

# FORMATION BÂTIMENT DURABLE

## POMPE À CHALEUR : CHOIX ET CONCEPTION

PRINTEMPS 2021

La production d'eau chaude sanitaire

Danielle MAKAIRE

ÉCORCE  
L'ÉNERGIE EN CONSTRUCTION





- ▶ Rappeler les ordres de grandeur relatifs à la consommation d'ECS en comparaison au chauffage
  - Besoins nets
  - Puissance
- ▶ Rappeler les exigences en termes de confort pour l'ECS
- ▶ Comprendre les spécificités des différents types de PAC disponibles pour la production d'ECS et l'impact sur le choix et sur les performances énergétiques



## **BESOINS ET EXIGENCES**

COUPLE PUISSANCE-VOLUME

CHOIX DU SYSTÈME



## 4 IMPORTANCE DE L'ECS - Puissance

## Evolution des puissances requises pour la production de chaleur

Maison ancienne

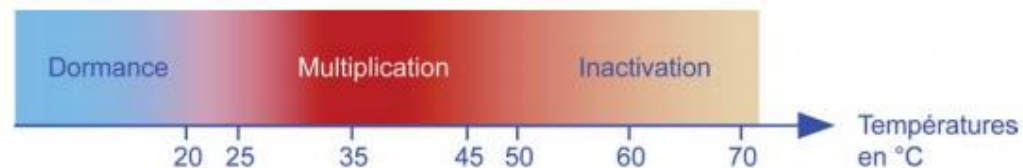
80-120 W/m<sup>2</sup>Dépend des puisages  
Min 25 kW (instant.)Appareil  
Combi10-40 W/m<sup>2</sup>Dépend des puisages  
Min 25 kW (instant.)

?

- Contrainte de choix : puissance, espace disponible, investissement, etc



- ▶ L'eau chaude sanitaire doit être produite ou présente en quantités suffisantes pour satisfaire la demande. C'est le principe de base pour garantir le confort demandé.
- ▶ Assurer une alimentation ECS confortable
  - Température d'eau
  - Débit de puisage : débit de pointe, profil de puisage
  - Quantité d'eau : litre/jour (moyenne)
  - Temps d'attente
- ▶ Exigences par rapport à l'hygiène (problématique des légionelles):
  - Température de l'eau stockée
  - Stagnation



▲ Figure 13 : La croissance des légionelles en fonction de la température. L'optimum de croissance se situe entre 25 et 45°C environ.

Source/Bron : guide installations d'eau chaude sanitaire, règles de l'art Grenelle Environnement 2012



BESOINS ET EXIGENCES

**COUPLE PUISSANCE-VOLUME**

CHOIX DU SYSTÈME



### Sur base des consommations réelles

- ▶ Possible uniquement en rénovation
- ▶ Bien pour le secteur tertiaire

### En fonction du débit nominal des points de puisage

- ▶ Présente un risque de surdimensionnement
- ▶ Via des profils types
- ▶ Utilisé pour les constructions neuves
- ▶ Bien adapté au secteur résidentiel

→ Déterminer les profils de puisage et débits de pointe

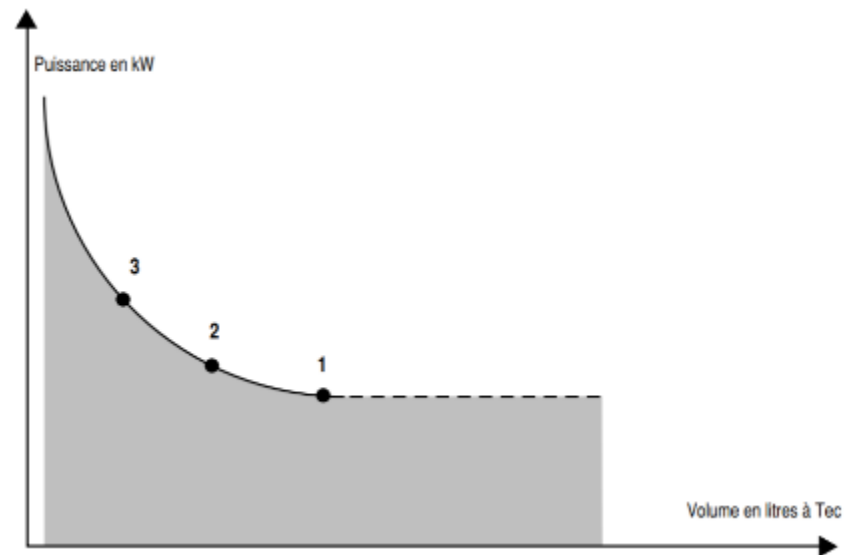
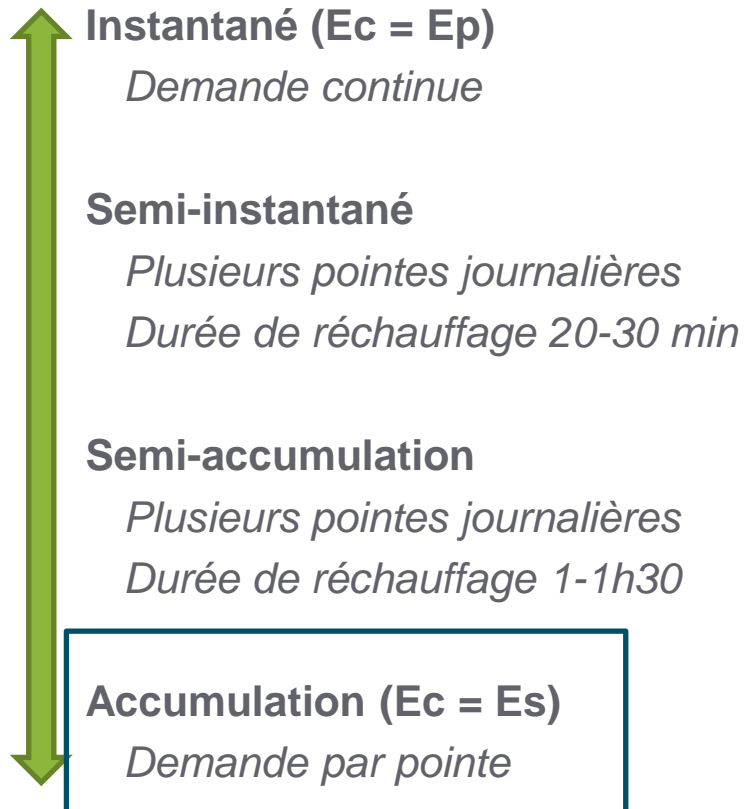


