

FORMATION BATIMENT DURABLE

POMPE À CHALEUR DANS LES PROJETS RENOLAB.B

OCTOBRE 2026

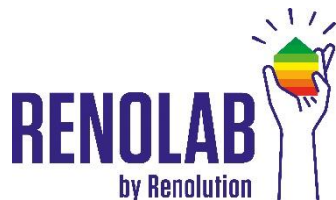
Combinaison à la production d'eau chaude sanitaire

Volume de stockage, puissance, dimensionnement

Juliette DEMBOUR



bruxelles
environnement
leefmilieu
brussel
.brussels



écoRce
INGÉNIERIE & CONSULTANCE



- ▶ Prendre conscience des **exigences** relatives à l'hygiène ou au confort de l'ECS
- ▶ Savoir **évaluer les besoins** en ECS
- ▶ Connaître les différents **modes de préparation** d'ECS et leur(s) domaine(s) d'application
- ▶ Comprendre les principes de base des **producteurs d'ECS** via pompe à chaleur
- ▶ **Dimensionner** et évaluer les **rendements** et **encombrements** des différentes solutions



PUISSANCE/BESOIN

TYPOLOGIES DE PAC ECS

- ▶ Ballon thermodynamique,
- ▶ PAC haute température dédiée (aéro- ou géo- thermique),
- ▶ PAC mixte chauffage / ECS

DIMENSIONNEMENT



L'eau chaude sanitaire est utilisée pour des besoins sanitaires et hygiéniques. Elle doit répondre aux exigences suivantes :

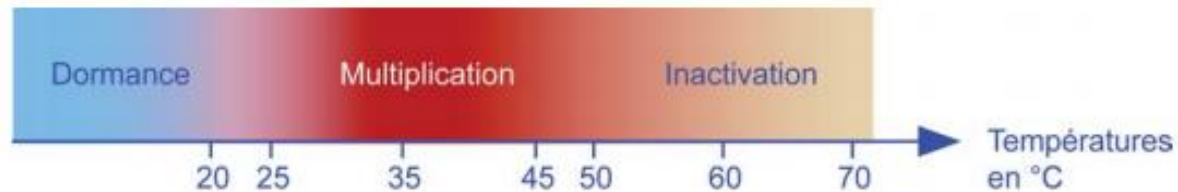
- ▶ Exigences de confort
 - L'eau chaude sanitaire doit être *produite* ou *présente* **en quantité** et à **température suffisante** pour satisfaire la demande
- ▶ Exigences hygiéniques (potabilité) : **problématique des légionnelles**
 - Température de l'eau stockée
 - Stagnation



Problématique des légionnelles

- ▶ Légionelles présentes dans l'eau potable en très faible concentration
- ▶ Facteur de prolifération :
 - Température de l'eau : prolifération quand $20^{\circ}\text{C} < T < 55^{\circ}\text{C}$

La température est un facteur essentiel conditionnant le développement des légionelles



▲ 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

- Stagnation : Présence de nutriments / biofilm (acides aminés, manganèse, magnésium, fer, etc) dans les parois intérieures des canalisations et équipements sanitaires.
 - ⇒ **Le développement du biofilm dépend du type de matériaux, de la vitesse de l'eau dans les conduites.**



Problématique des légionnelles

- ▶ Température de l'eau : prolifération quand $20^{\circ}\text{C} < T < 55^{\circ}\text{C}$
 - ⇒ **Les PAC sont peu performantes à 60°C**
- ▶ Possible d'augmenter la performance en :
 - Limitant la durée de maintien à 60°C **et/ou en :**
 - Réduisant la température de stockage
 - Traitant l'eau pour éliminer les bactéries :
 - ⇒ Désinfection (choc) thermique : Réchauffer à $65-70^{\circ}\text{C}$
 - ⇒ Désinfection (électro-)chimique
 - ⇒ Traitement par UV



8 EVALUATION DES BESOINS EN ECS

Assurer une alimentation ECS confortable c'est fournir de l'eau

- ▶ A la température demandée
- ▶ A un débit suffisant
- ▶ En quantité suffisante (l/jour)
- ▶ Dans un délai raisonnable

	Evier	Lavabo	Bain	Douche
Température de puisage (NBN 345)	55°C	40°C	40°C	40°C
Débit de puisage (DIN 1988-300)	4,2 l/min	4,2 l/min	9 l/min	9 l/min
Durée moyenne du puisage (Recknagel)	5 min	1 à 3 min	15 à 20 min	6 min
Volume équivalent de puisage à 60°C par utilisation (L)	19 L	2,5 à 7,5 L	80 à 110 L	32,5 L



9 EVALUATION DES BESOINS EN ECS

En résidentiel individuel

- On détermine le volume journalier nécessaire sur base des points de puisage installés

Tableau 11 Caractéristiques des appareils sanitaires cités au tableau 12.

