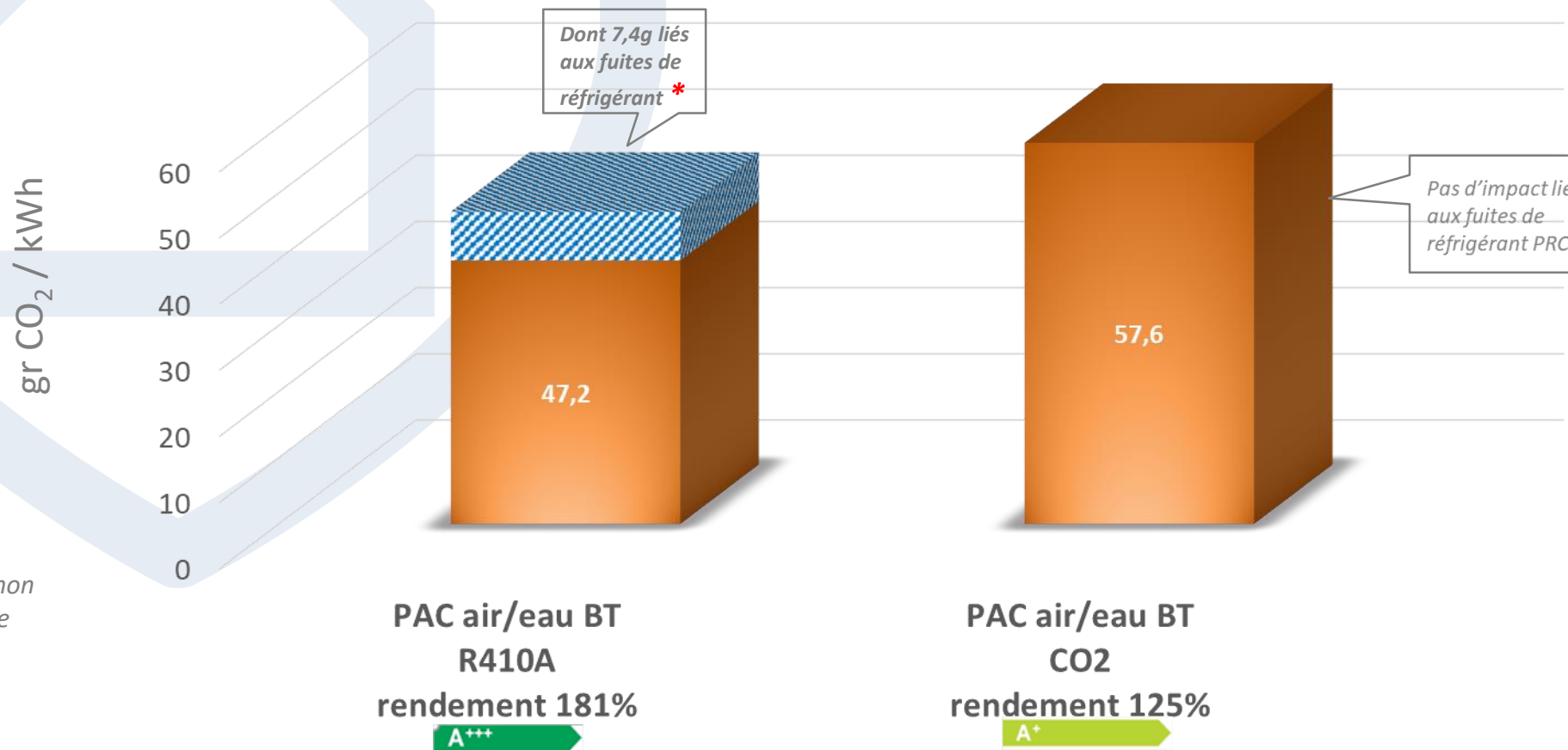
A

Chaudière fioul
à condensation
rendement 86%

B

* 2% en phase
exploitation et 10% non
récupéré en fin de vie

Impact du rendement saisonnier de chauffage vs fuites de réfrigérant (indicateur TEWI)



* 2% en phase exploitation et 10% non récupéré en fin de vie



La 4^{ème} journée de la Pompe à Chaleur

Échanges avec la salle





La 4^{ème} journée de la Pompe à Chaleur

Bon cocktail
Reprise à 14h





La 4^{ème} journée de la Pompe à Chaleur

**Merci de vous installer,
nous reprenons dans quelques instants**





La 4^{ème} journée de la Pompe à Chaleur

Les actions de l'AFPAC



Présentations : Les enjeux de développement de la PAC en rénovation



Les aides actuelles et à venir pour le développement de la chaleur renouvelable

Alexandre DOZIERES – DGEC

La relance de la Géothermie assistée par la PAC

Jean-Jacques GRAFF - AFPG

La maintenance du Parc des Pompes A Chaleur

Roland BOUQUET - SYNASAV



La 4^{ème} journée de la Pompe à Chaleur

Les aides actuelles et à venir pour le développement de la chaleur renouvelable

Alexandre DOZIERES

**Direction Générale de l'Énergie et du Climat
Ministère de la Transition Écologique et Solidaire**



Objectifs chaleur renouvelable

Un cadre fixé par la LTECV et la directive EnR :

- En 2016 : 20,5% de la chaleur consommée est renouvelable
- En 2020 : 33% (plan d'action Directive EnR)
- En 2030 : 38% (LTECV)
- Révision directive EnR : Objectifs de croissance de 1% par an du taux d'EnR dans le secteur du chauffage/refroidissement

Un cadre additionnel pour les **réseaux de chaleur et de froid**.

Des instruments de gouvernance :

- La Stratégie nationale bas carbone
- La programmation pluriannuelle de l'énergie
 - Ecriture concertée d'une première trame (S1 2018)



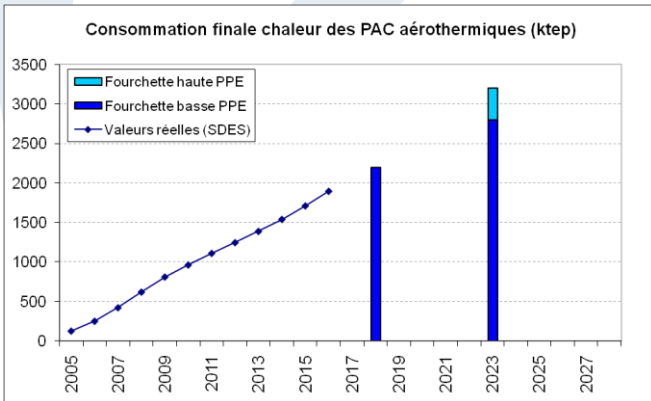
Rappel des objectifs PPE chaleur renouvelable



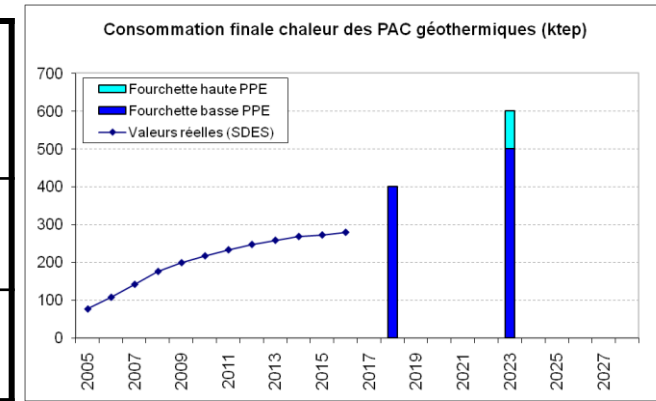
Les objectifs PPE ont été déclinés par filière par le décret 2016-1442.
Le rapport donne de façon indicative des **objectifs spécifiques pour le résidentiel individuel** :

Filières	Objectif 2018	Objectif 2023
Pompes à chaleur	1,8Mtep PAC aéro 0,4Mtep PAC géo Parc résidentiel individuel de 2,2 millions d'équipements*	2,1 à 2,6Mtep PAC aéro 0,5 à 0,6Mtep PAC géo Parc résidentiel individuel de 2,7 à 2,9 millions d'équipements*

Les PAC aérothermiques sont en avance sur les objectifs grâce à la forte croissance des PAC air/air ; le secteur des PAC géothermiques est en revanche en retard :



	Situation 2016	PPE 2018	PPE 2023	Proposition ateliers 2028
PAC aéro	1,9Mtep (22TWh)	1,8Mtep	2,3Mtep 2,6Mtep	Calage en cours
PAC géo	0,28Mtep	0,4Mtep	0,5Mtep 0,6Mtep	0,38Mtep 0,75Mtep