La **consommation moyenne est de 25 litres/personne/jour** d'ECS à 60°C  
(source: CSTC, « Quantification des besoins et impact sur le dimensionnement »,  
séminaire bâtiment durable EAU CHAUDE SANITAIRE)



## MODE DE PRÉPARATION

*Energie consommée (Ec) ≤ Energie stockée (Es) + Energie produite (Ep)*



Pour les PAC, stockage indispensable vu la puissance réduite







### Accumulation pure

- ▶ Quel volume ?
- ▶ Quelle puissance ?

Exemple 1	Evier	Baignoire	Douche
Débit 60°C	5 l/min	9 l/min	6 l/min
Tps puisage	1*5 min	2*10 min	2*6 min
Vol eau 60°C			
Volume total [l]			
Puissance [kW]			



BESOINS ET EXIGENCES

COUPLE PUISSANCE-VOLUME

## **CHOIX DU SYSTÈME**

- ▶ **Indépendance du chauffage et de l'ECS ?**
- ▶ Ballon thermodynamique
- ▶ Pompe à chaleur mixte
- ▶ Combinaison avec l'énergie solaire
- ▶ ECS collectif / tertiaire

ECODESIGN

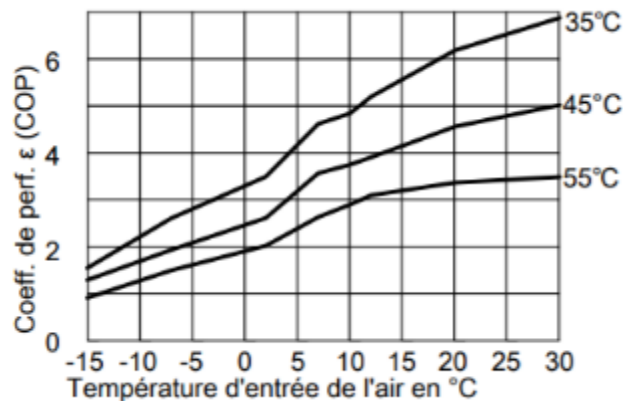
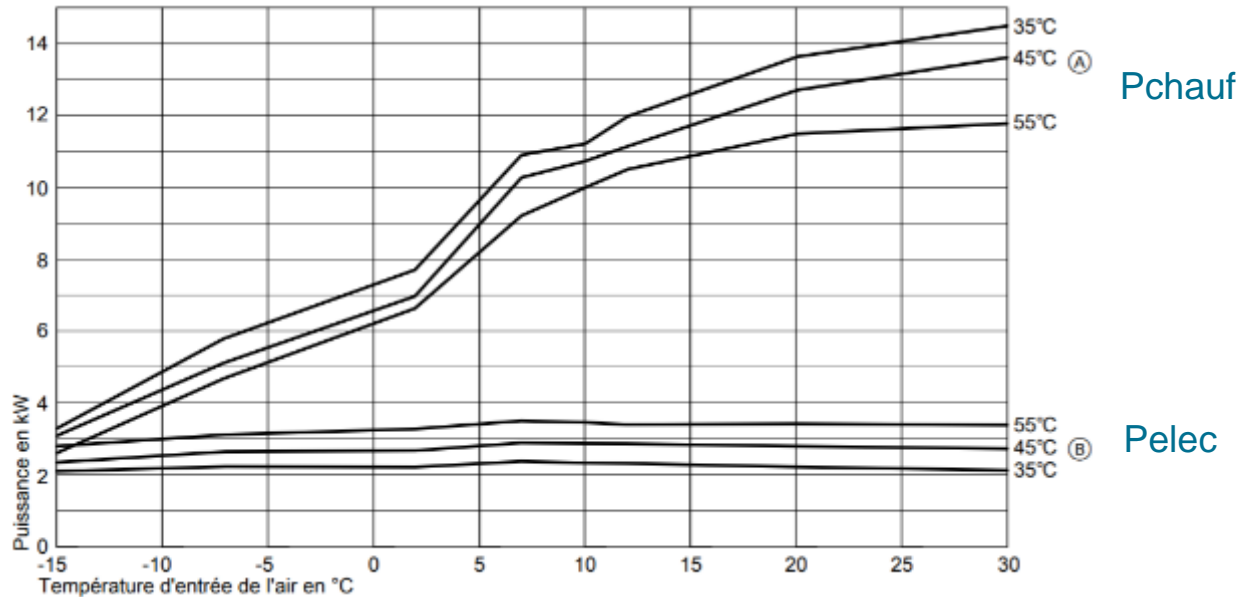


