



Pompe à chaleur en immeuble collectif existants : enjeux et solutions

27 février 2024



**Ecouter,
agir,
maintenant,
autrement.**

___ Qui sommes-nous?

105 personnes et plus de 40ans d'expérience

Bureaux d'études fluides, thermiques, carbone et environnement

- 50% construction neuve 50% rénovation
- 80% de l'activité en immeuble collectif
- Conception, suivi de travaux et commissionnement

Cabinet de conseil :

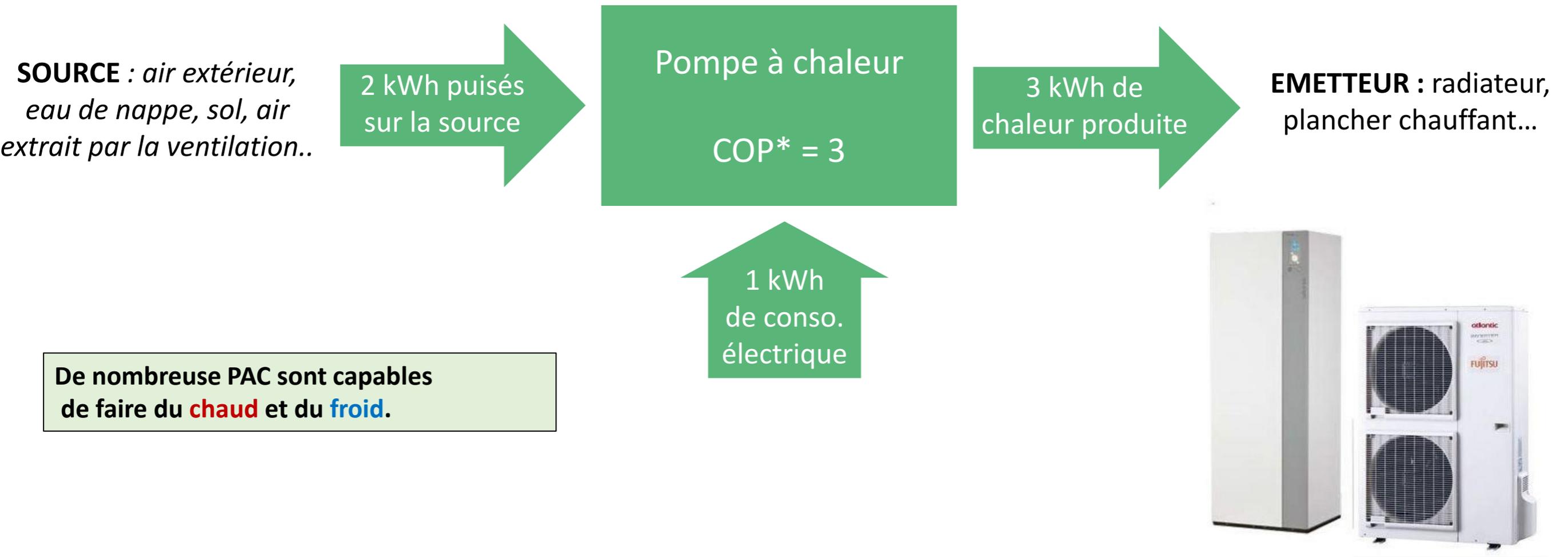
- Stratégie de décarbonation de parc
- Travaux pour les pouvoirs publics, industriels, filières...
- R&D produit et conception bâtiment
- Rédaction de guide
- Formation
-



- 1. Généralités et rappels sur les PAC**
- 2. Etats des lieux des solutions PAC disponibles**
- 3. Capacité des PAC collectives et besoins des bâtiments**
- 4. Conception des installations PAC Air/Eau collectives**

Généralités sur les PAC (pompe à chaleur)

Une pompe à chaleur c'est quoi ?

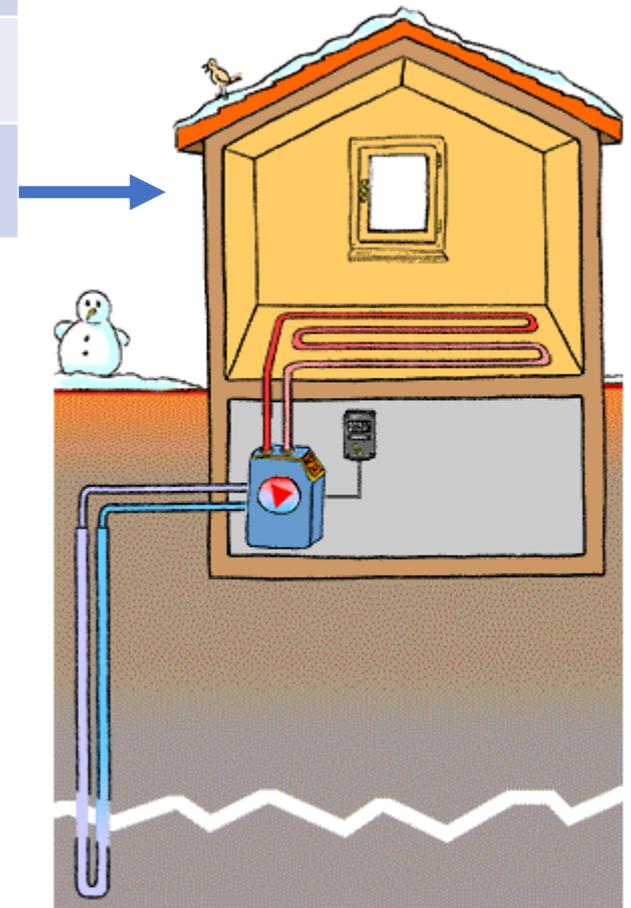
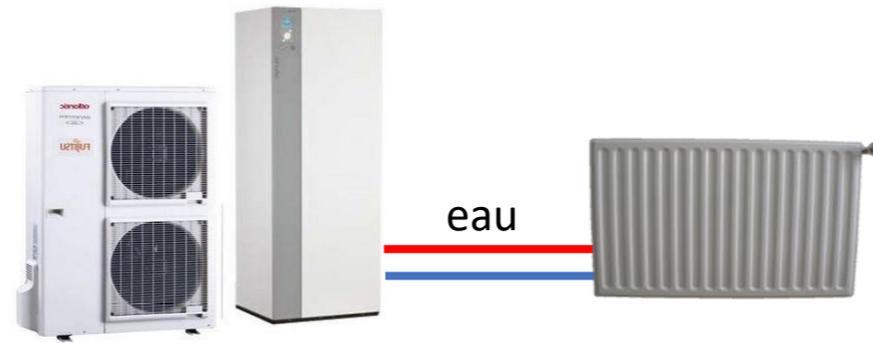
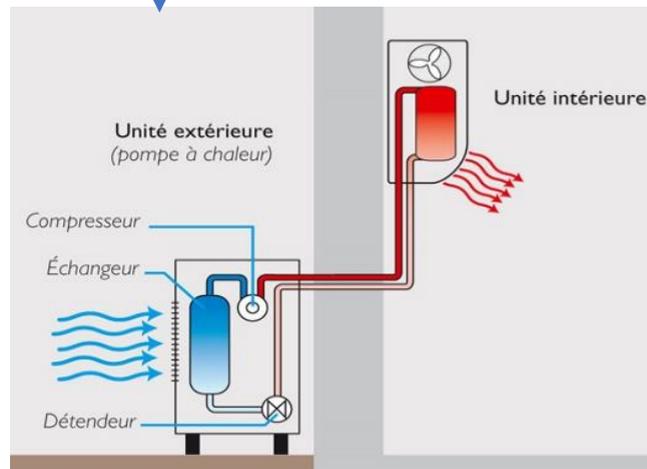


*COP = coefficient de performance (« équivalent » au rendement) = énergie consommée / chaleur produite