Appareil sanitaire	Volume d'eau nécessaire par puisage $V_{w,t}$ en litres	Consommation d'énergie par puisage $Q_{w,t}$ en Wh (*)
Petite baignoire	120	4890
Baignoire de taille normale	140	5820
Grande baignoire	200	8720
Douche ordinaire	40	1630
Pommeau de douche de luxe	75	3020
Jet d'hydromassage latéral	30	1220
Lavabo	17	700
Bidet	20	810
Evier	30	1160
(*) Cette consommation est calculée pour la durée, le débit et la température de puisage spécifiques de l'appareil considéré.		

Source/Bron : Rapport 14 - Buildwise



$$\text{Eau chaude consommée (Ec)} \leq \text{Eau chaude stockée (Es)} + \text{Eau chaude produite (Ep)}$$

Instantané ($E_c = E_p$)

Demande continue

Semi-instantané

Plusieurs pointes journalières

Durée de réchauffage 20-30 min

Semi-accumulation

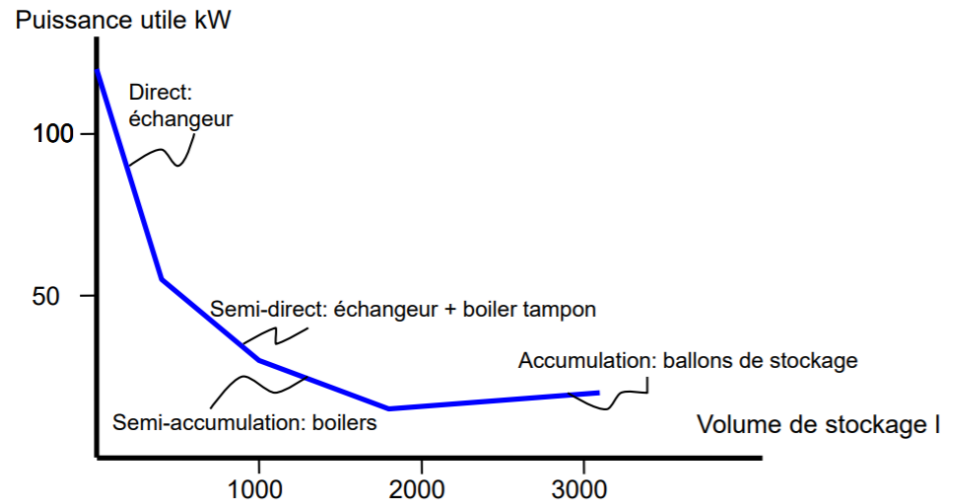
Plusieurs pointes journalières

Durée de réchauffage 1-1h30

Accumulation ($E_c = E_s$)

Demande par pointe

Durée de réchauffage 6-8h



Comment choisir le mode de préparation ?

- ▶ Production instantanée
 - + Faible encombrement
 - + Absence de pertes par stockage
 - + Bonne performance hygiénique
 - Puissance élevée du générateur et des circulateurs
 - Fluctuation de la température de l'eau
 - Fonctionnement du producteur en cycle court (rendement plus faible)
 - Risque d'interférence avec le chauffage (si production combinée)

⇒ **Nécessite une puissance élevée**

- ▶ Puissance à prévoir en kW

⇒ **$P \text{ [kW]} = Q \text{ [m}^3\text{/h]} \times c \times (\theta_c - \theta_f)$** **avec $c = 1,16 \text{ kWh / (m}^3\text{K)}$**



Comment choisir le mode de préparation ?

- ▶ Préparation par accumulation

- + Temps de réponse très courts
- + Température de l'eau stable
- + Puissance des appareils plus faible
- + Bonne performance du producteur
- Perte de stockage
- Encombrement plus important

⇒ **Nécessite une période de « calme » pour recharger le volume de stockage (6-8h)**

- ▶ Puissance à prévoir en kW

⇒ **$P \text{ [kW]} = V \text{ [m}^3\text{]} / T \text{ [h]} \times c \times (\theta_c - \theta_f)$ avec $c = 1,16 \text{ kWh / (m}^3\text{K)}$**