**Indépendance du système de production d'ECS (dans le cas d'une PAC) ?**

Atouts d'une production indépendante	Atouts d'un système mixte chauffage/ECS
Optimisation du dimensionnement par rapport aux besoins de chauffage et d'ECS	Puissance totale installée plus faible et coût d'investissement moins élevé
Fonctionnement du générateur de chauffage à plus basse température	Encombrement plus faible
En cas de panne, indépendance des 2 services	



## Importance du régime de température sur les performances de la machine



- ▶ La performance dépend de la technologie utilisée et de la différence entre la source chaude et la source froide
- ▶ La température de production de l'ECS est généralement de 55°C → on dégrade les performances, prévoir une machine adaptée



BESOINS ET EXIGENCES

COUPLE PUISSANCE-VOLUME

## CHOIX DU SYSTÈME

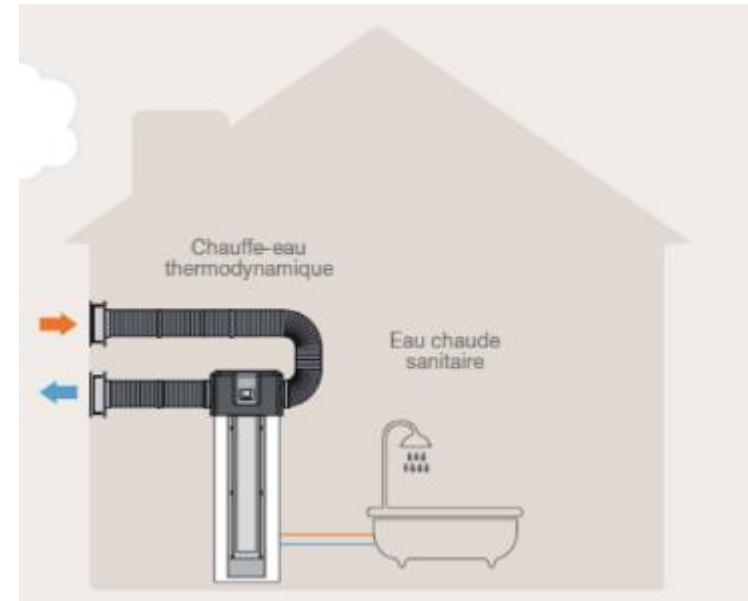
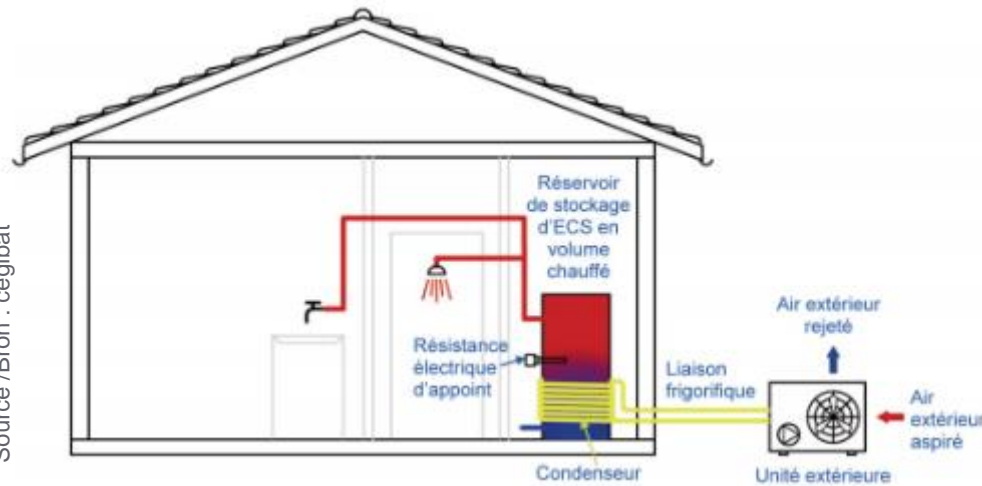
- ▶ Indépendance du chauffage et de l'ECS ?
- ▶ **Ballon thermodynamique**
- ▶ Pompe à chaleur mixte
- ▶ Combinaison avec l'énergie solaire
- ▶ ECS collectif / tertiaire