Quelques pistes pour la géothermie et les PAC géothermiques (issues des ateliers) :

- Au moins un animateur géothermie ADEME par grande région
- Recenser et convertir les réseaux existants à la géothermie
- Enjeu technologique du stockage de chaleur/froid par géothermie
- Réglementation thermique : obligation EnR, E+C-
- Soutiens financiers : Fonds chaleur, prime CITE, ecoPTZ simplifié, CCE

La chaleur EnR : aides financières actuelles



Secteurs collectif/tertiaire/industrie/agriculture (AAP, fonds chaleur) :

- Sur la période 2009/2016 :
 - 233 opérations sur champ de sondes, 159 opérations sur nappe superficielle, 62 opérations sur eaux usées et mer
 - Montant des aides : 123 M€ (géothermie + PAC)

Secteur domestique (rénovation) :

- CITE coût budgétaire 2016 et 2017 = 1,7 Md€/an
- Part CITE PAC (travaux 2016) : près de 100 M€ pour environ 45.000 installations
- Taux TVA réduit

Tous secteurs :

- CEE

La chaleur EnR : évolution des aides financières

CITE (2018 et au-delà) :

- Prorogé en 2018, recentré sur les travaux les plus efficaces (suppression portes et volets au 1/01/18, fenêtres et chaudières fioul à 15 % puis suppression 30/06/18).
- Etude d'une réforme du dispositif fiscal, pour être perceptible l'année des travaux.
- Mission IGF-CGEDD : modalités de distribution de la prime, avec évaluation impacts sur le passage à l'acte des ménages et les risques de fraude.
- Mission ADEME-CSTB : niveau de prime forfaitaire par type de travaux éligibles, critères d'éligibilité, évaluation des gains EE et de la quantité de chaleur EnR.

Coup de pouce économies d'énergie (avril 2018) :

- Primes CEE bonifiées pour le remplacement d'une chaudière fioul par un chauffage central EnR (chaudière biomasse, PAC air/eau yc hybride, SSC, raccordement RC).
- Ménages sous conditions de revenus, charte.

Eco-PTZ simplifié.



La 4^{ème} journée de la Pompe à Chaleur

La relance de la Géothermie assistée par la PAC

**Jean-Jacques GRAFF, Président de
l'Association Française des Professionnels de la Géothermie**



PAC Géothermie : le constat

Le marché du particulier et du petit collectif (80% < 20 kW) / 27 MWth en 2015



En baisse de 15%/an depuis 2008.

2500 PAC en 2017 !

- Chute du prix du gaz
- Fiscalité non attirante
- Coût d'installation élevé

En Allemagne, même constat jusqu'à fin 2016 où des mesures ont été prises. Bilan : +21% en 2017 !

Quelles conséquences :

- Perte d'emplois (foreurs, fabricants PAC, BE,...) et donc de compétences
- Augmentation du CO₂ (tendance en cours en France !)
- Dépendance financière sur le long terme aux énergies fossiles

PAC Géothermie : les mesures à prendre



- Sortir de la logique uniforme du CITE (en cours)
- Mettre en place une aide au particulier (cf. Allemagne)
- Aucune aide pour les énergies fossiles
- Revoir la réglementation thermique en privilégiant les EnR
- Augmenter de manière significative la Taxe CO₂ (cf. Suède)
- Mettre en place une animation régionale
- Aider au développement de la boucle d'eau tempérée

**IL EST INDISPENSABLE D'AVOIR UNE VISION SUR LE LONG TERME ET
PENSER AUX GÉNÉRATIONS QUI NOUS SUIVRONS**



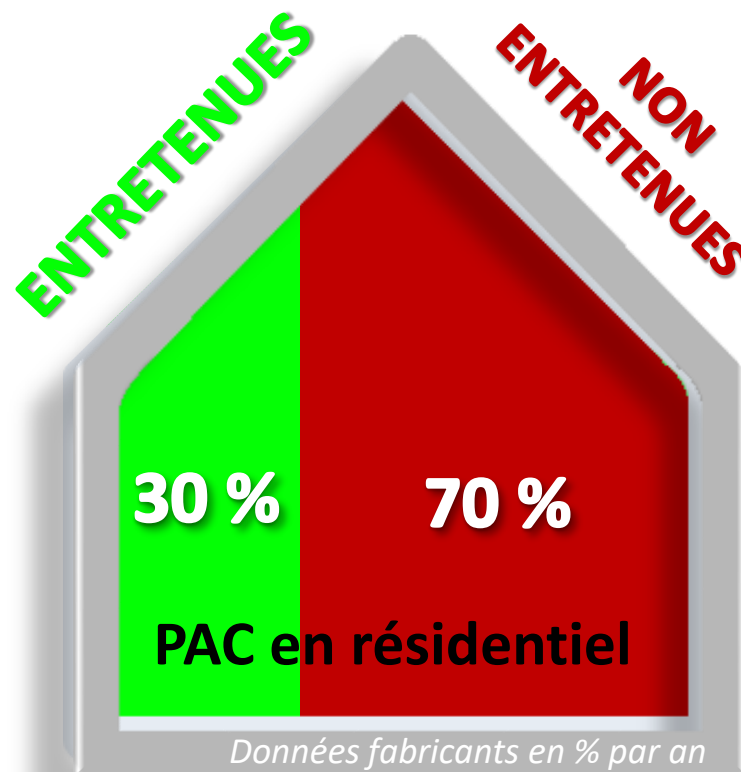
La 4^{ème} journée de la Pompe à Chaleur

La maintenance du Parc des Pompes A Chaleur

Roland BOUQUET - SYNASAV



LA PAC DANS L'HABITAT EN FRANCE



Améliorer la qualité

MATÉRIEL CERTIFIÉ



CEN heat pump
KEYMARK

pour

- ✓ Maintenir la Performance et
- ✓ Pérenniser les installations

une
MAINTENANCE
de QUALITÉ

BOITE À OUTILS

FAIRE SAVOIR

- ✓ Guide d'utilisation PAC client
- ✓ Contrat d'entretien PAC air/eau + air/air
- ✓ Check list technicien

SAVOIR FAIRE

- Comment inciter à l'entretien annuel ?
- Quelles compétences pour entretenir une PAC ?

INSTALLATEUR
QUALIFIÉ



FAIRE SAVOIR

- ✓ Clients
- ✓ OPI*
- ✓ CMIstes
- ✓ Grossistes
- ✓ Techniciens

BOITE À OUTILS

en cours de DÉPLOIEMENT

Guide d'utilisation de l'installation destiné au client

en cours de DÉPLOIEMENT

Contrat d'abonnement type pour l'entretien des pompes à chaleur individuelles à usage domestique (air/eau + air/air + eau glycolée/eau)

en cours de DÉPLOIEMENT

Check-list PAC pour les techniciens « les 20 essentiels »



* Organisations Professionnelles d'Installateurs

SAVOIR FAIRE

Réflexion

en cours

**Comment inciter
à l'entretien annuel ?**

**BOITE À
OUTILS**

Réflexion

en cours

**Quelles compétences
pour entretenir une PAC ?**

Réflexion

en cours

...



La 4^{ème} journée de la Pompe à Chaleur

Échanges avec la salle



Table-ronde : La PAC du futur

Panorama des évolutions technologiques

La PAC au CO₂ en Tertiaire

La PAC Hybride

La PAC Gaz

La PAC connectée

Diagnostic embarqué des performances des PAC



Michèle MONDOT - CETIAT

Christel MOLLÉ – MITSUBISHI

Ludovic THIEBAUX - GrDF

Lionel SCALONI - boostHEAT

François DEROUCHE – DAIKIN

Odile CAURET - EDF R&D



La 4^{ème} journée de la Pompe à Chaleur

La PAC du futur Panorama des évolutions technologiques

Michèle Mondot – CETIAT

La PAC pour les bâtiments nZEBs

- Puissance de chauffage réduite
- Dimensionnement pour refroidissement
- Intégration des fonctions ventilation / chauffage / refroidissement / ECS
 - PAC Triple Service
 - Appareils multifonctions

Évolution des fluides frigorigènes

- Respect des réglementations
 - F-Gas
 - Performances énergétiques ErP
- Utilisation de fluides naturels et /ou à (très) faible GWP
- Gestion des risques d'inflammabilité : A2L et A3
- Développement des solutions CO₂