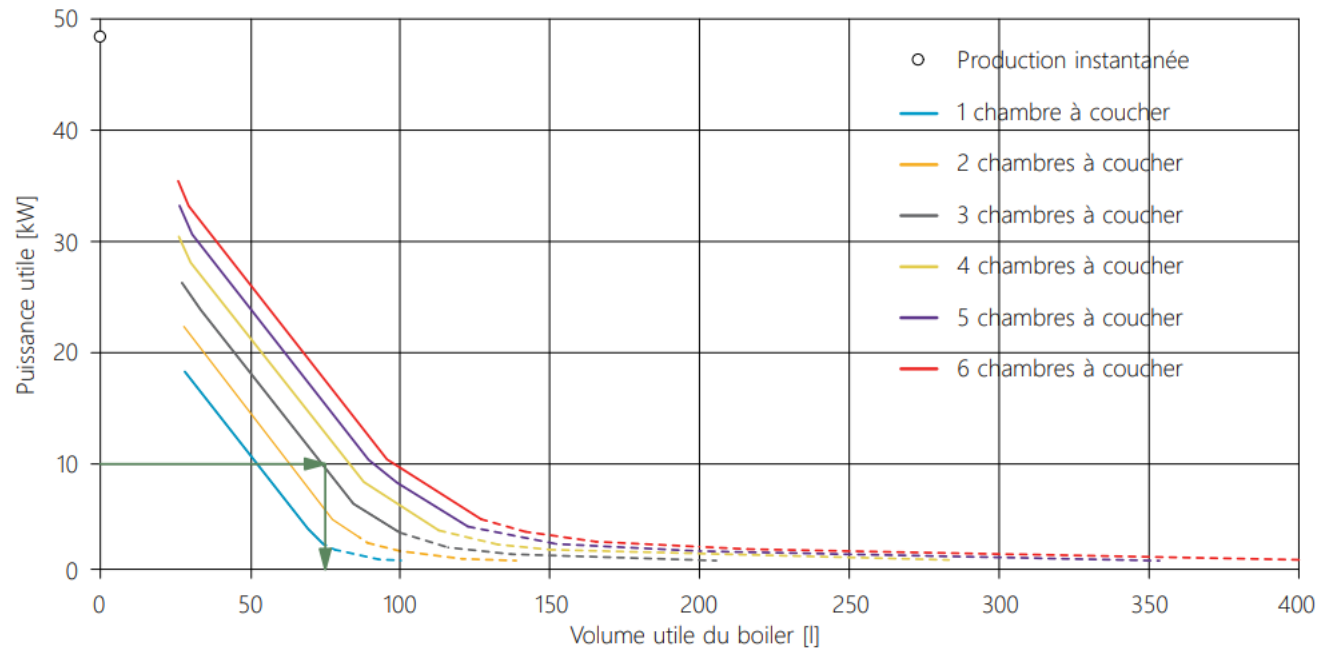


Lien entre puissance et volume

- Courbes PV en logement unifamilial



- Pour une seule salle de bain



Courbes PV (puissance-volume) pour une habitation unifamiliale équipée d'une seule salle de bain et pour de l'eau à 60 °C.

Source : Buildwise

- Courbes PV en logement collectif

- Outil [WaterDim](#) (Buildwise)





- ▶ Quelle serait la puissance nécessaire pour alimenter une douche (débit 9l/min) avec de l'eau à 40°C ? On considère que l'eau froide a une température de 10°C.
- ▶ Quelle est la puissance nécessaire pour recharger un volume de stockage de 200 l en 6 h ? En 8h ?



Installations individuelles

- Evolution des puissances requises pour la production de chaleur

Maison ancienne



80-120 W/m²
20-30 kW



Dépend des puisages
Min 25 kW (instant.)



Appareil
Combi

Maison neuve ou rénovée



10-40 W/m²
3-10 kW



Dépend des puisages
Min 25 kW (instant.)



?

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



Production combinée

- + Coûts d'investissement et de maintenance potentiellement plus faibles
- Système de production de chaleur doit rester en service toute l'année (pertes à l'arrêt)
- En cas de production ECS instantanée, risque de surdimensionnement pour produire l'ECS
- Régimes de température différents si chauffage basse température
- Risque d'interférence entre l'ECS et le chauffage

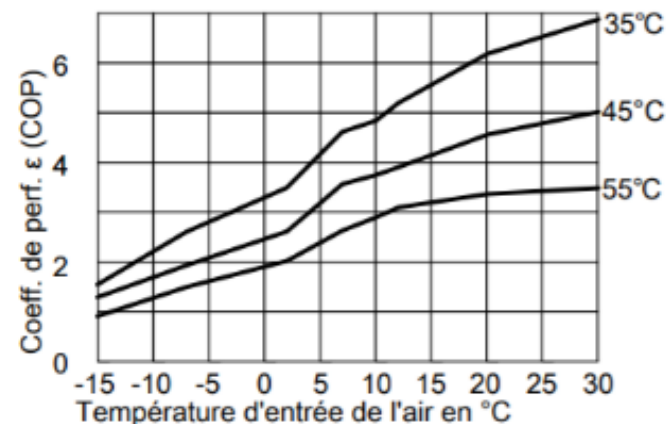
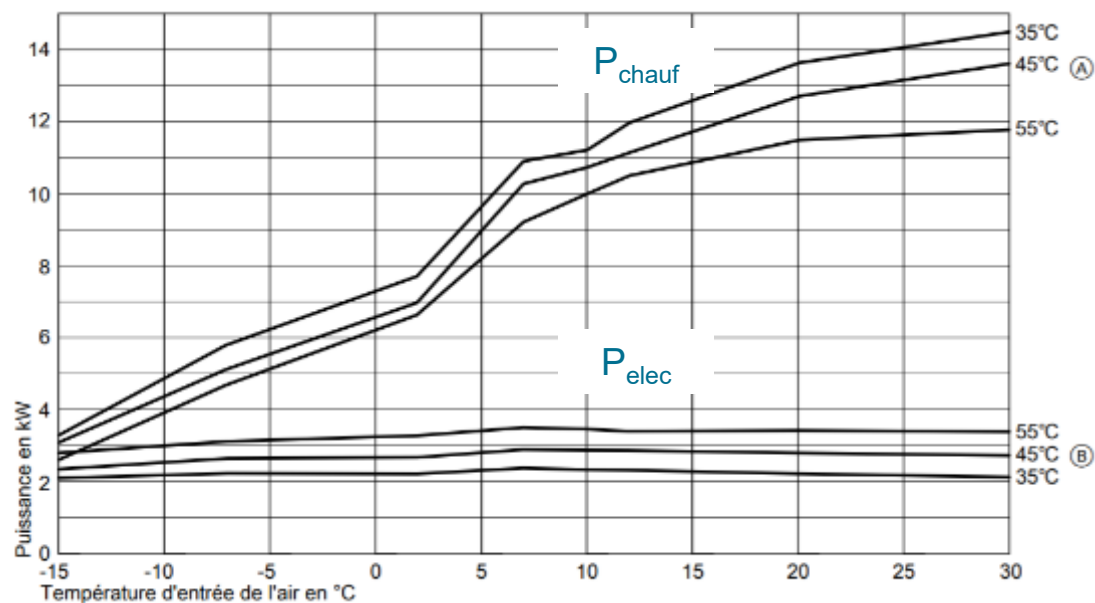
Production indépendante