### Ou chauffe-eau thermodynamique (individuel)

Équipement indépendant de production d'eau chaude sanitaire (ECS) associant un volume de stockage et une petite PAC dédiée au chauffage de cette eau.

Source /Bron : cegibat

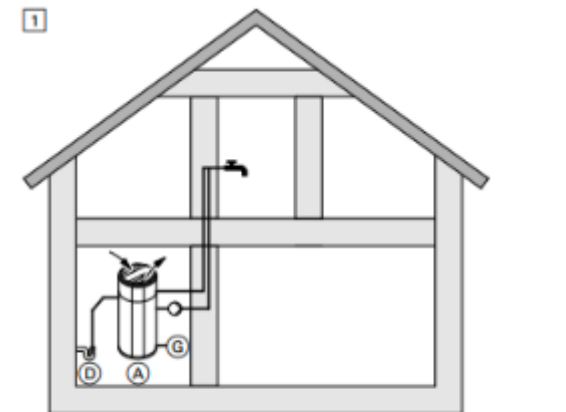


Source /Bron : Mitsubishi electric

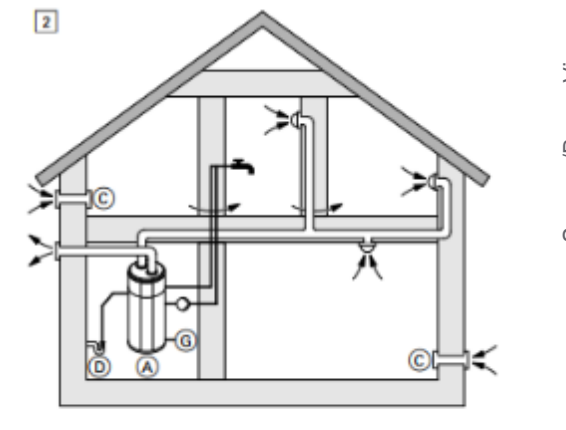


## Source froide

- ▶ Air ambiant d'un local non chauffé :
  - Profite en hiver de  $T^\circ$  plus élevées que sur air extérieur
  - MAIS prélève une partie de l'énergie en volume chauffé (car l'EANC est indirectement chauffé par le volume adjacent)
  
- ▶ Air extrait de la ventilation :
  - Lié à la ventilation → débit d'air plus faible que pour les autres types d'appareils (200 m<sup>3</sup>/h à 350 m<sup>3</sup>/h)
  - $T^\circ$  moyenne de la source froide plus élevée



(A) Vitocal 160-A, type WWK (pour le mode à circulation d'air)  
 (D) Evacuation des condensats  
 (G) Raccordement eau froide



(A) Vitocal 160-A, type WWK (pour le mode à air évacué)  
 (C) Élément d'admission d'air  
 (D) Evacuation des condensats  
 (G) Raccordement eau froide

Source /Bron : Viessmann



## Spécificités



- ▶ Capacité varie généralement de 200 à 300 litres (mais peut aller jusqu'à 1000 litres)
- ▶ Puissance thermique faible de 4 à 6 W/litre
- ▶ Leur réservoir intègre souvent une résistance électrique ou un second échangeur permettant de raccorder un autre générateur
- ▶ Production d'eau à 60-65°C (attention, certains modèles utilisent la résistance électrique pour monter de 55°C à 60-65°C)
- ▶ Meilleure performance si un seul réchauffage → paramétrer pour éviter de multiples relances durant la journée
- ▶ Efficacité énergétique  $\eta_{WH}$  de 110-130 %
- ▶ Encombrement : Pour 300 litres, Ø70 cm et H170 cm
- ▶ Prix : entre 1500 € et 3000 €
- ▶ Prévoir une évacuation des condensats
- ▶ Le raccordement électrique (disjoncteur, ...) est similaire à celui d'un chauffe-eau électrique