La 4^{ème} journée de la Pompe à Chaleur

PAC au CO₂

Christel MOLLÉ – MITSUBISHI

PAC CO₂ réduit les émissions potentielles



GWP 1



Très faible impact Carbone,
GWP 1

Hermétiquement scellé
Aucune fuite

100% Energies Renouvelables



Puissance de 4 à 120kW

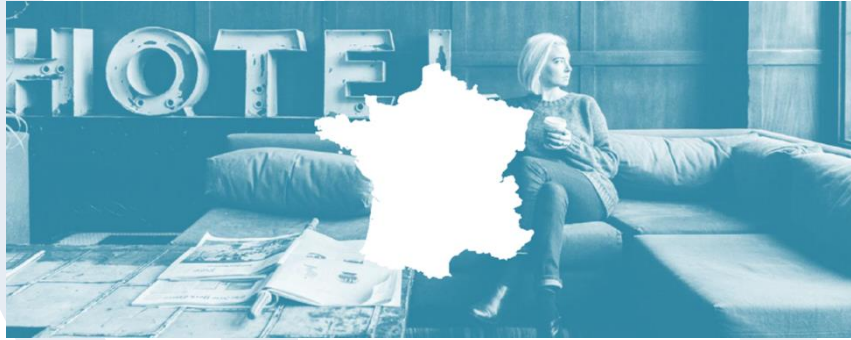
Ballon de 200 à 10000 litres

Solution eau chaude
sanitaire CO₂ 90°C sans
résistance d'appoint

Choc légionnelle 100%
thermodynamique

ECS 90°C par -25°C extérieur

ECS 90°C pour applications multiples



hôtels



piscines



industrie

gymnases



hôpitaux



Résidentiel collectif



EnR et Hybridation

- Utiliser toutes les sources gratuites et/ou renouvelables disponibles
 - Récupération des eaux usées : individuelle ou collective
 - Récupération de chaleur sur air extérieur sous capteurs PV
- Utiliser le meilleur des énergies : gaz / électricité
- Utiliser le PV en autoconsommation