- + Possibilité d'utiliser des vecteurs énergétiques différents
- + Conception optimisée
- Coûts d'investissement et de maintenance potentiellement plus élevés
- Encombrement potentiellement plus important



18 INFLUENCE DES TEMPÉRATURES DE SOURCES

Importance du régime de température sur les performances d'une PAC



- La performance (COP) et la puissance dépendent de la différence de température entre les sources chaude et froide
- La température de production de l'ECS est généralement de 55-60°C
 - ⇒ Les performances sont dégradées
 - ⇒ Prévoir une pompe à chaleur adaptée



PUISSANCE/BESOIN

TYPES DE PAC ECS

- **Ballon thermodynamique**
- **PAC haute température dédiée (aéro-/géo- thermique)**
- **PAC mixte chauffage / ECS**

DIMENSIONNEMENT



Appareils de production



Vitocal 060-A

- 1 Pompe à chaleur
- 2 Module de commande
- 3 Ballon d'eau chaude sanitaire de 254 litres à émaillage Ceraprotect
- 4 Résistance électrique stéatite avec une anode 100 % magnésium (la résistance électrique est en accessoire sur la version WWKS)
- 5 Échangeur hydraulique à serpentin (uniquement sur la version WWKS)
- 6 Condenseur extérieur à la cuve
- 7 Isolation de 50 à 70 mm en mousse de polyuréthane à forte densité
- Sondes Profil de soutirage eau chaude sanitaire L et XL 2 doigts de gant

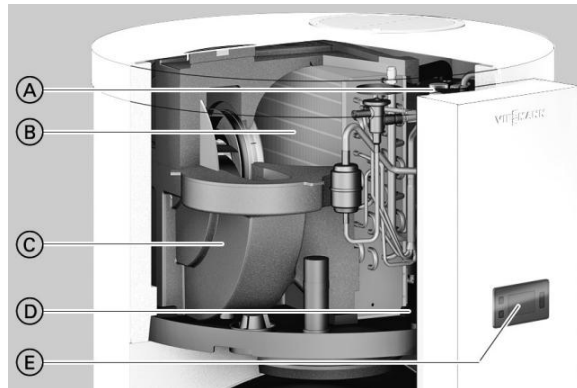
Ballon thermodynamique

Source : Viessmann

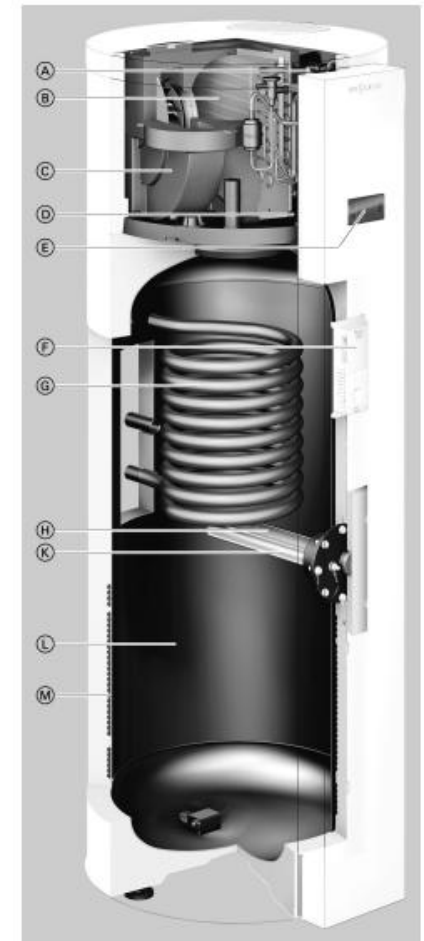
Pompe à chaleur mixte +
ballon de stockagePompe à chaleur haute
température dédiée