Généralités

Les différents types de PAC

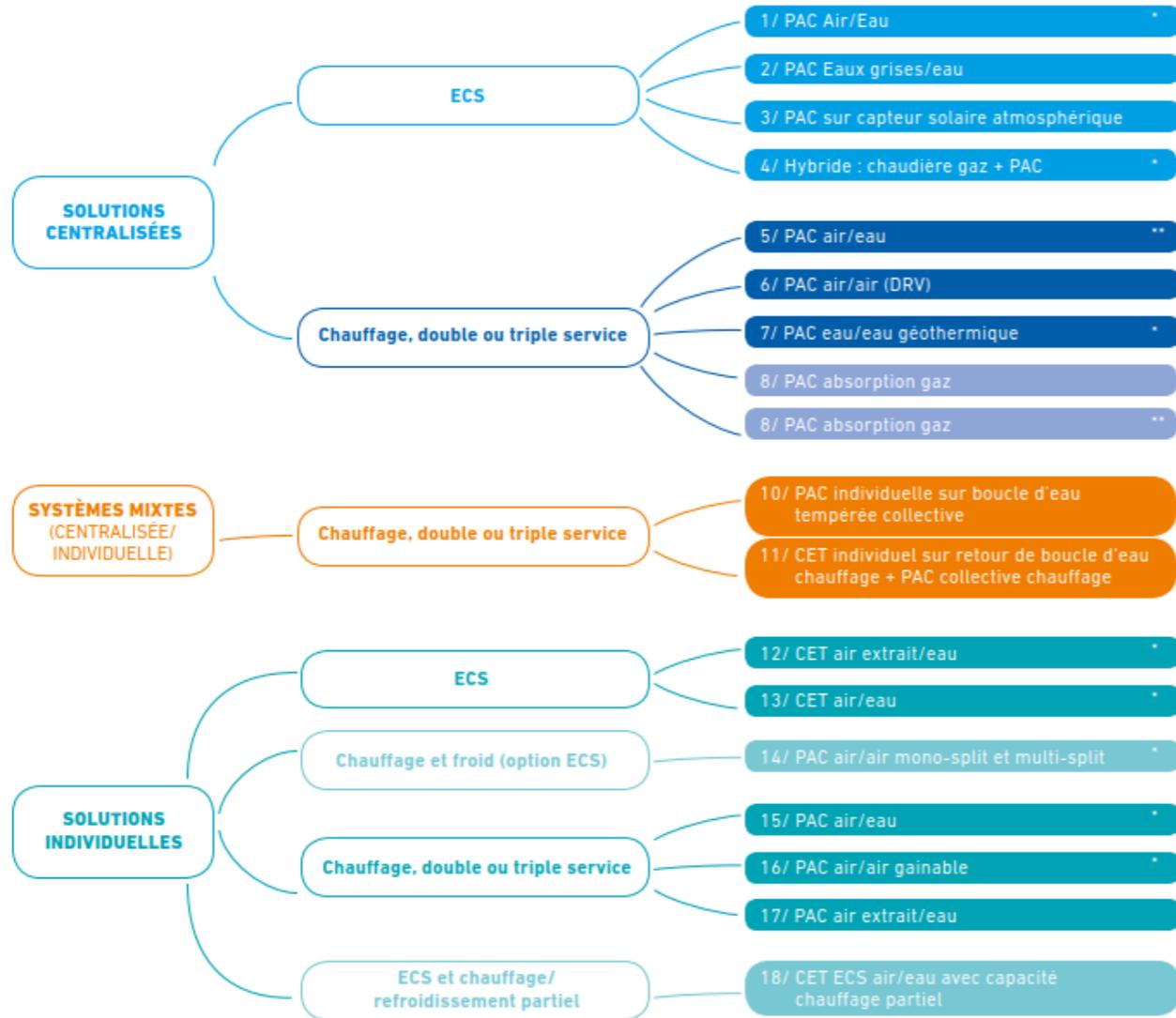
Type de PAC	Source	Emetteur
Air/Air	Air extérieur	Air intérieur
Air/Eau	Air extérieur	Eau de circulant dans radiateur*
Eau /Eau	Eau capteur**	Eau de circulant dans radiateur*



*ou plancher chauffant ou ventilo convecteur ** forage nappe ou l'eau circulant dans les sondes géothermiques ou des panneaux solaires

1. Généralités et rappels sur les PAC
2. Etats des lieux des solutions PAC disponibles
3. Capacité des PAC collectives et besoins des bâtiments
4. Conception des installations PAC Air/Eau collectives

Etats des lieux des solutions PAC



ÉTUDE FPI-USH 2022-2023

PANORAMA DES PAC COLLECTIVES

L'UNION SOCIALE POUR L'HABITAT
Les élus, l'habitat et le territoire

La « décarbonation » du secteur résidentiel est un point de passage nécessaire dans la lutte contre le changement climatique et les risques qu'il fait peser sur l'environnement, la biodiversité, nos infrastructures et la vie de tous, en particulier les populations les plus précaires qui comptent parmi les plus vulnérables à ces changements.

Le Mouvement Hlm était déjà pleinement engagé dans la transition énergétique et ne s'est pas fait attendre pour intégrer les aspects environnementaux et même carbone. De nombreuses productions au sein des organismes, de leurs réseaux le prouvent mois après mois. L'Union sociale pour l'habitat continue son travail de mise à disposition de ressources pertinentes pour les organismes Hlm afin de les outiller dans leur quête de décarbonation de leur patrimoine et la définition de leur stratégie.

Si la Réglementation environnementale 2020 (RE 2020) et la trajectoire décarbonation de la loi Climat et résilience fixent les attentes en termes de résultat, il reste à arrêter les moyens à mettre en œuvre pour les atteindre. Parmi ces moyens à interroger, le vecteur énergétique est enfin revenu au cœur des discussions. Deux solutions émergent plus particulièrement, les réseaux de chaleur vertueux d'un côté, et la pompe à chaleur de l'autre.

Les réseaux de chaleur sont un vecteur déjà largement pratiqué par l'habitat social avec un taux de raccordement proche du cinquième des logements (20%), et les nouveaux cadres réglementaires vont accélérer probablement le taux et le rythme de raccordement (des productions sur ce thème sont disponibles sur le centre de ressources de l'USH).

Les pompes à chaleur de leur côté, si elles sont déjà bien connues pour leurs applications en maison individuelle, semblent avoir encore du mal à trouver leur place dans les projets du résidentiel collectif. Une partie des acteurs nous assurent que la pompe à chaleur est idéale et adaptée à toute situation, d'autres acteurs semblent plus prudents (dont le rapport réalisé à la demande l'administration). C'est face à ce constat que l'Union sociale pour l'habitat (USH) et la Fédération des promoteurs immobiliers (FPI) ont décidé de faire réaliser par Pouget Consultants un état de l'art exhaustif et dépassionné des solutions de pompes à chaleur disponibles pour le logement collectif, aussi bien pour la construction neuve que pour la rénovation du parc existant. En complément, des analyses transversales ont également été demandées afin d'aborder des aspects clés et spécifiques de ces solutions. Pour faciliter l'utilisation de ces ressources et appuyer la maîtrise d'ouvrage dans ces choix techniques en rénovation, une fiche d'aide à la décision reprend l'ensemble des solutions.