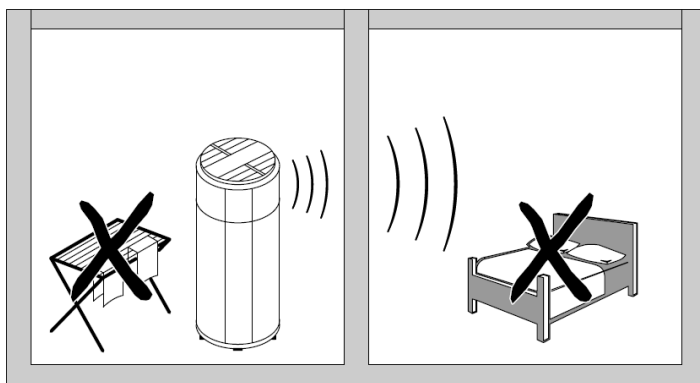




## Eviter les nuisances sonores

Niveau de puissance acoustique en utilisation sur air ambiant pour la production d'ECS de 15 à 60 °C et une température de l'air à son admission de 15 °C

	Niveau de puissance acoustique $L_w$ [dB (A)]								Total
	à la fréquence moyenne d'octaves [Hz]								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Dans le local d'installation	16	41	46	50	52	49	46	34	56



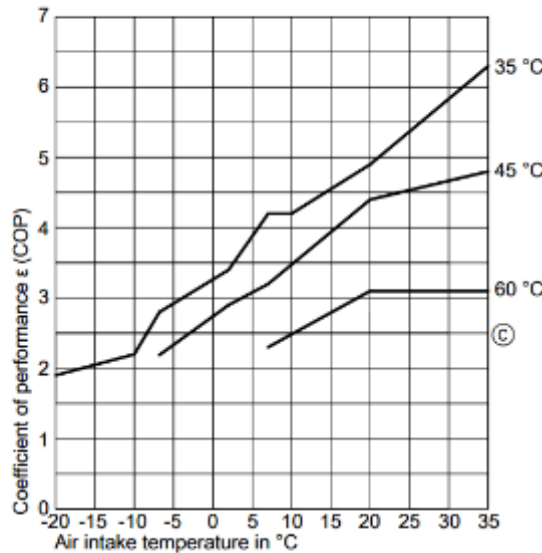
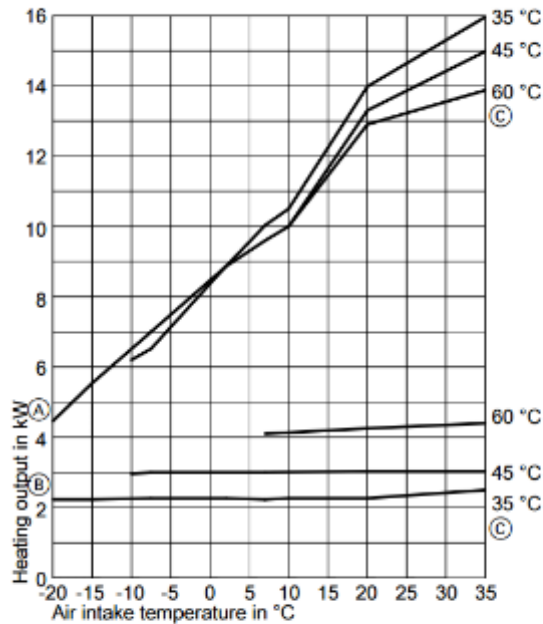
Source sonore	$L_w$ (dB)
Bruissement des feuilles	30
Chuchotement	40
Conversation à voix basse	50
Conversation normale	70
Conversation à haute voix	80





### Données techniques

Vitocal 300-A, 230 V



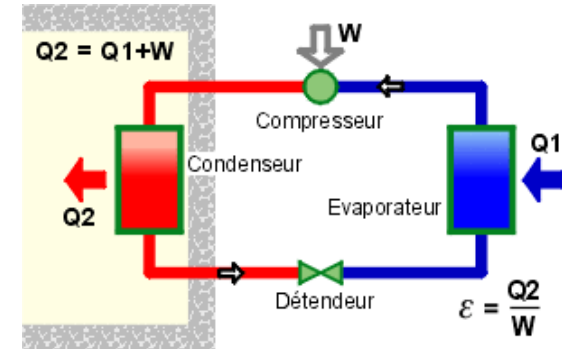
- (A) Heating output
- (B) Power consumption
- (C) Heating water flow temperatures  $T_{1W}$

**Heating output data**

Operating point	W A	°C °C	35						45						60				
			-20	-15	-7	2	7	10	20	35	-10	-7	2	7	20	35	7	20	35
Heating output		kW	4.6	5.4	7.0	8.6	10.1	10.6	13.9	15.8	6.2	6.7	8.6	9.6	13.3	14.9	9.6	12.9	13.7
Power consumption		kW	2.4	2.4	2.5	2.5	2.4	2.5	2.6	2.5	2.9	3.0	3.0	3.0	3.1	3.1	4.1	4.2	4.4
Coefficient of performance ε (COP)			1.9	2.2	2.8	3.4	4.2	4.2	5.4	6.3	2.1	2.2	2.9	3.2	4.4	4.8	2.3	3.1	3.1