Principe

- ▶ Association d'une petite PAC dédiée et d'un volume de stockage
 - Système compact
 - Puissance limitée : [1-2] kW
 - Durée de charge du ballon : [6-8h]



- (A) Compresseur
- (B) Evaporateur
- (C) Ventilateur
- (D) Séparateur de liquide
- (E) Module de commande
- (F) Régulation de pompe à chaleur
- (G) Type T2H-ze uniquement :
échangeur de chaleur pour le raccordement d'un générateur de
chaleur externe
- (H) Système chauffant électrique (intégré pour le type T2E-ze,
accessoire pour le type T2H-ze)
- (K) Anode de protection au magnésium
- (L) Préparateur d'eau chaude sanitaire
- (M) Condenseur

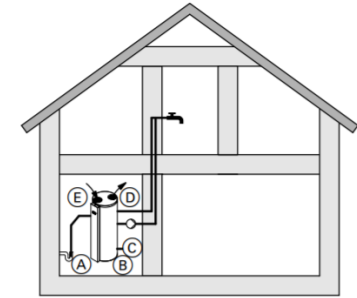


Source froide

- ▶ **Air ambiant d'un local non chauffé :**
 - Profite en hiver de T° 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 m³/h à 350 m³/h)
 - T° moyenne de la source froide plus élevée

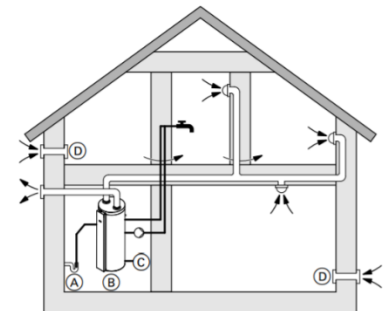
Représentation système pour une utilisation sur air ambiant



Exemple avec le type T2E-ze

- (A) Evacuation des condensats
- (B) Vitocal 262-A
- (C) Raccordement eau froide
- (D) Sortie d'air
- (E) Arrivée d'air

Représentation système pour une utilisation sur air évacué



Exemple avec le type T2E-ze

- (A) Evacuation des condensats
- (B) Vitocal 262-A
- (C) Raccordement eau froide
- (D) Air extérieur



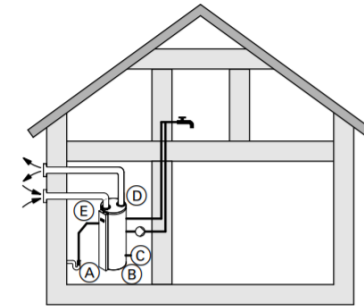
Source froide

- ▶ **Air extérieur :**
 - Débit d'air non limité
 - T° moyenne de la source froide plus faible en hiver (performance moindre)
 - Pas d'incidence sur l'ambiance du bâtiment

- ▶ **Eau préchauffée ou tempérée, peut être connecté**
 - A de l'eau de chauffage à basse température
 - À des sondes géothermiques

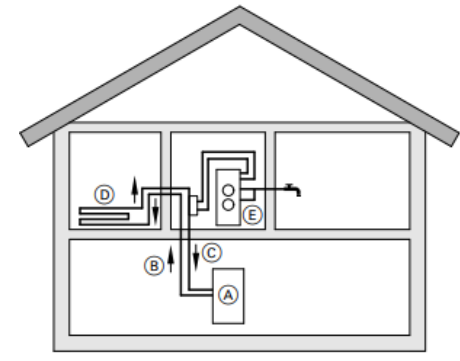
⇒ « **Ballon booster** »

Représentation système pour une utilisation sur air extérieur



Exemple avec le type T2E-ze

- (A) Evacuation des condensats
- (B) Vitocal 262-A
- (C) Raccordement eau froide
- (D) Sortie d'air vers l'extérieur
- (E) Arrivée d'air depuis l'extérieur