La Pompe à Chaleur
Des solutions disponibles
en habitat collectif

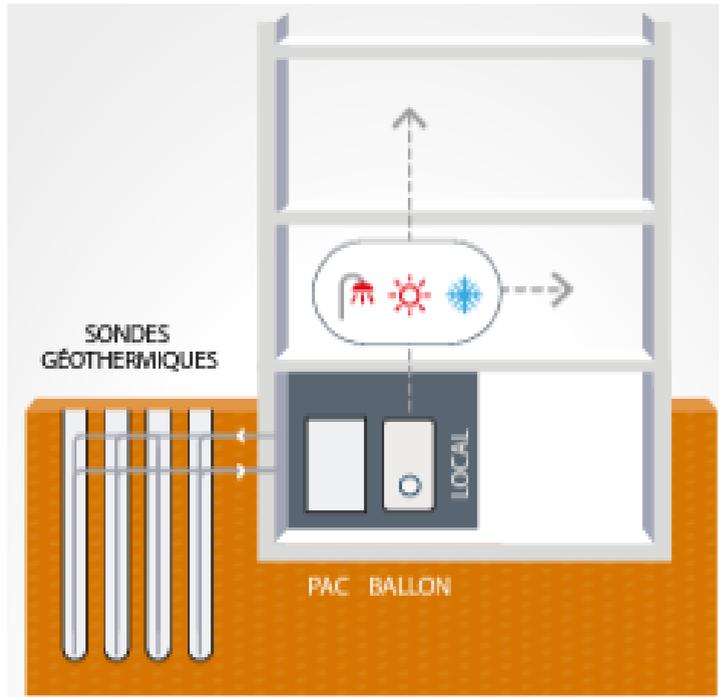
EDITION FÉVRIER 2023

AFPAC
Association Française pour
les Pompes à Chaleur

Filière mobilisée pour la transition énergétique & la décarbonation

Etats des lieux des solutions PAC

PAC eau/eau collective sur sondes géothermiques*

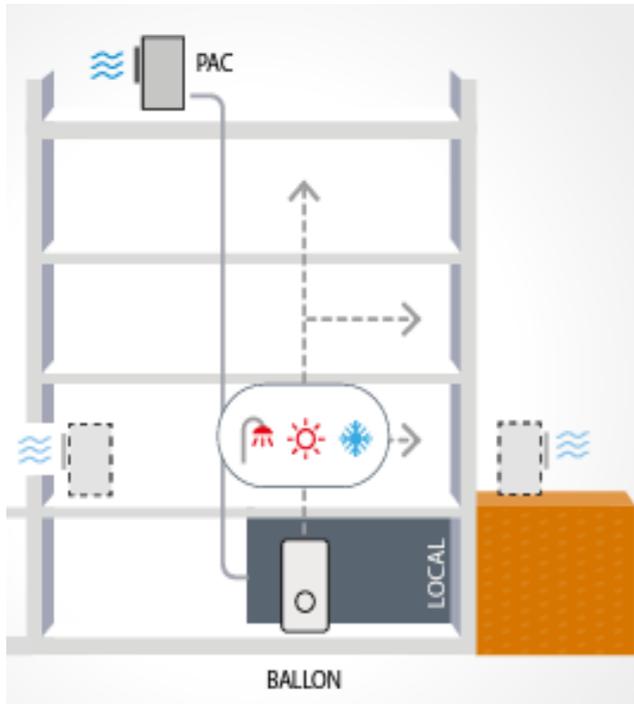


Solution mature
Haute performance
Géo-cooling possible

* Ou eaux de nappes

Etats des lieux des solutions PAC

PAC air/eau collective



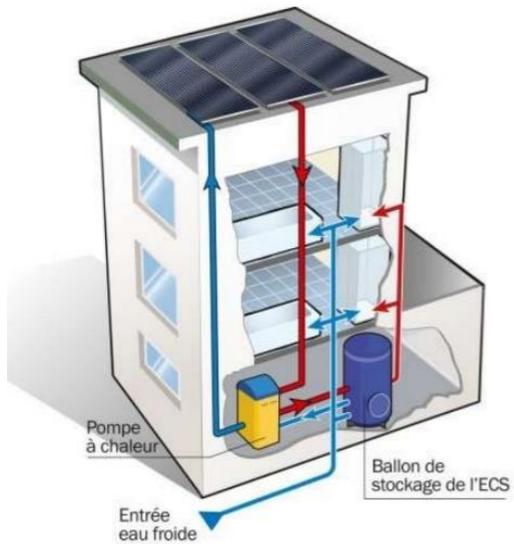
Offre 100% PAC

- Cascade de petite PAC
Jusqu'à 40lgts
- Cascade de grosse PAC

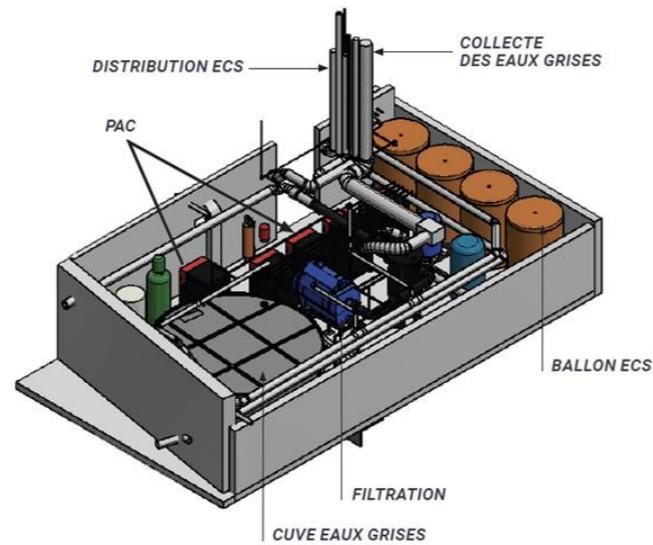
Offre « hybride »

Etats des lieux des solutions PAC

Autres solutions collectives



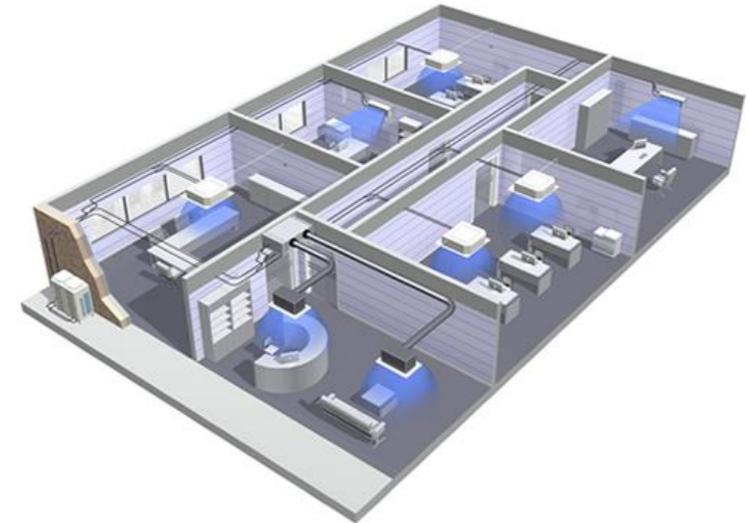
PAC aérosoilaire
ECS seule



PAC sur eaux grises
ECS seule



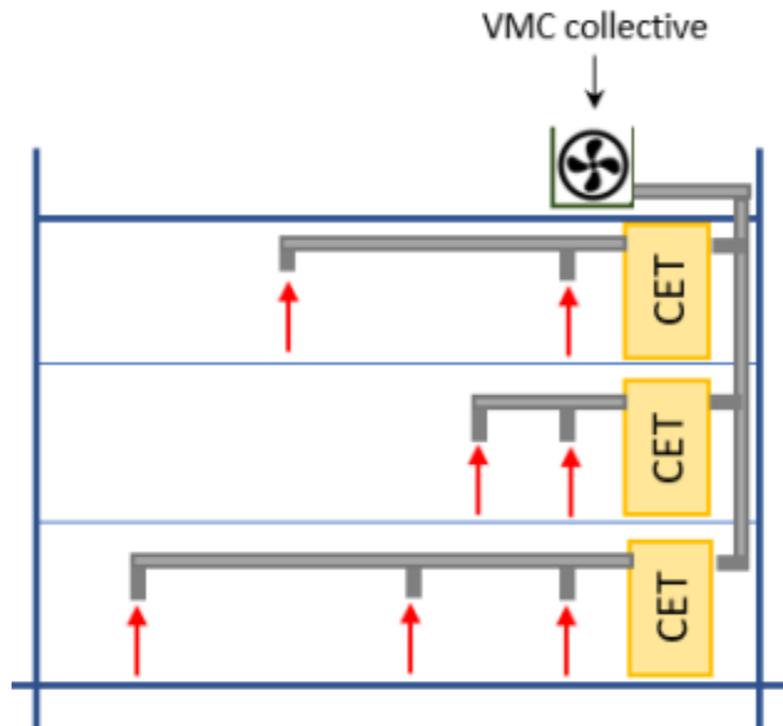
PAC Air/Eau à fluide CO2
ECS seule



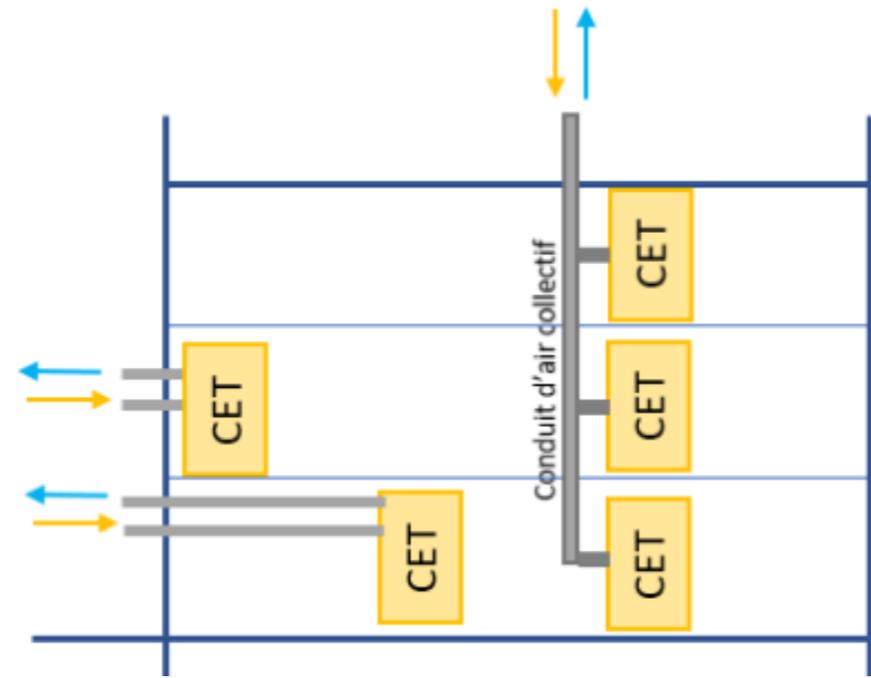
Système DRV
Chauffage et froid (et ECS)