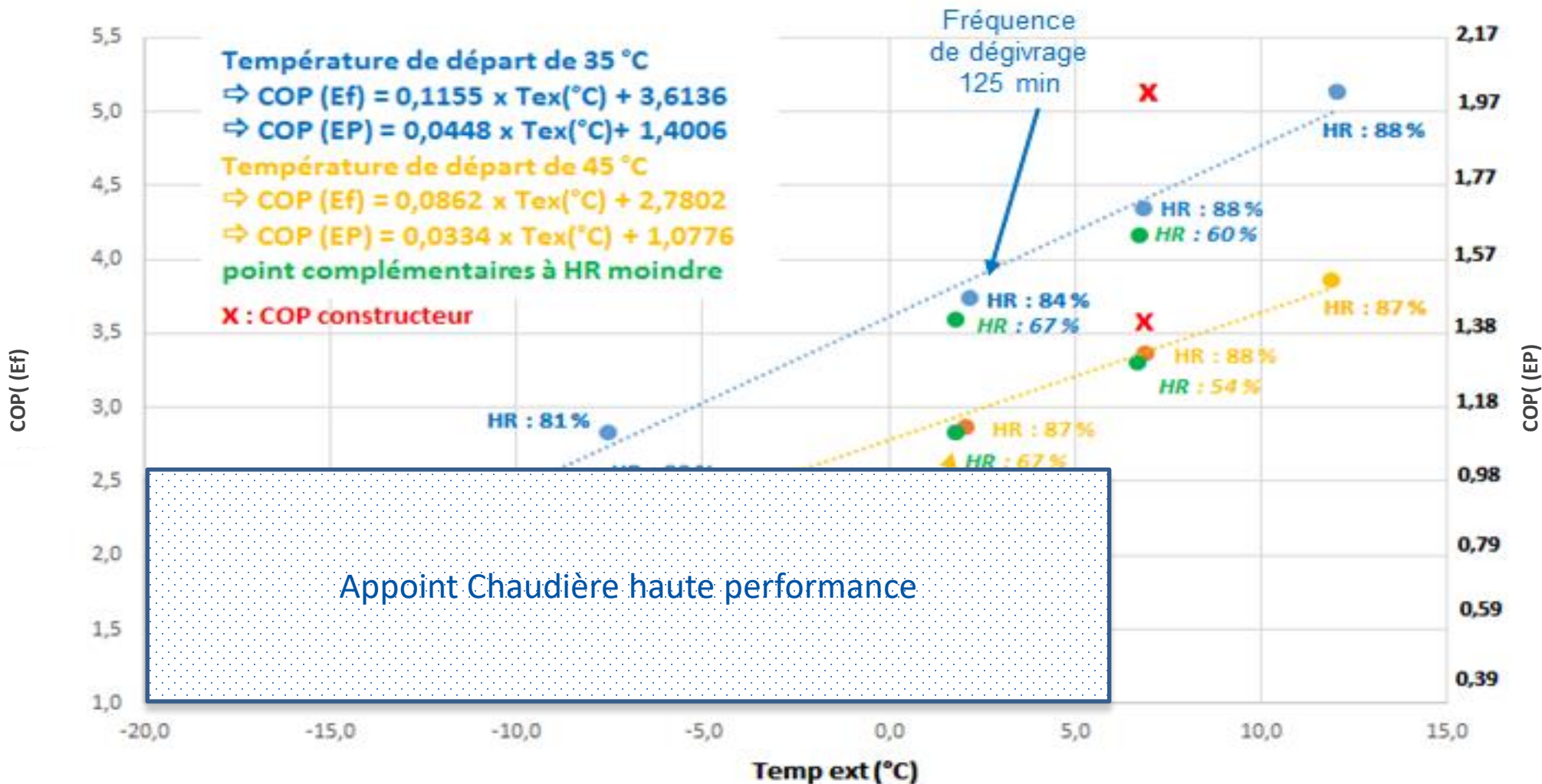


La 4^{ème} journée de la Pompe à Chaleur

La PAC Hybride

Ludovic THIEBAUX - GrDF

Hybridation PAC/Chaudière – Complémentarité en fonction de la température



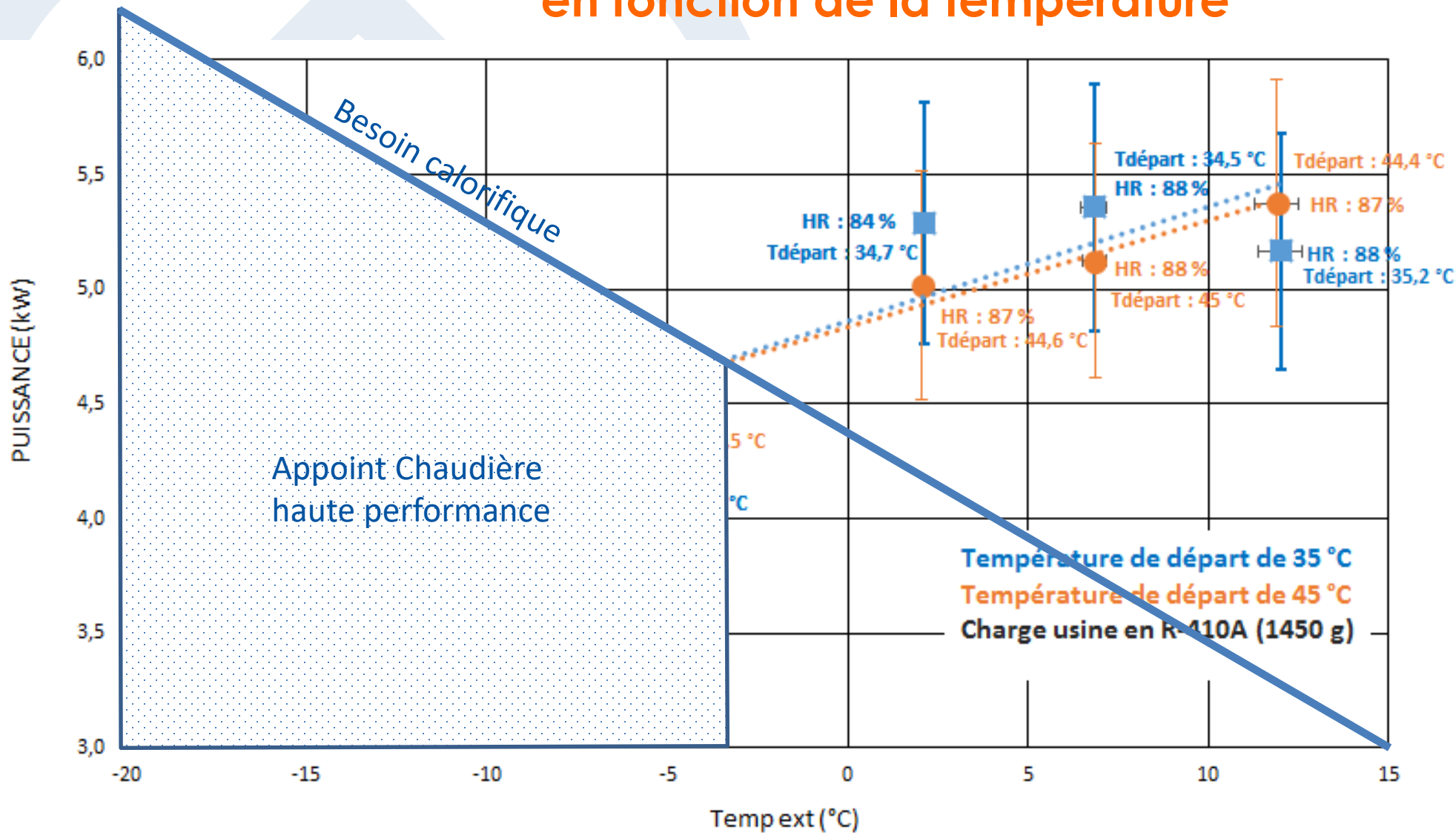
PAC BT env. 4,5 kW

Evolution COP entre 7 et -7°C :

35 °C : - 40 %

45 °C : - 33 %

Hybridation PAC/Chaudière – Complémentarité en fonction de la température



Evolution Puissance entre 7 et – 7°C :

35 °C : - 19 %
45 °C : - 12 %



La 4^{ème} journée de la Pompe à Chaleur

La PAC Gaz

Lionel SCALONI



boostHEAT



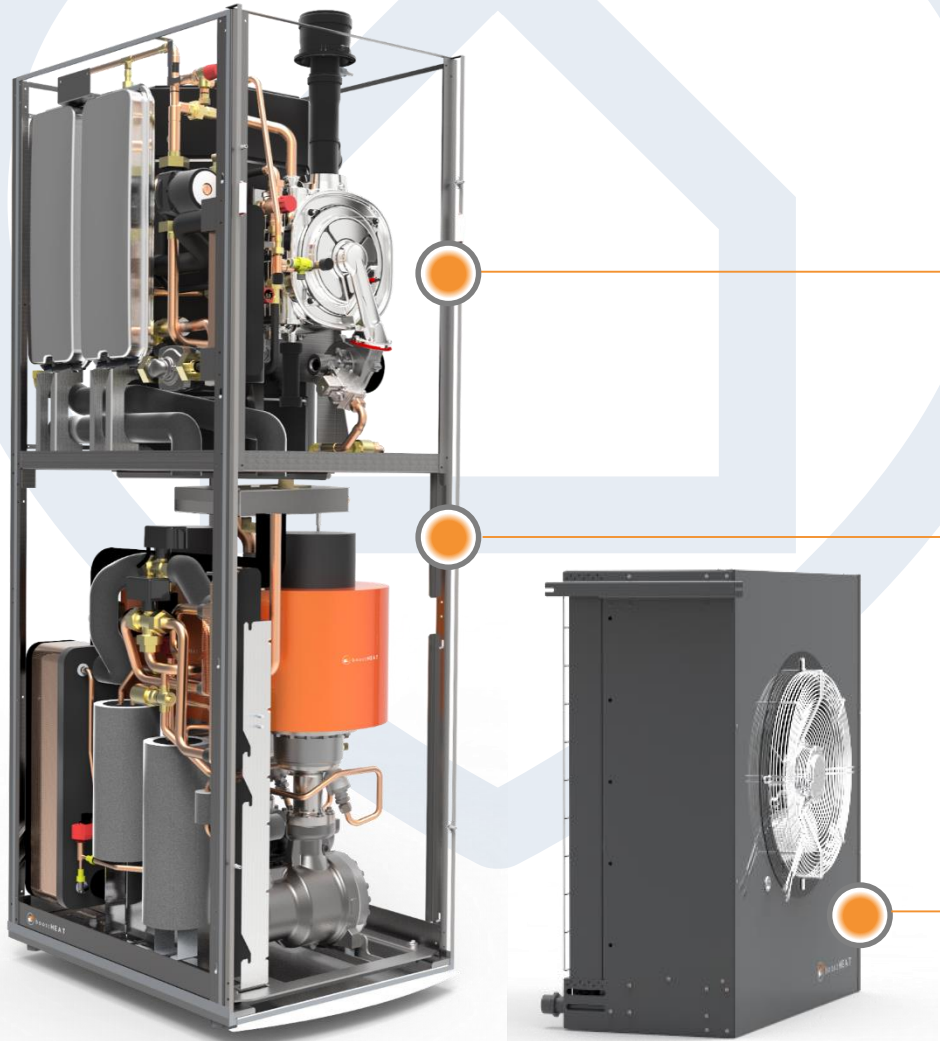
LA SOLUTION BOOSTHEAT



Rendement
jusqu'à
200%

Coûts
d'Énergie
jusqu'à
-50%

CO₂
Emission
jusqu'à
-50%



- ┌ L'**UNITÉ INTÉRIEURE** pour le confort :
Une chaudière à condensation avec ballon d'eau chaude et bruleur indépendant
- ┌ Le **CHARIOT THERMODYNAMIQUE** pour l'efficacité énergétique :
Un cycle de pompe à chaleur intégrant le compresseur thermique régénératif au CO₂ (innovation boostHEAT)
- ┌ L'**UNITÉ EXTÉRIEURE** qui permet de prélever l'énergie gratuite à l'environnement