- (A) Générateur de chaleur
- (B) Départ circuit plancher chauffant



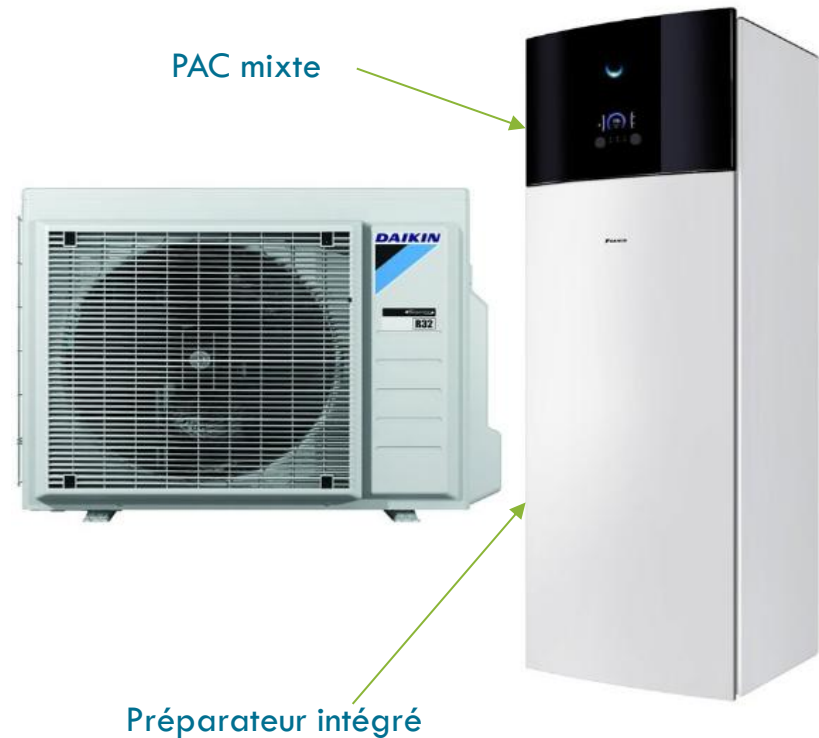
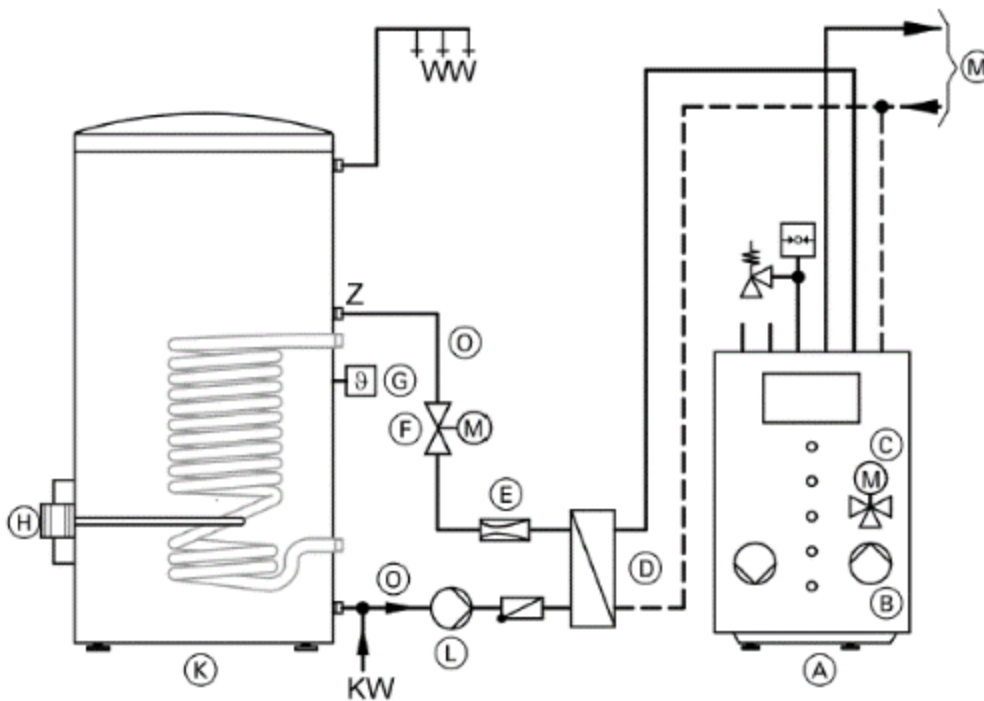
Principe

- ▶ Pompe à chaleur air-eau ou eau glycolée/eau uniquement ECS
 - Plus haute température
 - Puissance plus élevée / Stockage réduit



Principe

- ▶ Principalement air/eau ou eau (glycolée)/eau
- ▶ Couplée à un ballon à échangeur à serpentin pour la production d'ECS (Différent d'un éventuel ballon tampon pour le chauffage)
- ▶ Ballon intégré ou séparé



Source : Daikin



Points d'attention

- ▶ Impossible de chauffer l'habitation pendant la charge du ballon.
 - Pour des raisons de confort, cette étape ne peut donc pas durer trop longtemps.
 - Opter pour une PAC plus puissante et un ballon plus petit (selon la courbe PV) permet de réduire le temps de charge
- ▶ S'assurer que l'échangeur de chaleur dans le ballon puisse délivrer la puissance aux températures de régime de la PAC
- ▶ La puissance PAC dépend du régime de température : à des températures cibles plus élevées, la puissance diminue.
 - La puissance disponible pour la production d'ECS est généralement inférieure à celle disponible pour le chauffage.