Etats des lieux des solutions PAC

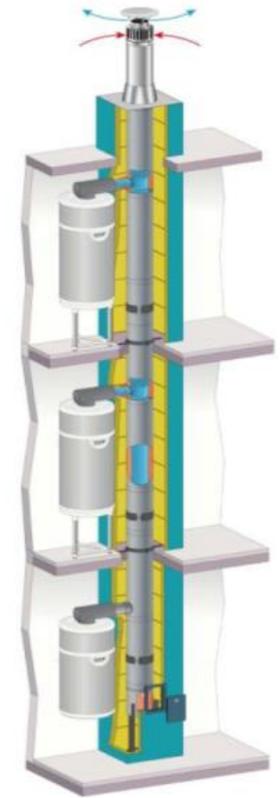
Solution individuelle : ECS seule



CET sur l'air extrait
ECS seule

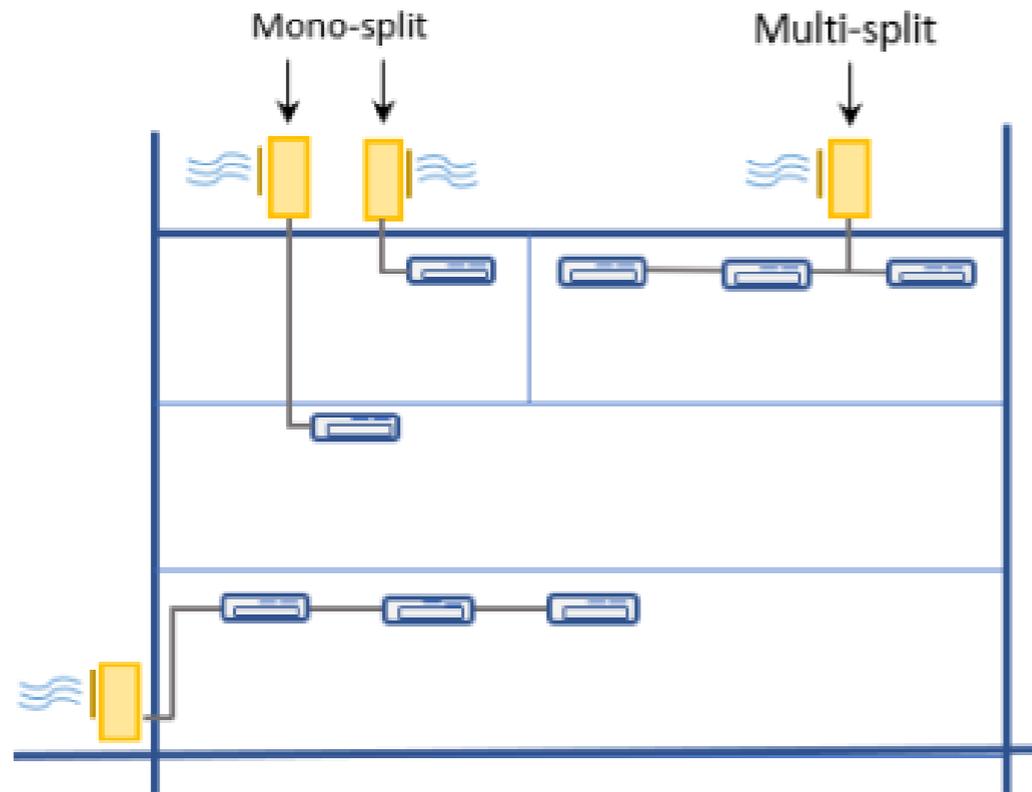


CET sur l'air extérieur
ECS seule



Etats des lieux des solutions PAC

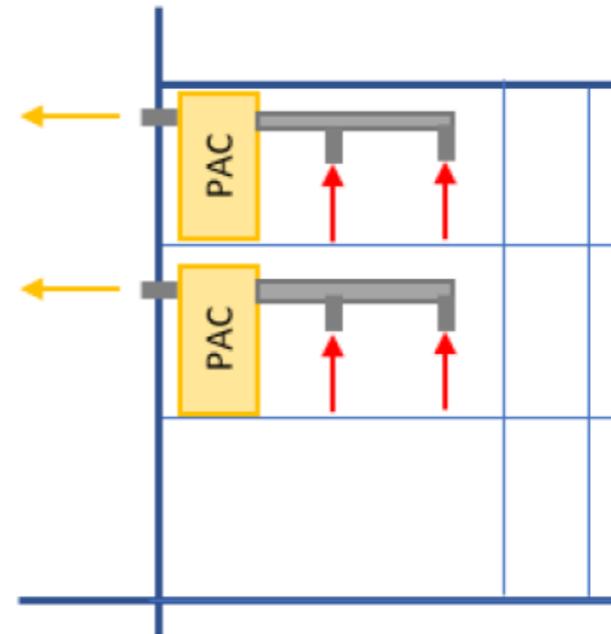
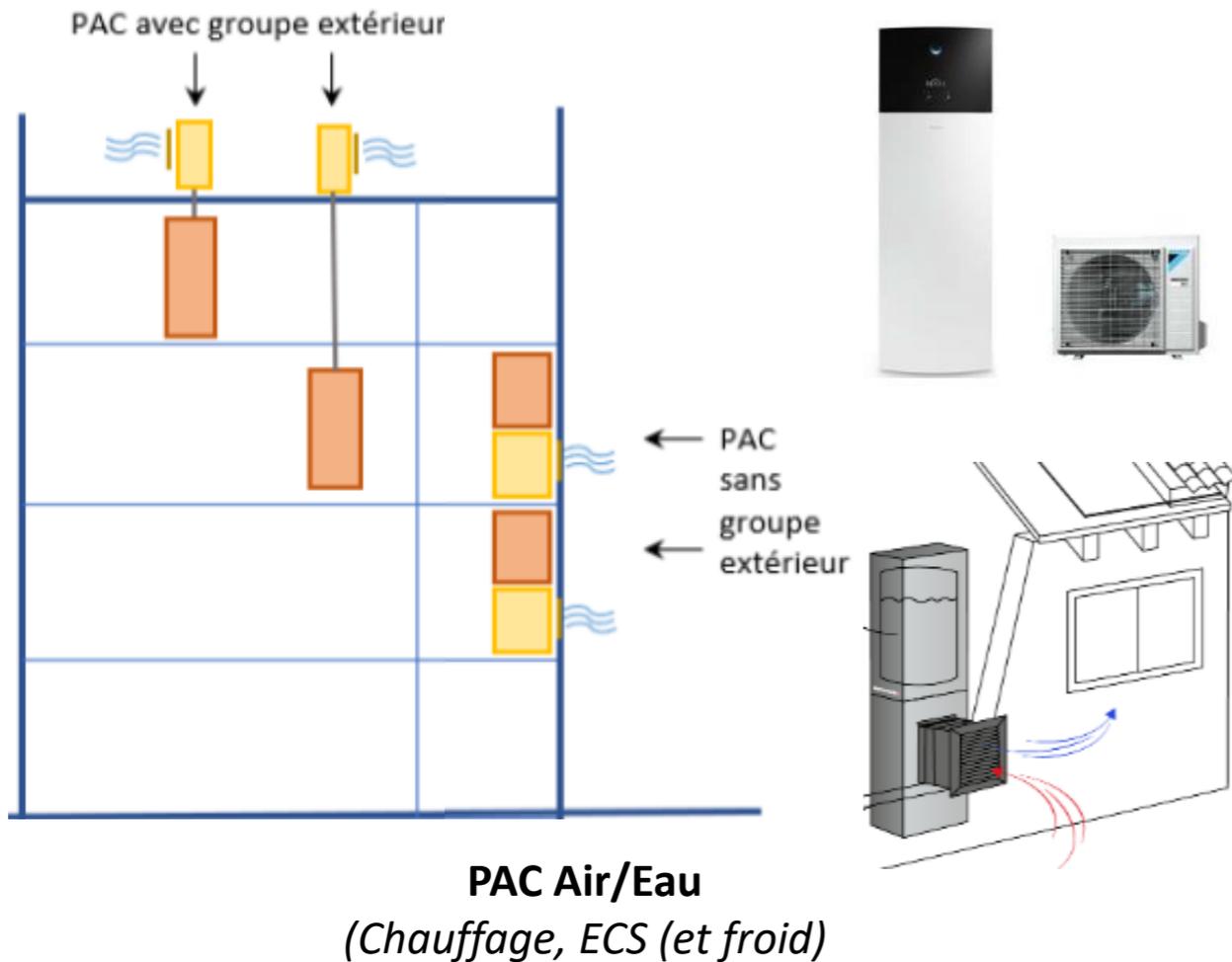
Solution individuelle : chauffage et/ou froid