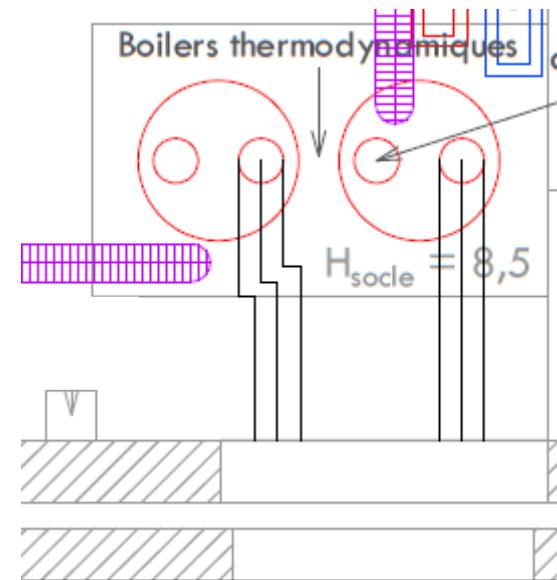
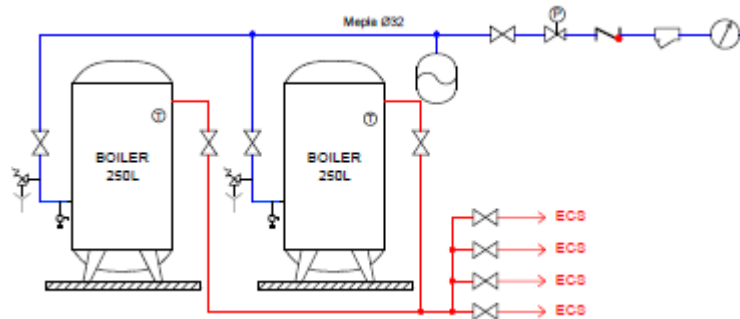
**Cooling capacity data**

Operating point	W A	°C °C	18			7	
			35	27	35	27	
Cooling capacity		kW	9.4	10.4	7.4	8.6	
Power consumption		kW	3.4	3.0	3.3	2.8	
Performance factor EER			2.7	3.5	2.3	3.1	



### Cas concret

- ▶ Existant : Préparateur ECS dans une école avec cuisine connecté sur les chaudières et boucle sanitaire
- ▶ Nouvelle installation : Deux boilers thermodynamiques connectés en parallèle et rationalisation des points de puisage pour supprimer la boucle sanitaire



**Point d'attention : Avec une boucle sanitaire, refroidissement « constant » du ballon dû aux pertes de la boucle > en tenir compte !**



## Cas concret



Source /Bron : Ecorce



BESOINS ET EXIGENCES

COUPLE PUISSANCE-VOLUME

## CHOIX DU SYSTÈME

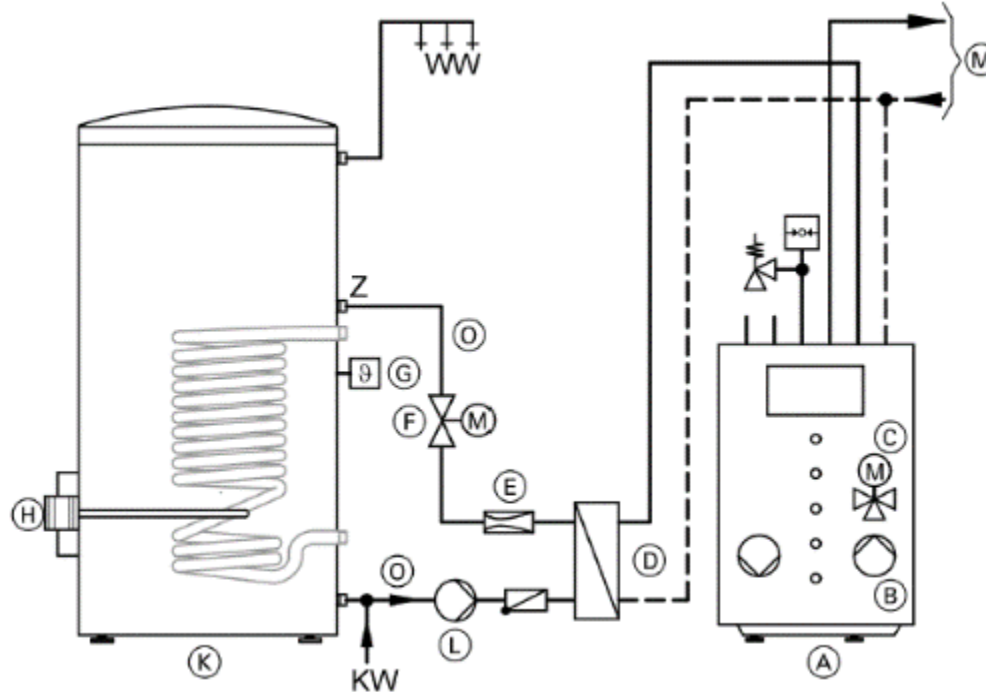
- ▶ Indépendance du chauffage et de l'ECS ?
- ▶ Ballon thermodynamique
- ▶ **Pompe à chaleur mixte**
- ▶ Combinaison avec l'énergie solaire
- ▶ ECS collectif / tertiaire