UNE INNOVATION BREVETÉE ET SOUTENUE



7 FAMILLES DE BREVETS



Issu de

10 ans
de Recherche
& Développement

Soutenu par des partenaires de renom



LaTEP

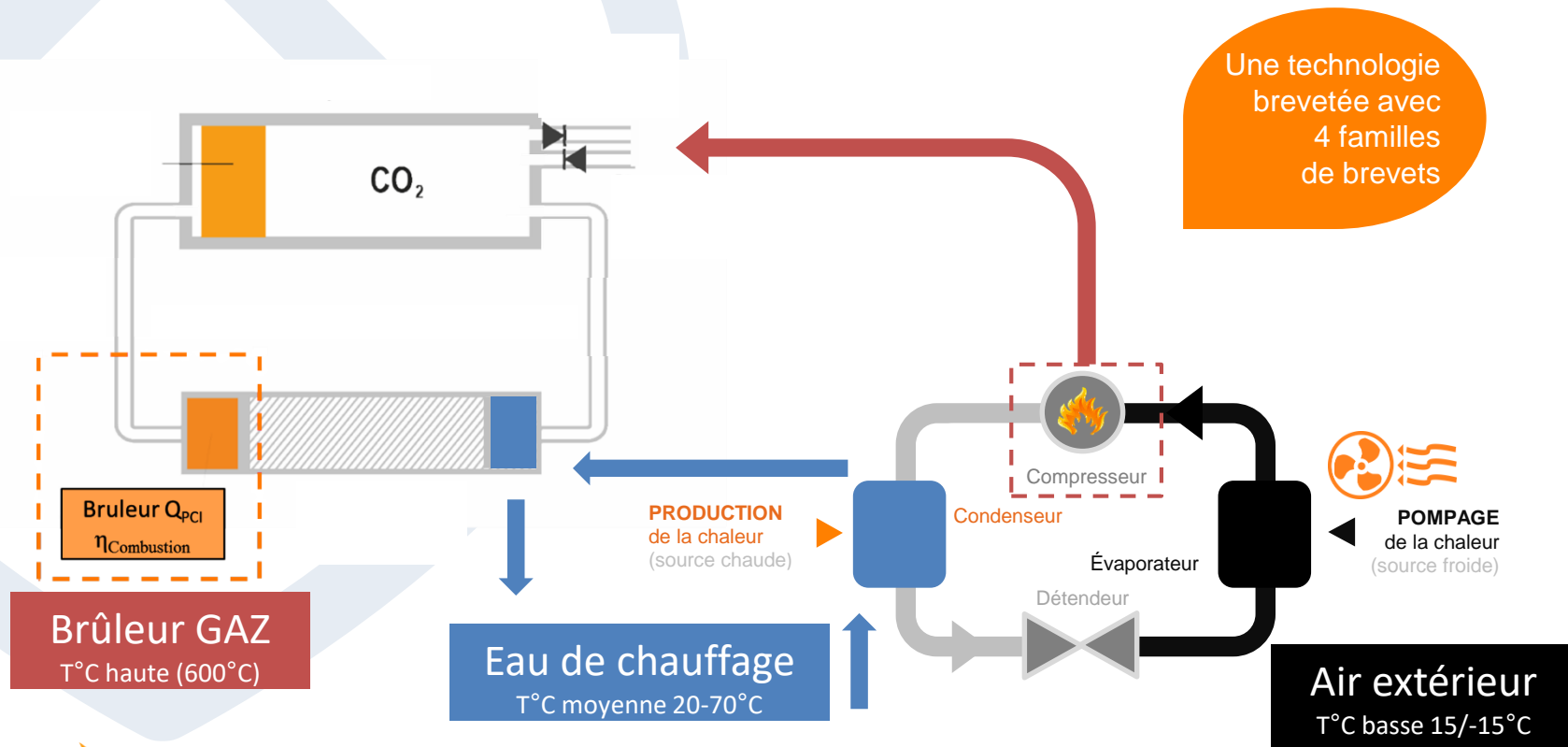


Financements collaboratifs et structurants



LE CŒUR DE NOS CHAUDIÈRES

Le compresseur thermique régénératif



Un pilote **OPERATIONNEL** depuis 5 ans

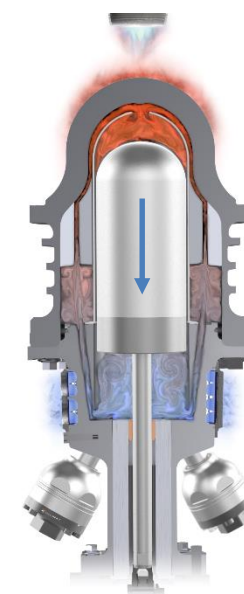
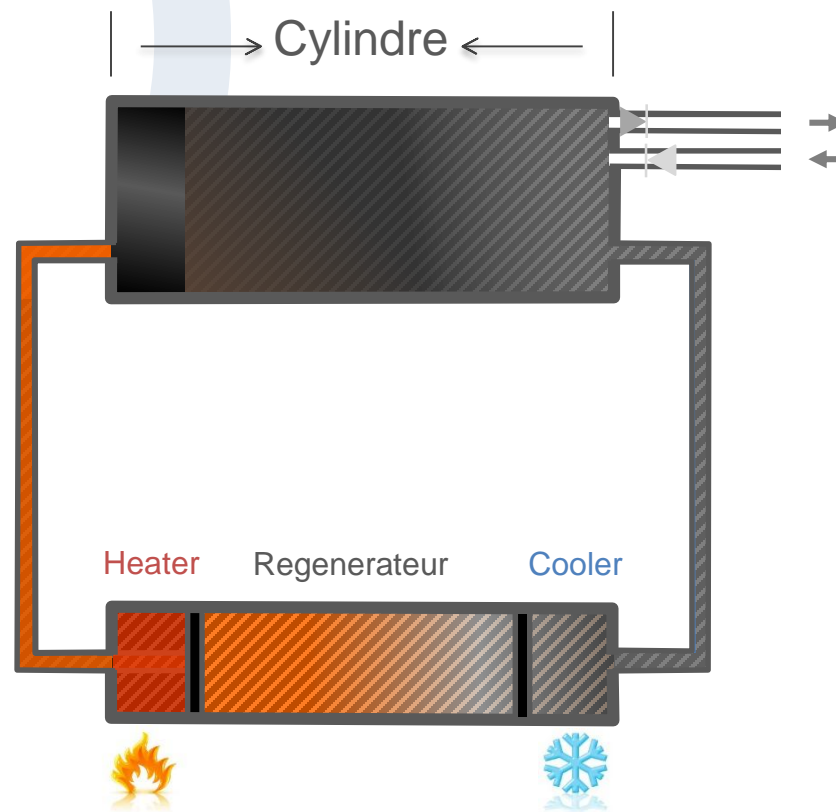
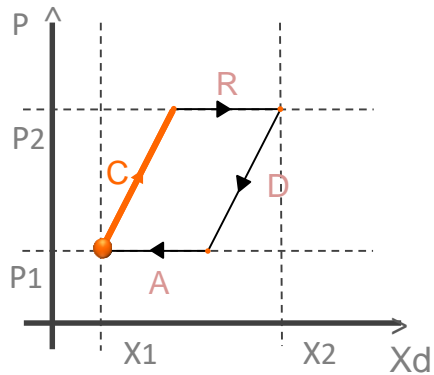


LE CŒUR DE NOS CHAUDIÈRES

Le compresseur thermique régénératif



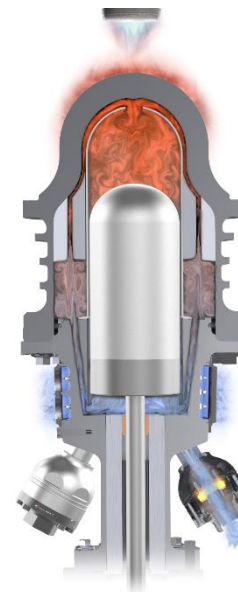
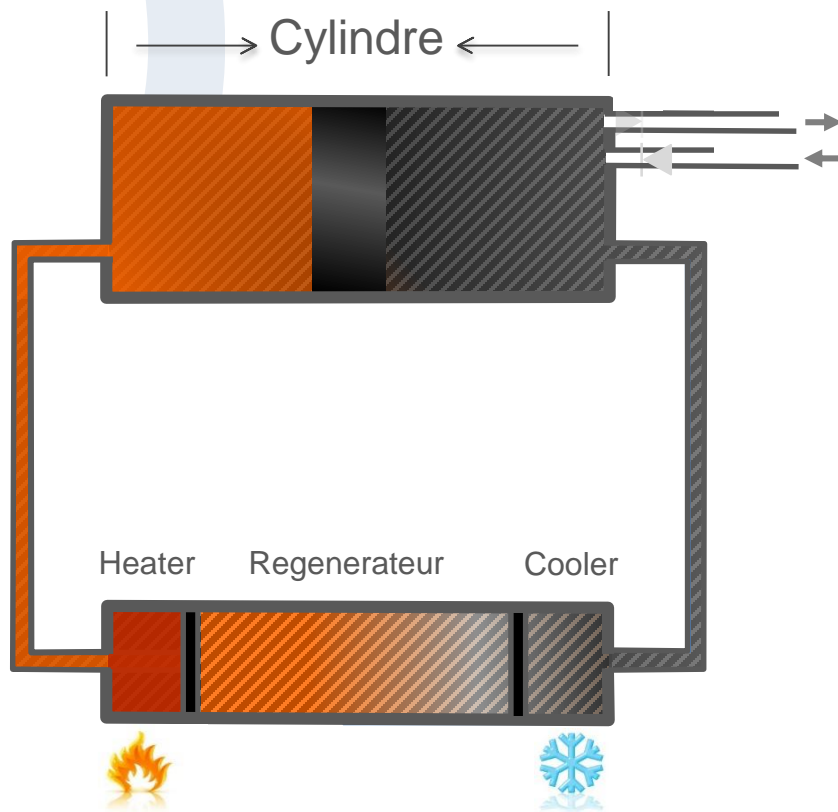
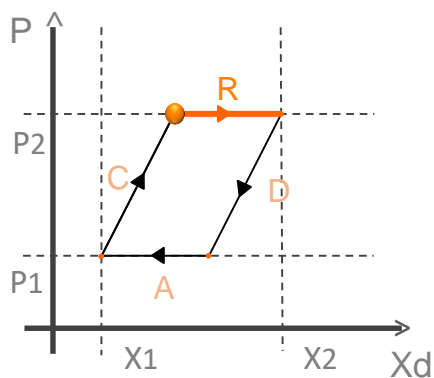
> COMPRESSION