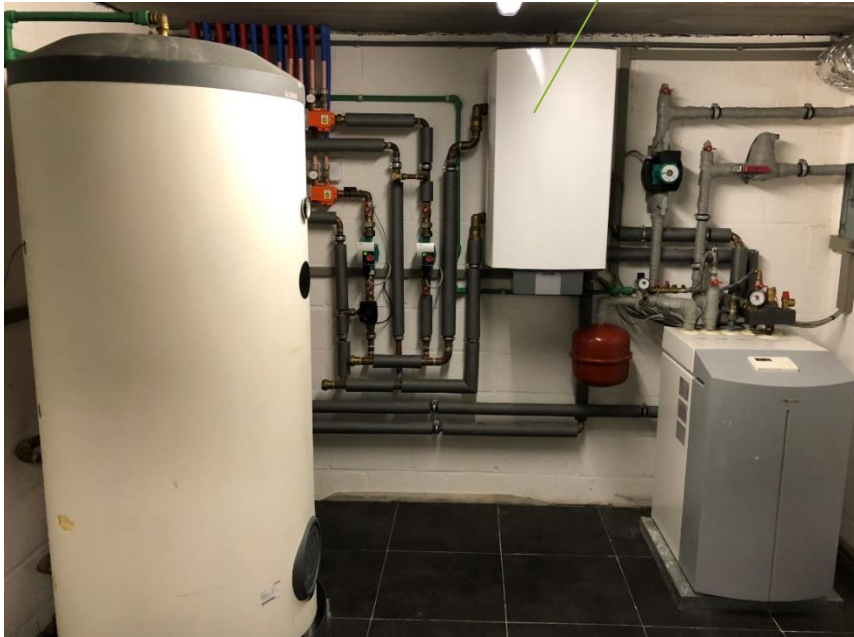
Dimensionnement ? → Voir slides suivantes



Cas concret

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

Ballon chauffage



Ballon ECS séparé



Pompe à chaleur mixte



PUISSANCE/BESOIN

TYPOLOGIES DE PAC ECS

- ▶ Ballon thermodynamique
- ▶ PAC haute température dédiée (aéro-/géo- thermique)
- ▶ PAC mixte chauffage / ECS

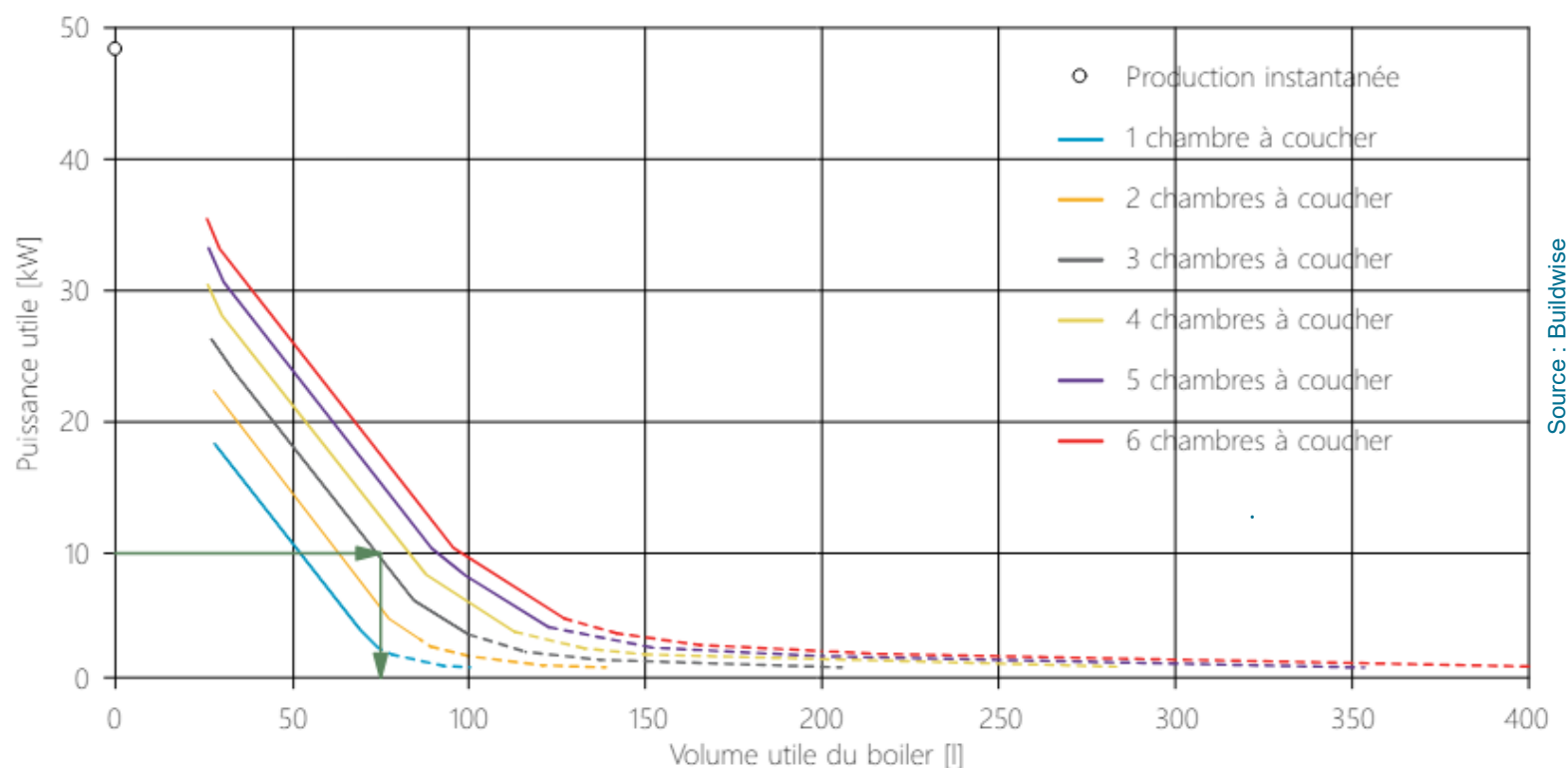
DIMENSIONNEMENT





3. Déterminer la puissance nécessaire pour la production d'ECS

- Déterminer la puissance et le volume utile du ballon



Source : Buildwise

Courbes PV (puissance-volume) pour une habitation unifamiliale équipée d'une seule salle de bain et pour de l'eau à 60 °C.