## Principe

- ▶ Principalement air/eau ou eau glycolée/eau
- ▶ Couplé à un ballon à échangeur à serpentin pour la production d'ECS (Attention, différent d'un éventuel ballon tampon pour le chauffage)

Source /Bron : Viessmann



## Spécificités



- ▶ Puissance variable (d'environ 3 kW à plus de 15 kW)
- ▶ Ballon séparé ou intégré à l'unité intérieure (capacité varie entre 150 litres et 350 litres)
- ▶ Faible différence de température départ/retour
  - Puissance spirale dans le ballon
  - Surface d'échangeur plus importante
- ▶ Résistance électrique intégrée dans le ballon (pour traitement légionelles)
- ▶ Possibilité de coupler à une chaudière (PAC hybride)
- ▶ Chauffage arrêté pendant la production d'ECS → stratégie de régulation dans les machines pour éviter les risques d'inconfort



## Diminution du SPF (Seasonal Performance Factor) de l'installation

► Performance:

• Pompe à chaleur - sol-eau

COP test dans les conditions B0/W35: 4.30

COP dans les conditions B0/W45: 3.50

COP dans les conditions B0/W55: 2.80

• Pompe à chaleur - air-eau

COP test dans les conditions A2/W35: 3.10

COP dans les conditions A2/W45: 2.60

COP dans les conditions A2/W55: 1.68

► Légionelle: résistance électrique d'appoint





### Cas concret

- ▶ Pompe à chaleur eau glycolée/eau (13kW) avec ballon tampon + préparateur ECS



### Cas concret

- ▶ Pompe à chaleur eau glycolée/eau uniquement ECS



PAC ECS : 4,8 kW

PAC chauffage :  
9,7 kW



BESOINS ET EXIGENCES

COUPLE PUISSANCE-VOLUME

## CHOIX DU SYSTÈME

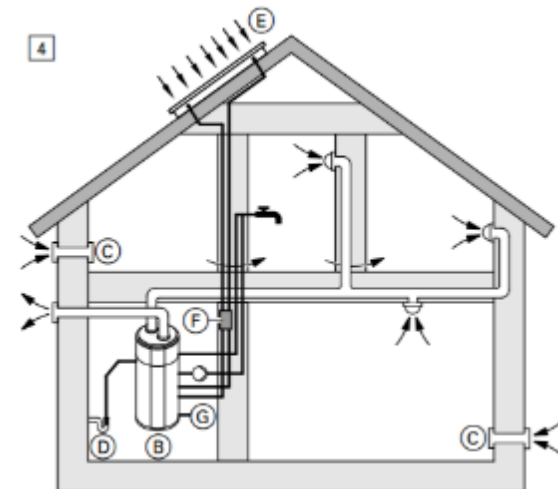
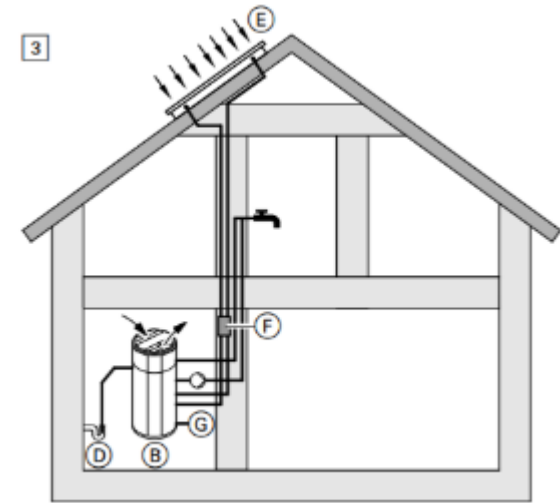
- ▶ Indépendance du chauffage et de l'ECS ?
- ▶ Ballon thermodynamique
- ▶ Pompe à chaleur mixte
- ▶ **Combinaison avec l'énergie solaire**
- ▶ ECS collectif / tertiaire



## COMBINAISON AVEC L'ÉNERGIE SOLAIRE

### Solaire thermique

- ▶ Multiple combinaisons possibles
- ▶ Possibilité de fournir de l'ECS sans appoint électrique dans des conditions favorables
- ▶ Exemple : 6m<sup>2</sup> de capteurs plans pour un volume de 300 litres



Source /Bron : Viessmann



## Solaire photovoltaïque



- ▶ La performance de la PAC est meilleure si un seul réchauffage → paramétrer pour éviter de multiples relances durant la journée.
- ▶ Souvent paramétré pour fonctionner avec l'électricité nocturne MAIS si des panneaux PV sont prévus → Paramétrer pour profiter de l'électricité solaire durant la journée !
- ▶ Nombre d'h de fonctionnement annuel des systèmes PV > nombre d'h des systèmes ST car le seuil de puissance solaire de démarrage est plus faible en PV ;
- ▶ A l'inverse du ST, on ne doit pas se contenter d'un préchauffage à basse température pour valoriser l'énergie solaire en cas de faibles rayonnements.