LE CŒUR DE NOS CHAUDIÈRES

Le compresseur thermique régénératif

> REFOULEMENT

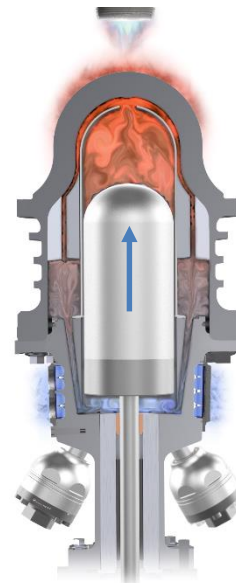
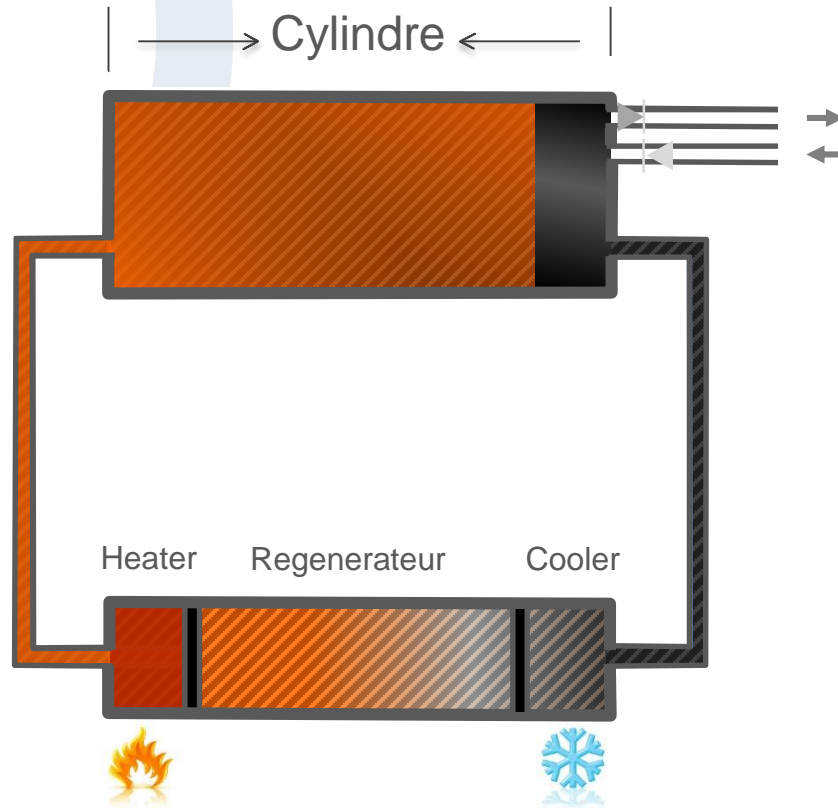
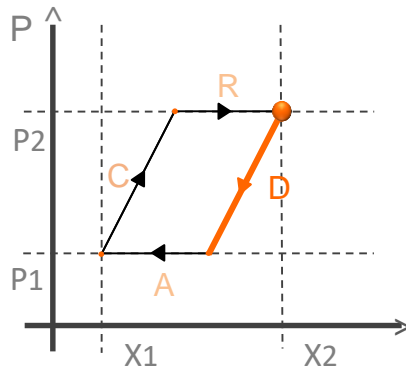


LE CŒUR DE NOS CHAUDIÈRES

Le compresseur thermique régénératif



> DETENTE

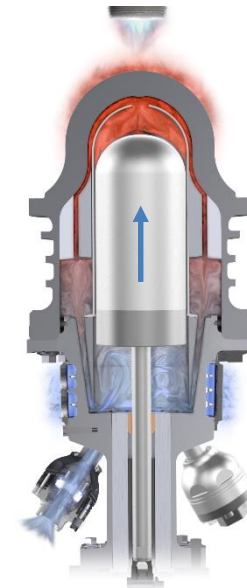
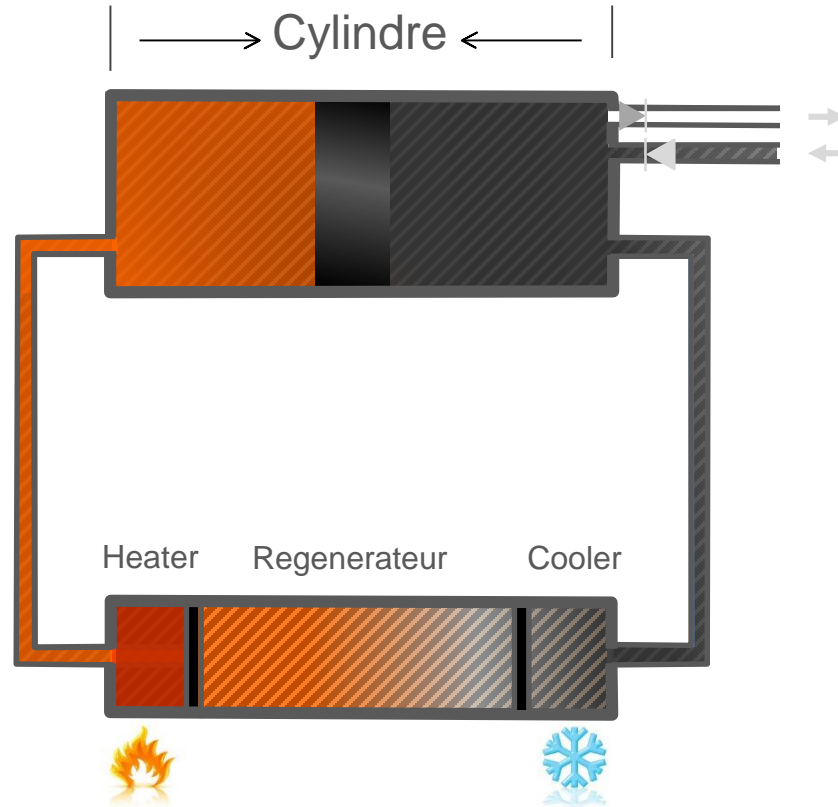
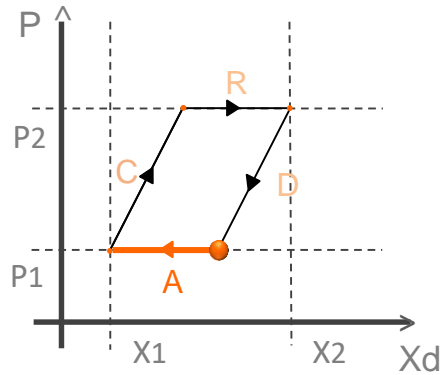