PAC air/Air : Mono-split et multi-split
(Chauffage et/ou froid)

Etats des lieux des solutions PAC

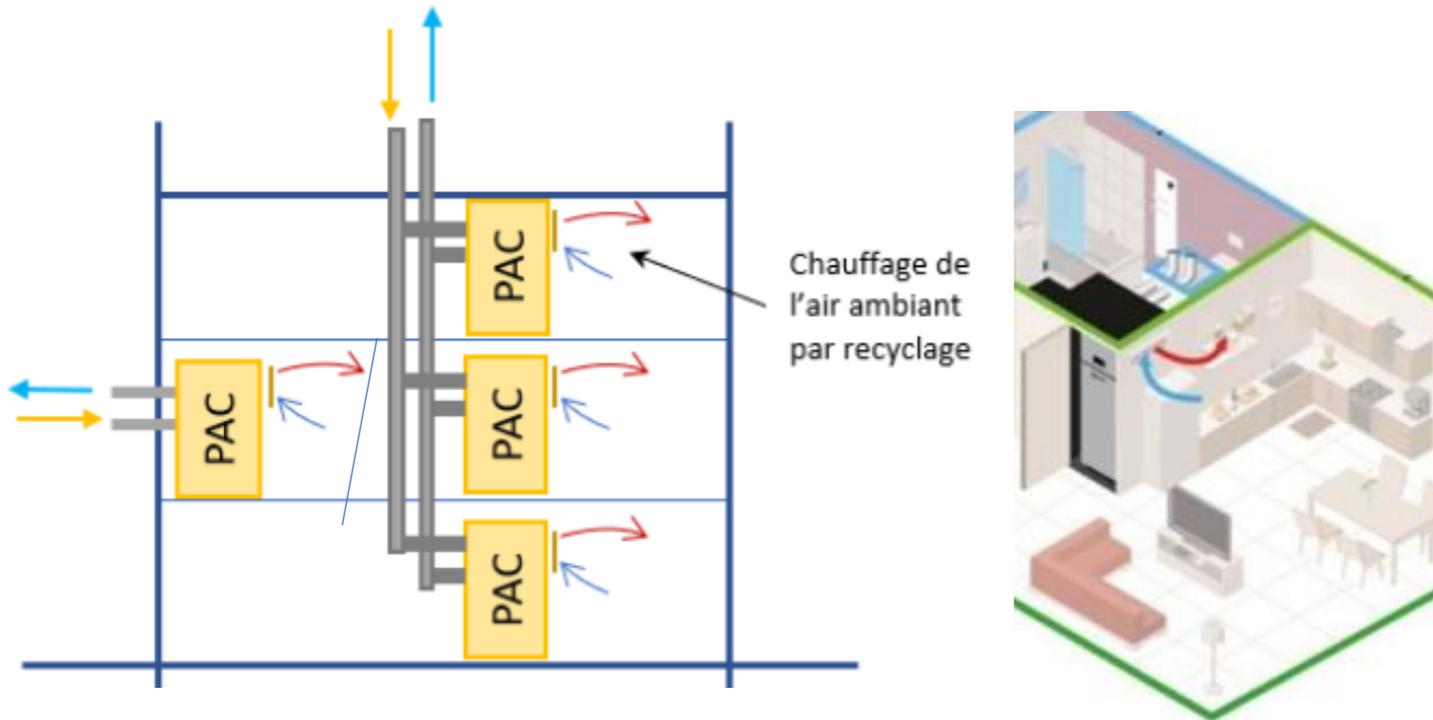
Solution individuelle : chauffage et ECS (et froid)



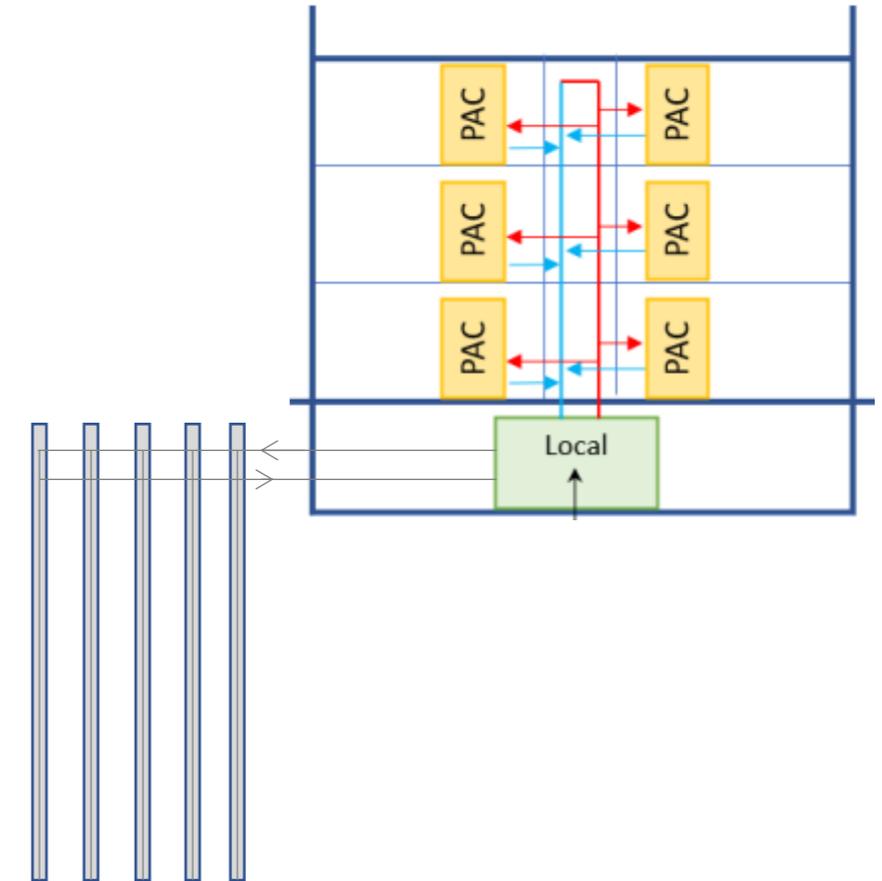
PAC Air extrait/Eau
(Ventilation individuelle autoréglable + Chauffage, ECS et Froid)
Puissance chauffage limitée à 3kW

Etats des lieux des solutions PAC

Solution individuelle



PAC Air/Eau sans unité extérieur
Chauffage partiel (salon) et ECS (et froid partiel)



PAC Eau/Eau individuelle sur boucle d'eau tempérée
Chauffage, ECS (et froid)

1. Généralités et rappels sur les PAC
2. Etats des lieux des solutions PAC disponibles
3. Capacité des PAC collectives et besoins des bâtiments
4. Conception des installations PAC Air/Eau collectives

Capacités des PAC collectives et besoins du bâtiment

Variation des performances des PAC Air/Eau

T source / T émetteur	Exemple de COP	T source / T émetteur	Exemple de COP
7°C / 30°C	4,6	-7°C / 30°C	2,7
7°C / 40°C	3,9	-7°C / 40°C	2,4
7°C / 50°C	3,1	-7°C / 50°C	2,0
7°C / 60°C	2,6	-7°C / 60°C	1,7
7°C / 70°C	2,1	-7°C / 70°C	1,5
7°C / 80°C	1,7	-7°C / 80°C	1,3

Si Text baissent : Le COP, la puissance et la température d'eau produite baissent également!