BESOINS ET EXIGENCES

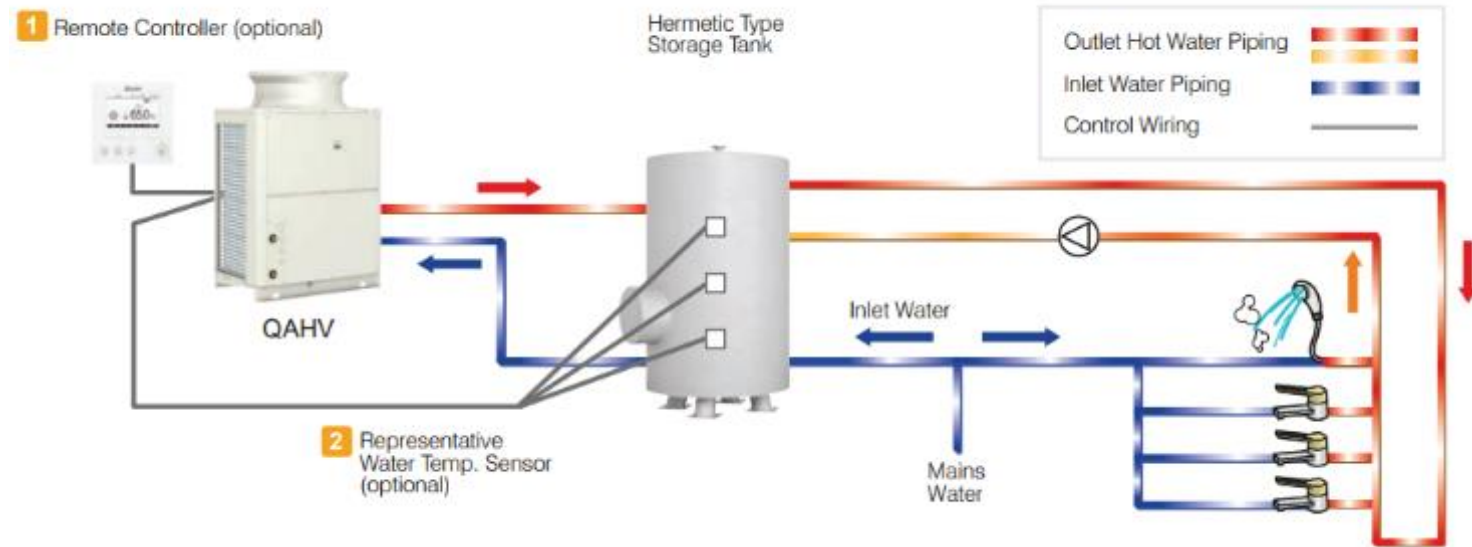
COUPLE PUISSANCE-VOLUME

## CHOIX DU SYSTÈME

- ▶ Indépendance du chauffage et de l'ECS ?
- ▶ Ballon thermodynamique
- ▶ Pompe à chaleur mixte
- ▶ Combinaison avec l'énergie solaire
- ▶ **ECS collectif / tertiaire**

ECODESIGN



PAC CO<sub>2</sub>

Source /Bron : Mitsubishi electric

- ▶ Utilise le CO<sub>2</sub> comme fluide frigo (R744)
- ▶ GWP (Global Warming Potential) de 1
- ▶ Puissance : 40 kW (t° d'entrée à 10 °C, t° de sortie à 65°C)
- ▶ COP entre 3,6 et 3,8
- ▶ **Applications: centres commerciaux, hôtels, wellness, usines, etc**





- ▶ Plus la surface du logement et les besoins de chauffage sont faibles, plus le poids de l'ECS est important dans le bilan. Il ne faut pas négliger ce poste dans la conception de l'installation.
- ▶ Pour les PAC, un stockage est indispensable vu la puissance réduite
- ▶ La performance dépend de la technologie utilisée et de la différence entre la source chaude et la source froide. Attention aux performances pour la production d'ECS.
- ▶ Combinaison possible avec l'énergie solaire. Etre attentif aux réglages afin de profiter de l'énergie solaire !







## Guide bâtiment durable

- ▶ Thème énergie

[Dossier | Optimiser la production et le stockage pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire](#)

[Dossier | Garantir l'efficacité des installations de chauffage et ECS \(distribution et émission\)](#)

[Dispositif | Pompe à chaleur](#)





**Danielle MAKAIRE**

Ingénieur projet  
écorce sa

 + 32 4 226 91 60

 [info@ecorce.be](mailto:info@ecorce.be)



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