LE CŒUR DE NOS CHAUDIÈRES

Le compresseur thermique régénératif



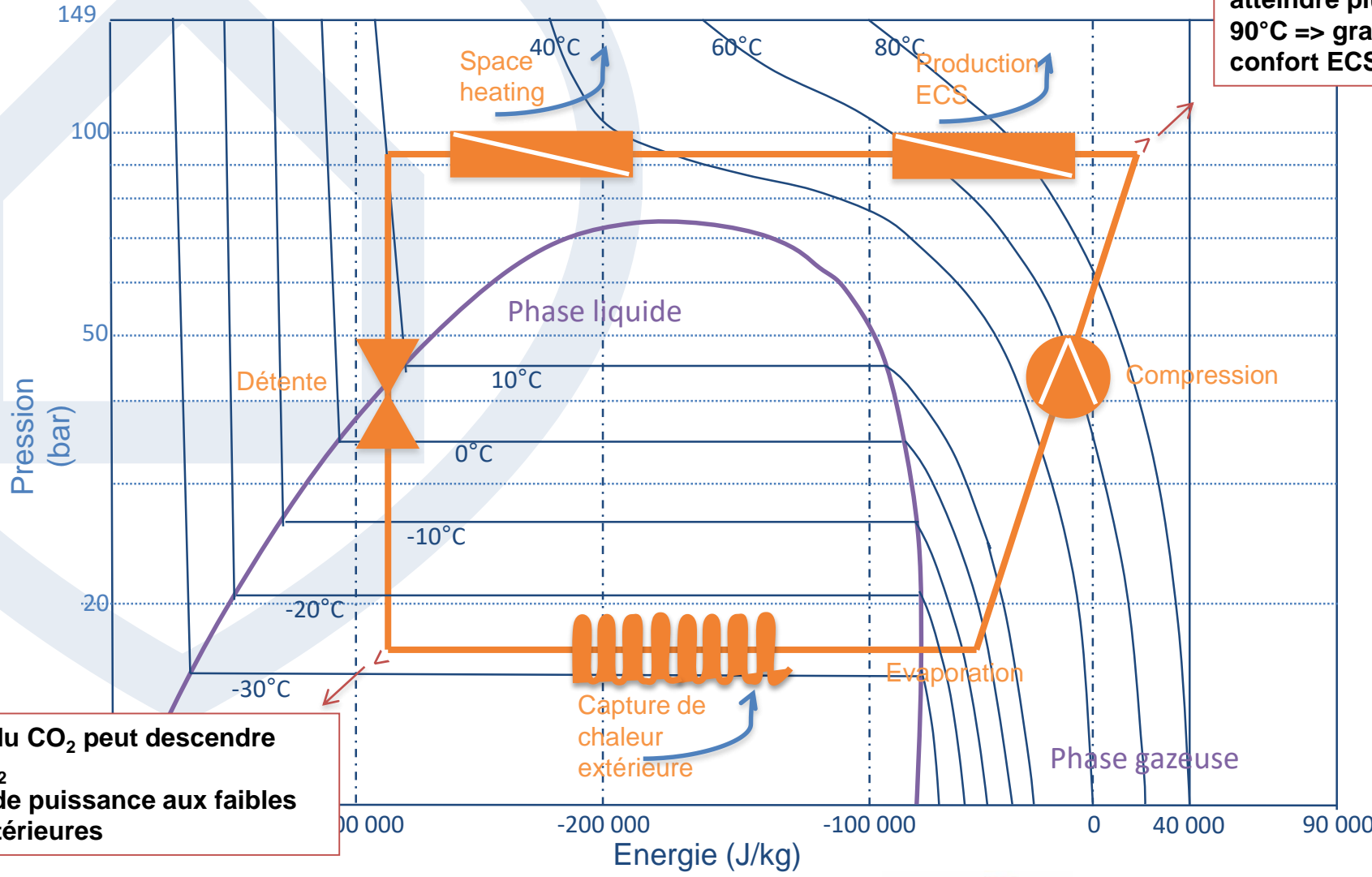
> ASPIRATION



CYCLE PAC R744 (CO₂)



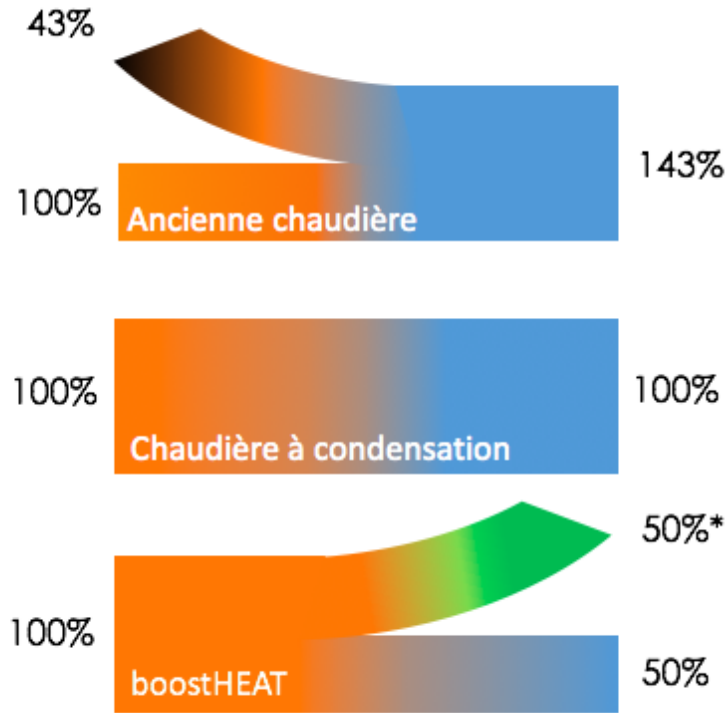
La température du CO₂ peut atteindre plus de 90°C => grand confort ECS



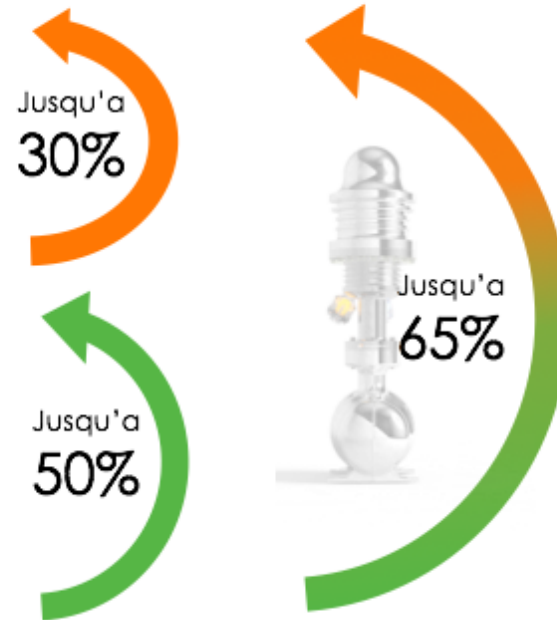
La température du CO₂ peut descendre jusque -30°C CO₂ => pas de perte de puissance aux faibles températures extérieures

LA SOLUTION BOOSTHEAT

L'apport de l'innovation boostHEAT



RÉDUCTION DE CONSOMMATION



- Gaz
- Perte
- EnR
- Chaleur

*par captation de calories dans l'air

Les smart PAC et les PAC connectées

- Smart control / PAC auto-adaptative
 - Apprendre et anticiper pour une meilleure efficacité et une réponse optimale aux besoins
- PAC connectée et fournisseur d'énergie
 - Gestion du réseau en fonction des besoins / délestage / smart grids
 - Adaptation du fonctionnement des PAC au réseau

Les smart PAC et les PAC connectées

- PAC connectée et utilisateur
 - Gestion des besoins : températures de consigne, relances à distance
 - Information : performances / consommations / facture
- PAC connectée et installateur / constructeur
 - Suivi en continu
 - Maintenance prédictive



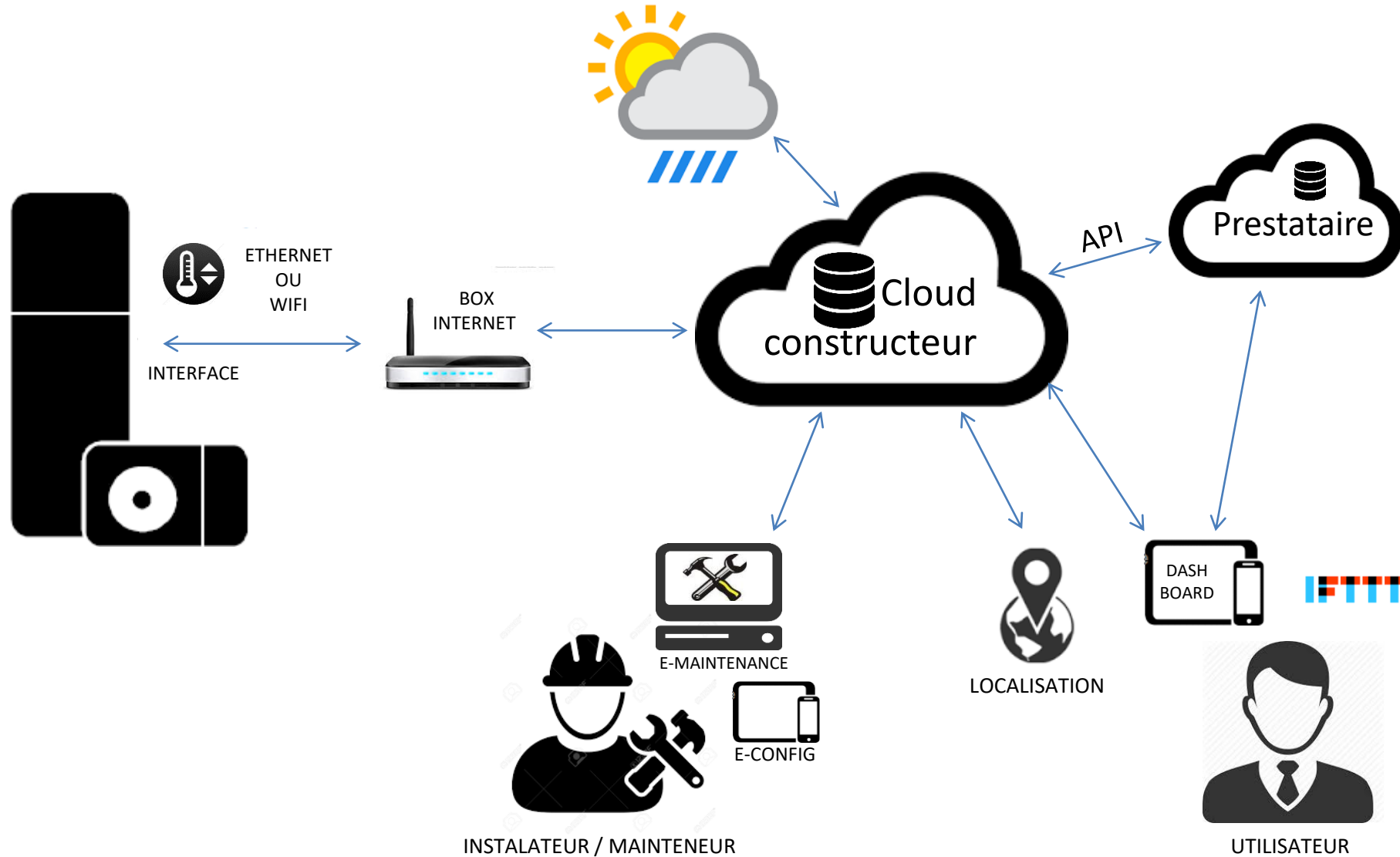
La 4^{ème} journée de la Pompe à Chaleur