La température max de production variable selon les modèles : 55°C à 70°C

Besoins en températures des bâtiments

Besoin de température pour la production ECS collective : 60 à 65°C

Besoin de température pour le chauffage variable : 35 à 80°C selon les émetteurs

Capacités des PAC collectives et besoins du bâtiment

Les différents types d'émetteurs et températures associées

❑ Radiateur

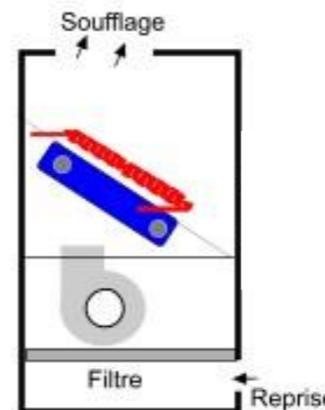
- Haute température : 80°C (<1990)
70°C (>1990)
- Moyenne température : 60°C
- Basse température : 50°C



❑ Plancher ou plafond chauffant : 35°C



❑ Ventilo convecteur : 45°C



Capacités des PAC collectives et besoins du bâtiment

limiter et maîtriser les températures de production

Le niveau de température demandé par les radiateurs est variable selon l'année de construction et le niveau de rénovation de l'isolation du bâtiment!

Isoler le bâtiment permet de :

Baisser la température d'eau à produire d'eau à produire, d'augmenter la performance des PAC

→ 70°C à 60°C = baisse de consommation 10-15%

Baisser le nombre de PAC et la puissance des PAC et donc leur prix :

→ Rénovation globale BBC = -50% sur le prix des PAC!

Évolution température d'entrée des radiateurs			
	Etat initial	Rénovation bâti partiel	Rénovation bâti BBC
Immeuble av 1948	80°C	70°C	60°C
Immeuble 1948-1974	80°C	70°C	50°C
Immeuble 1975-1981	80°C	70°C	60°C
Immeuble 1982-1989	80°C	70°C	65°C
Immeuble 1990-2000	70°C	70°C	60°C
Immeuble > 2000	70°C	70°C	65°C

1. Généralités et rappels sur les PAC
2. Etats des lieux des solutions PAC disponibles
3. Capacité des PAC collectives et besoins des bâtiments
4. Conception des installations PAC Air/Eau collectives

Conception des installations PAC Air/Eau collectives

PAC positionnée à l'extérieur

La PAC ne doit pas aspirer l'air qu'elle rejette!

Les critères d'intégration d'une PAC Air/Eau (non gainée)

- Prévoir 3m de surface libre devant les ventilateurs
- Prévoir 0,5 à 1m sur les autres faces
- Ne pas prévoir de toit (surface libre au-dessus des PAC)

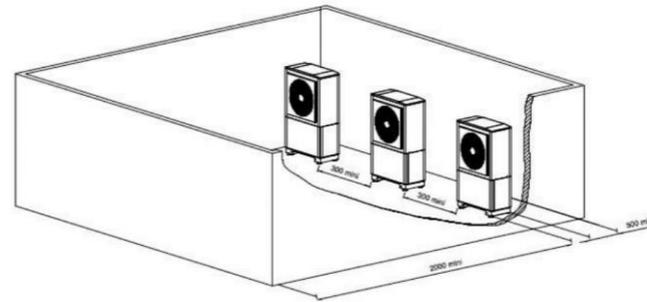
Il ne faut pas confiner les PAC :

- Pas de PAC en parking (vide réglementaire)
- Pas de PAC en local technique (sauf si gainable)
- Pas de PAC dans les combles

Attention à l'accès en toiture : prévoir un accès sécurisé au PAC.

Attention aux contraintes du PLU qui empêchent régulièrement la mise en place d'équipement technique en toiture.

Faire intervenir systématique un BE acoustique! (conception et exécution)

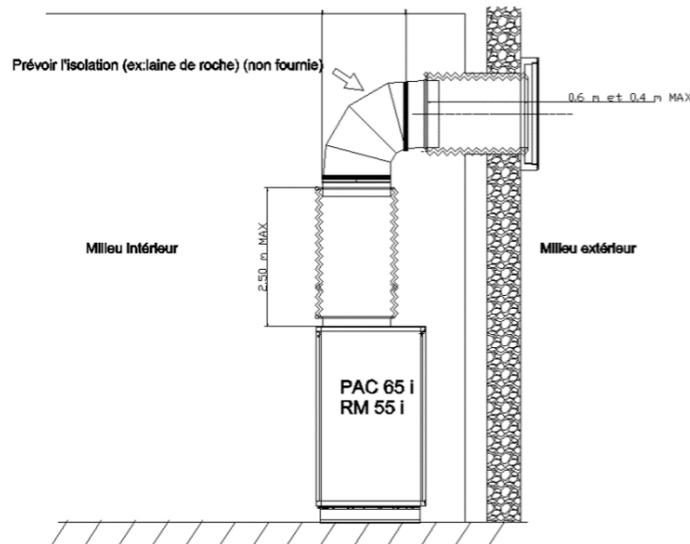


Conception des installations PAC Air/Eau collectives

PAC positionnée à l'intérieur

Le gainage des PAC n'est pas une solution miracle :

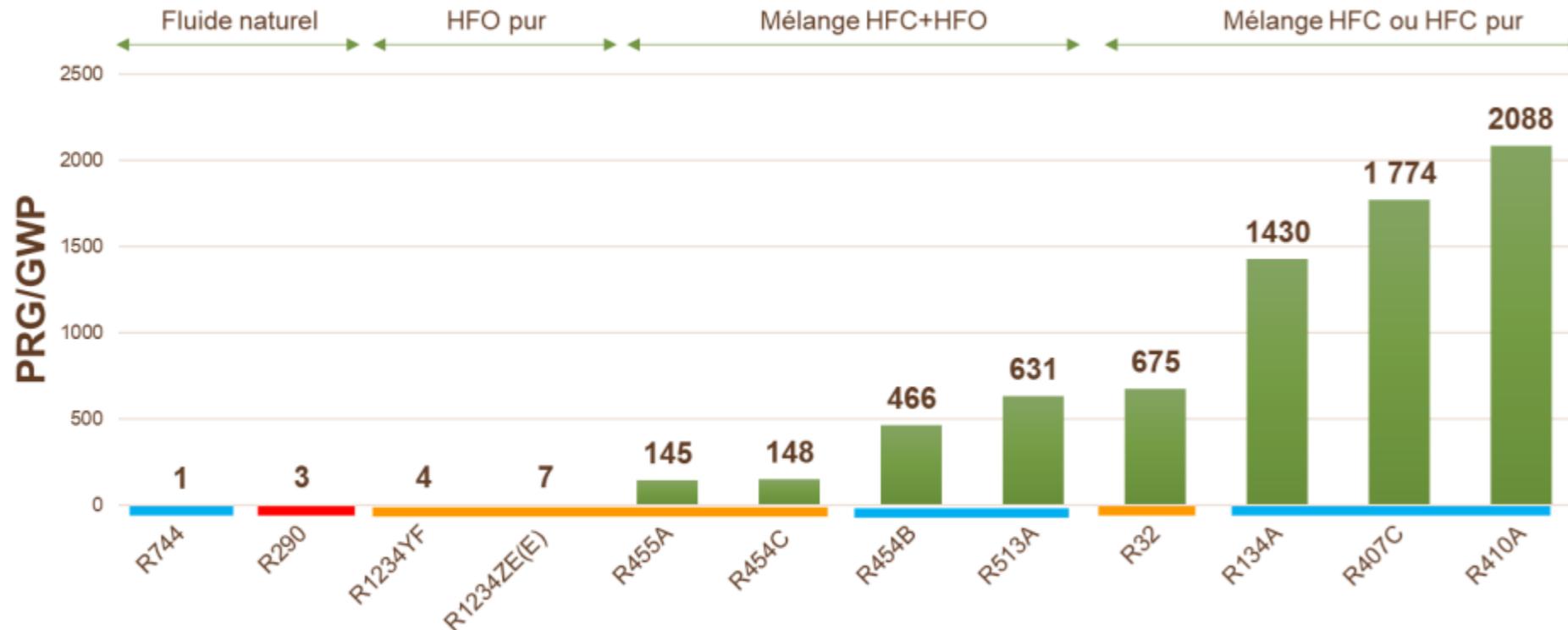
- Le gainage implique des consommations de ventilateur supérieure,
- La longueur de la gaine est limitée à 1 ou 2 mètres,
- Les nuisances acoustiques ne disparaissent pas!
- Les risques d'erreurs de conception et de problème en phase exploitation sont plus élevés.