3. Déterminer la puissance nécessaire pour la production d'ECS

- Déterminer la puissance journalière maximale pour la production d'ECS
 $P_{DHW, max}$ (~0,25 kW/personne)

Nombre de chambres	Nombre d'occupants	Puissance journalière maximale pour l'ECS $P_{DHW,day,max}$ [kW]
1	2	0,5
2	2,7	0,7
3	3,5	0,8
4	4,3	1,0
5	5	1,2
6	5,6	1,4

Source : Buildwise

- Déterminer la puissance combinée



$$\Rightarrow P_{gen} = \max (P_{DHW} ; (P_{HL} + P_{DHW,max})) [*]$$

[*] uniquement pour le logement unifamilial, équipé d'une PAC, avec priorité ECS, sans boucle ECS

Exemple :

- P_{HL} (puissance chauffage) = 8 kW
- $P_{DHW, max} = 1$ kW
- $P_{DHW} = ?? \rightarrow$ Dépend du volume de stockage possible / espace disponible / temps de charge désiré



CHOIX DU SYSTÈME



	Ballon thermo-dynamique	PAC mixte + ballon intégré	PAC mixte + ballon séparé
Capacité [L]	100-350 L	180-230 L	> 100 L
Puissance thermique [kW]	4 à 6 W/litre → 0,4 à 2,1 kW	4-15 kW → 22 à 65 W/litre	> 4 kW
Temps de charge [h]	> 6 h	< 1h possible	< 1h possible
Encombrement	Ø 50-65 cm et H 120-200 cm	PAC mixte : Ø 50-65 cm et H 200 cm Vs PAC CH : Ø 35-45 cm et H 90-100 cm	Ballon : Ø 50-65 cm et H 120-170 cm
Options	Résistance électrique d'appoint Echangeur secondaire (couplage avec chaudière, panneaux solaires thermique,...) Smartgrid ready		
Prix	2000-3000 €	Surcoût = uniquement le ballon ~1-3000€	Surcoût = uniquement le ballon ~2000€



Spécificités



- ▶ Ballon thermodynamique
 - Raccordement électrique similaire à celui d'un chauffe-eau électrique
 - Production d'eau à ~55-60°C :
 - certains modèles utilisent la résistance électrique pour monter de 55°C à 60-65°C
 - Prévoir une évacuation des condensats et raccordement vers l'extérieur
 - ▶ PAC mixte
 - Si ballon séparé : pas de limitation de volume, système très modulable
 - 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

/!\ Acoustique !





- ▶ L'eau chaude sanitaire doit obéir à certaines règles d'hygiène
- ▶ Les besoins en eau chaude sanitaire varient très peu au cours de l'année
- ▶ Le confort d'une installation d'ECS dépend de la température de l'eau, de la quantité d'eau disponible, du débit et de la pression
- ▶ Evaluer correctement les besoins en ECS est fondamental

- ▶ Le choix du couple producteur/stockage est une résultante des contraintes d'encombrement intérieur/extérieur
- ▶ Pour faire des économies, il n'y a pas de recette toute faite, il faut prendre en main son installation ...





Guide bâtiment durable

www.guidebatimentdurable.brussels

- Thème ENERGIE

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

[Dossier | Légionelle](#)



Sites internet

- Formations Bâtiment durable

<https://environnement.brussels/pro/services-et-demandes/conseils-et-accompagnement/formations-et-seminaires-batiments-durables-par-bruxelles-environnement>

- Energie + : Fichier excel : *ConsommationECS* (partie 1)

- ADEME, *Les besoins d'eau chaude sanitaire en habitat individuel et collectif*

<https://librairie.ademe.fr/urbanisme-et-batiment/2360-besoins-d-eau-chaude-sanitaire-en-habitat-individuel-et-collectif-les.html>

- Région Wallonne, *Guide au dimensionnement des appareils de production d'eau chaude sanitaire*,

https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/Appareils_de_produc.PDF?IDR=400

- Buildwise :

https://www.buildwise.be/media/ewebrvzj/buildwise_magazine-89-4-23-fr.pdf

[Comment dimensionner mon installation de production d'eau chaude sanitaire ?](#)



Formations et séminaires

- Inscrivez-vous aux formations organisées par Bruxelles Environnement

<https://environnement.brussels/formationsbatidurable>

Consultez tous les supports [gratuitement](#) !



Juliette DEMBOUR

écorce

☎ 04 226 91 60

✉ info@ecorce.be



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