La PAC connectée

François DEROUCHE - DAIKIN



Architecture d'une PAC connectée



La PAC Connectée : la garantie d'un suivi constant



- **Principales fonctionnalités :**

- **Gestion des différents modes**
 - Chauffage / ECS
- **Programmation horaire / géolocalisation / météo**
- **Interopérabilité via API**
 - Intégration APP de contrôle multi-équipements
- **Configuration des paramètres**
 - Bluetooth / USB / 4G
- **Prédiction de panne :**
 - Contact de l'installateur, codes d'erreurs, identification des pièces détachées...
 - Intervention en R1
- **Optimisation des consommations d'énergie / aux usages**



La PAC Connectée : améliore l'expérience client



- **Client/particulier :**

- Offrir un usage adapté aux modes de vie (maison connectée)
- Confort
- Économies d'énergie

- **Installateur/mainteneur :**

- Configuration simplifiée lors de la mise en service
- Maintenance intelligente et prédictive
- Fidélisation (proximité client)

- **Fournisseur d'énergie :**

- Gestion du réseau en fonction des besoins / délestage / smart grids



La 4^{ème} journée de la Pompe à Chaleur

Diagnostic embarqué des performances des PAC

Odile CAURET - EDF R&D

Performance des pompes à chaleur

- Estimations du COP par des modèles de type réglementaire ou normatif ne reflètent pas la réalité du terrain
 - La performance réelle ne dépend pas seulement de l'efficacité intrinsèque de la PAC :
 - Conditions climatiques
 - Besoin de chaleur
 - Qualité de l'installation
 - Paramétrage,...
- Besoin de mesurer les performances réelles en continu sur le terrain pour identifier et expliquer les écarts entre performance réelle et prévue

Méthode de mesure des performances in-situ

- But : mesurer les performances de PAC en continu in-situ
- Méthode adaptée à tout type de PAC y compris air/air
- Installation rapide
- Totalemment indépendante (neutre)
- Fiable
- Ne doit pas perturber le fonctionnement de la PAC, instrumentation discrète

→ Méthode de mesure interne non-intrusive
développée par C.T.Tran (Mines ParisTech/EDF 2012)
et améliorée par M. Goossens (Mines ParisTech/EDF 2017).

Instrumentation

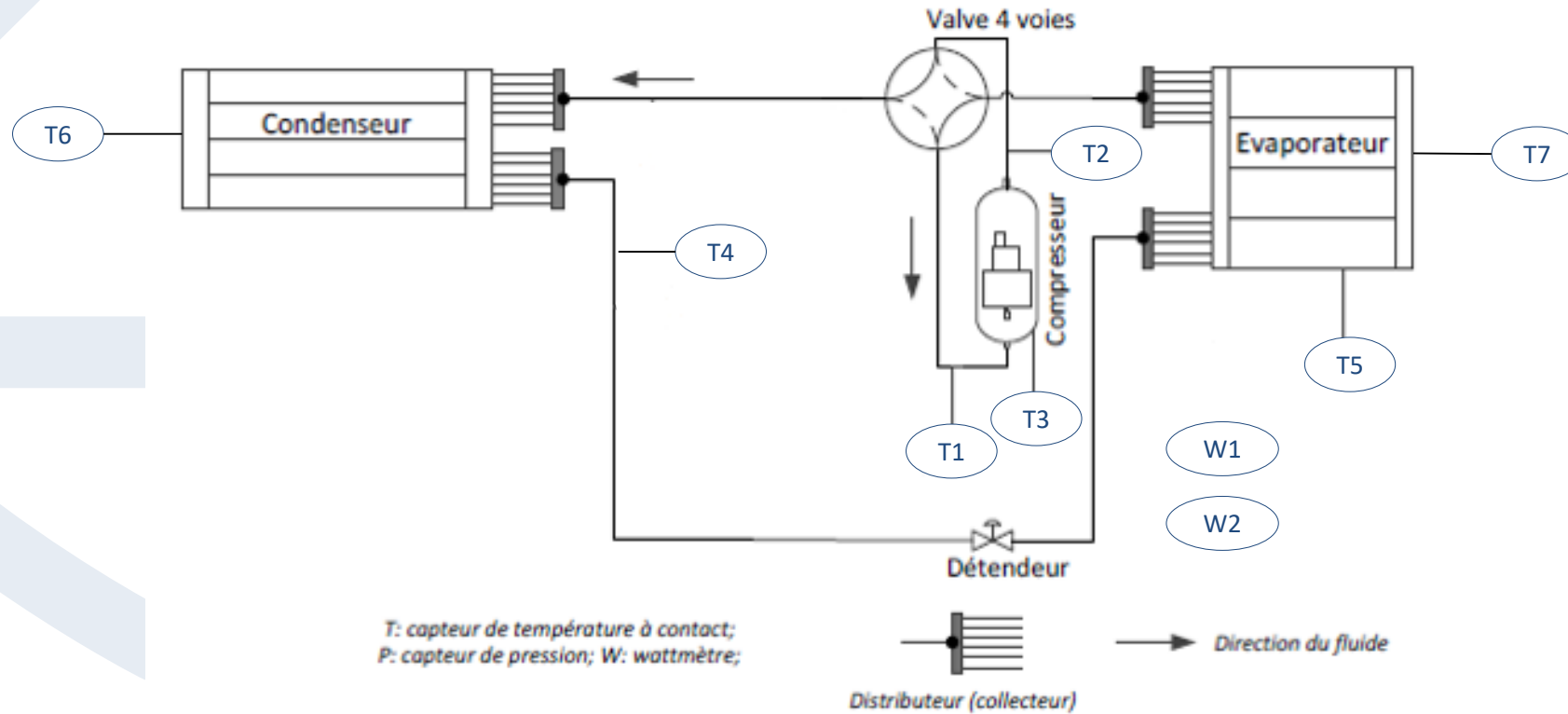


Figure 5.1 - Instrumentation de la « méthode interne in situ »

Méthode en phase de validation en laboratoire

Perspectives

- Suivis sur site
- Détection et diagnostic de défauts
- Modèle de prédiction de performances hors défaut type réseau de neurones, A. Tejeda (thèse Mines ParisTech/EDF, 2016).
- Comparaison entre performances mesurées réelles avec celles prévues par calcul réglementaire actuel, et avec modèle de prédiction
- Identification des paramètres essentiels à la prédiction des performances
- Recommandations pour la garantie de performance

ANNEXE : Méthode de mesure des PAC

Pas de mesure externe sur le débit d'air, méthode sur le **bilan d'énergie au compresseur**

$$COP = \frac{\dot{Q}_{cond}}{\dot{W}_{elec}}$$

$$\dot{Q}_{cond} = \dot{m}((1 - C_h)(h_{cond,in,r} - h_{cond,out,r}) + C_h(h_{cond,in,h} - h_{cond,out,h}))$$

$$\dot{m} = \frac{\dot{W}_{comp} - \dot{Q}_{pertes}}{(1 - C_h)(h_{comp,out,r} - h_{comp,in,r}) + C_h c_{p,h}(T_{comp,out,h} - T_{comp,in,h})}$$



La 4^{ème} journée de la Pompe à Chaleur

Échanges avec la salle



Communication



Institut national
de l'économie
circulaire

François-Michel LAMBERT

Député de la 10ème circonscription des Bouches du Rhône

Président-fondateur de l'Institut national de l'économie circulaire

La Pompe À Chaleur

Acteur de l'économie circulaire !





La 4^{ème} journée de la Pompe à Chaleur

Le mot de la fin

Thierry NILLE – Président de l'AFPAC





La 4^{ème} journée de la Pompe à Chaleur

Champagne de clotûre