Conception des installations PAC Air/Eau collectives

Fluides frigorigènes, F-Gaz et EN378

PRG et inflammabilité des fluides frigorigènes



Inflammabilité des fluides : Non inflammable / Légèrement inflammable / Hautement inflammable

Type de PAC	PRG max
PAC Air/Eau < 50kW	PRG < 150 en 2027
PAC Air/Eau > 50kW	PRG < 150 en 2030
PAC Air/Air < 12kW	PRG < 150 en 2029
PAC Air/Air > 12kW	PRG < 750 en 2029 PRG < 150 en 2033

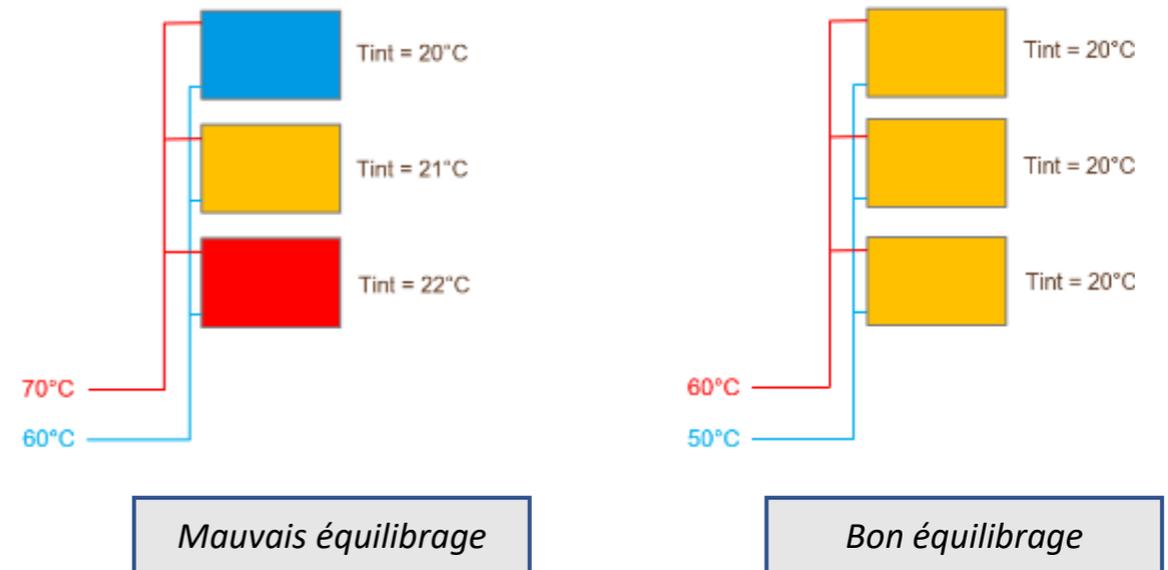
HFC/HFO interdit progressivement à partir 2032 pour certain type de PAC.

Maitrise des températures et sécurisation

Limiter et maitriser les températures de production

- Equilibrage des réseaux
- Isolation des réseaux (notamment ECS)
- Désembouage
- Attention aux pertes de températures (pincement échangeurs, perte bouteille découplage, hystérésis)
- Eviter les grands réseaux de distribution déperditifs.

→ Conserver un écart de 10°C entre la température max de la PAC et le besoin max.



Comment sécuriser l'approvisionnement en chaleur?

- Cascade de PAC (2 à 3 PAC minimum) sans surdimensionner
- Appoint électrique de secours (déclenchement manuel et temporisation)
- Appoint Gaz

Enjeux spécifiques à la rénovation

Capacité structurelle des toitures existantes

Les poutres et dalles ont généralement une capacité de support limitée.

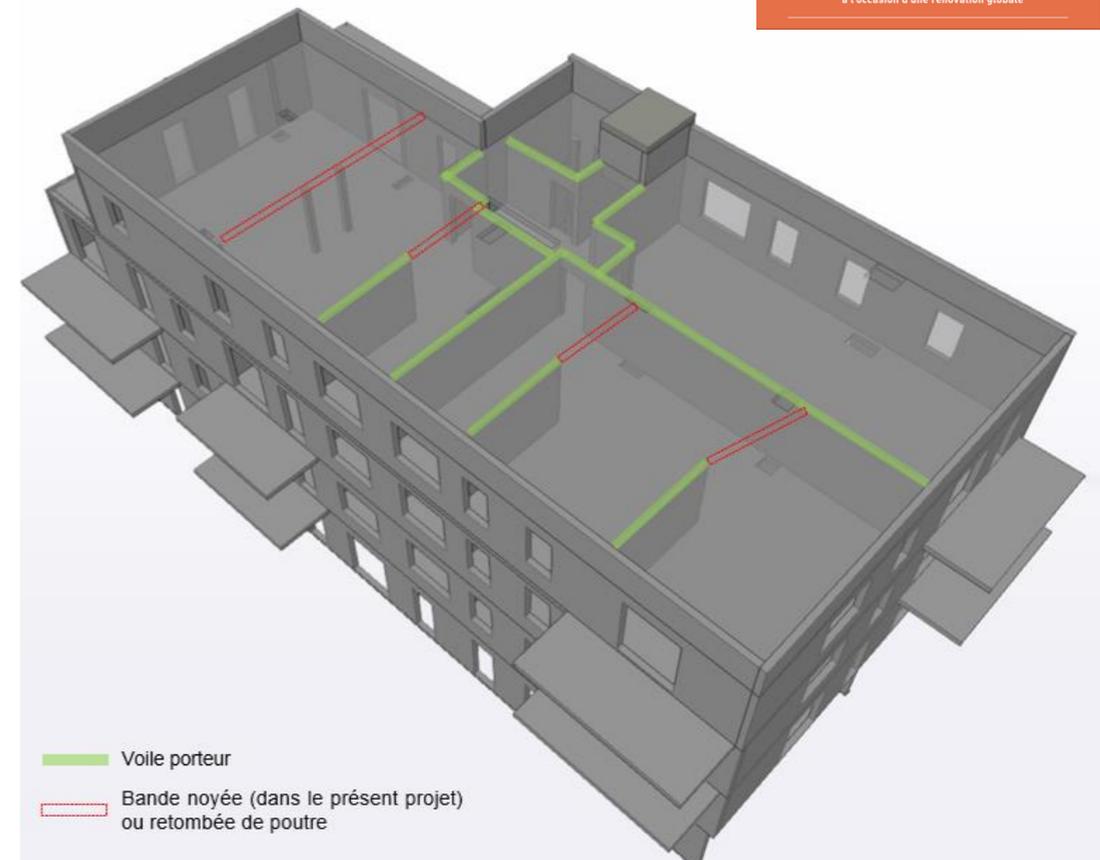
Les éléments de structure verticaux peuvent très souvent supporter beaucoup plus de poids.



→ Nécessité de faire intervenir un BE structure pour valider la faisabilité (sondage pour connaître la quantité de ferrailage des dalles et poutres).

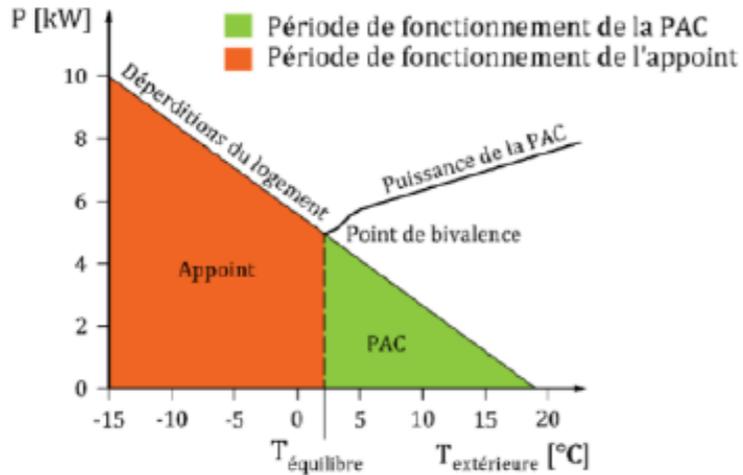
Mode constructif les plus sensibles :

- Poutrelle béton précontraint
- Dalle précontrainte

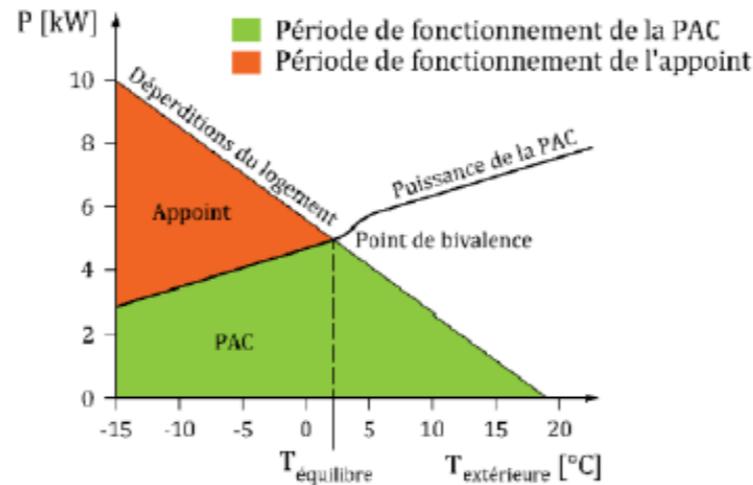


Conception des installations PAC Air/Eau collectives

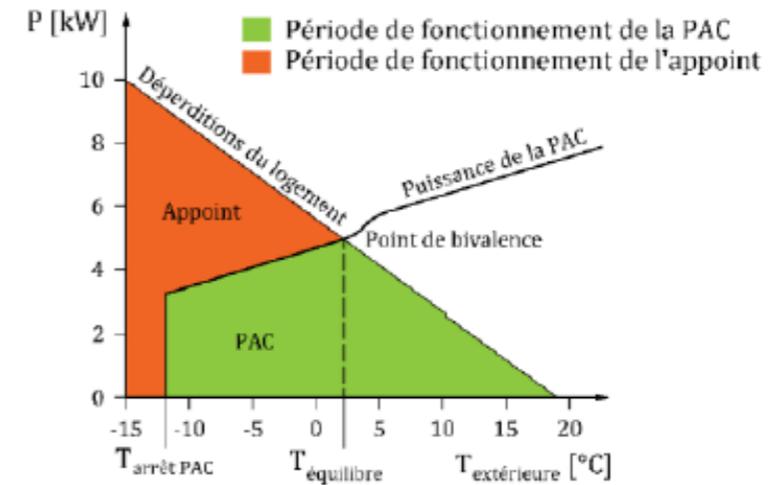
Zoom sur l'hybridation collective



Fonctionnement alterné



Fonctionnement simultané



Puissance PAC à +7°C/Puissance total	Taux couverture en simultané	Taux couverture en alterné
30%	60%	18%
50%	80%	40%
70%	98%	80%

Hypothèses : PAC haute température (70°C) et radiateur 70/50°C

- Privilégier le fonctionnement en simultané → Attention à la qualité du schéma hydraulique !
- Attention au risque d'abandon des PAC en phase d'exploitation → Faire collaborer PAC et le gaz jusqu'à la Text de référence et limiter la puissance gaz.

Enjeux spécifiques à la rénovation

Raccordement électrique

Il est difficile de connaître les incidences technico-économiques d'une augmentation de puissance de raccordement sans consulter ENEDIS :

- Pas d'engagement d'ENEDIS sans signature du devis
- 60% des coûts de travaux à la charge du MO

1ere étape : déterminer P raccordement existant et la P maximale appelée à l'état initial.



100KVA = 50 lgts BBC en 100% PAC

Quelques ordres de grandeurs des incidences probables, si l'ajout des PAC engendre une hausse de la puissance de raccordement électrique :

- Hausse $P < 120\text{KVA}$:
 - Pas de travaux de réseau
 - Réhabilitation du raccordement existant : 3 à 6k€
- Hausse $P > 120\text{KVA}$ → Nouveau branchement et potentiel réseau urbain à renforcer : 10 à 30k€
- Hausse $P > 250\text{KVA}$ → Risque d'implantation d'un transformateur sur site: 50 à 100k€

Attention ces indications sont des tendances, les incidences techniques sont variables selon le contexte! De faible hausse de puissance engendre parfois des travaux conséquents.

Enjeux spécifiques à la rénovation

Hybride ou 100%PAC?

❑ Quelles conditions pour le 100% PAC?

- Régime radiateur < 60 °C
- Rénovation de la distribution hydraulique : isolation, équilibrage, désembouage.
- Longueur de réseau de distribution limitée
- De la place en chaufferie pour accueillir les ballons ECS
- De la place pour accueillir les nombreuses unités extérieures
- Un réseau électrique local en capacité d'accueillir la puissance sans surcouteur important ($P_{pac} < 250\text{KVA}$)

❑ Opportunités pour les solutions hybrides :

- Régime T radiateur élevée
- Manque de place pour les ballons ECS
- Réseaux de distribution importants et/ou déperditifs
- Puissance chauffage très importante
- Puissance électrique réseau limitée

Enjeux spécifiques à la rénovation

Retour d'expérience du bailleur le Toit Vosgien



**12 logements, rénovation passive
Gaz indiv → 1 PAC collective de 14kW**



**40 logements, rénovation passive
Chaudière fioul → 3 PAC collectives de 35kW**

Les guides dédiés à la PAC en immeuble collectif

Guide technique dédié à l'installation de PAC collective en copropriété



SOMMAIRE	
1. Capacité et performance des PAC	4
2. Maîtrise des températures de production	8
3. Critères de choix 100 % PAC ou Hybride	18
4. Conditions d'intégration des PAC	25
5. Étude financière	50
6. Déroulé type d'un projet PAC en copropriété	66
7. Solutions de suivi des performances	68
8. Retours d'expériences d'application PAC en logements collectifs	74
9. Glossaire	78

3

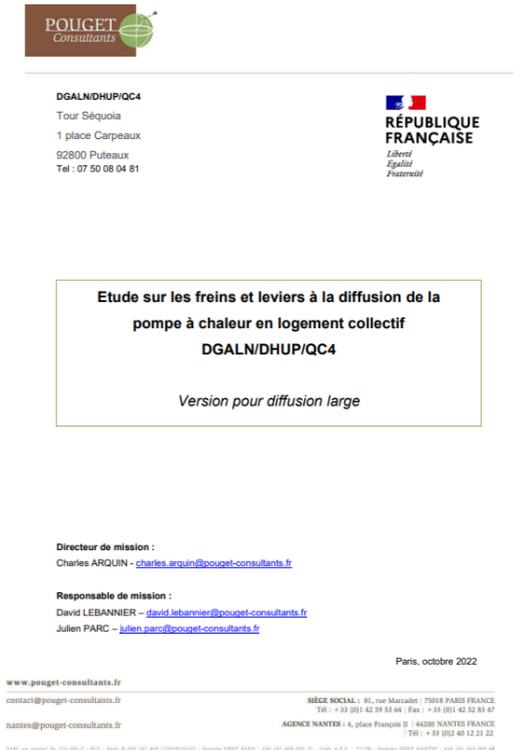
18 Fiches solutions

6 fiches thématiques :

- Exploitation
- Rigueur climatique
- Impact carbone (fabrication PAC)
- Cout d'investissement
- Arbre aide à la décision en rénovation

A consulter via ce lien :

https://renovonscollectif.fr/wp-content/uploads/2023/10/REC_23_PAC-en-copros_def.pdf



<https://rt-re-batiment.developpement-durable.gouv.fr/etude-sur-les-freins-et-les-leviers-a-la-diffusion-a713.html>



Nous trouver, nous contacter

01 42 59 53 64

contact@pouget-consultants.fr

pouget-consultants.eu

Nos agences

- **Île-de-France**

81 rue Marcadet, 75018 PARIS (siège social)
53 avenue du Maine, 75014 PARIS

- **Grand Ouest**

4 place François II, 44200 NANTES
2 rue Victor Hugo, 35000 RENNES

- **Antenne Sud Est**

13000 MARSEILLE



pouget-consultants.eu

