

# FORMATION BATIMENT DURABLE

## CHAUFFAGE ET EAU CHAUDE SANITAIRE : CONCEPTION

AUTOMNE 2022

### Eau chaude sanitaire : Distribution, Production et Stockage

Sophie HAINE  
écoRCE  
INGENIEUR EN CONSTRUCTION





- ▶ Découvrir les types de réseaux et distribution de l'eau chaude sanitaire, comprendre leur fonctionnement et leur impact
- ▶ Connaître les différents modes de préparation d'ECS et leur(s) domaine(s) d'application
- ▶ Connaître les avantages et inconvénients d'une installation d'ECS combinée ou indépendante du système de chauffage
- ▶ Connaître les avantages et inconvénients d'une installation centralisée/décentralisée
- ▶ Comprendre les principes de base d'une installation solaire thermique, du PV heater et des boilers thermodynamique



## VUE D'ENSEMBLE D'UNE INSTALLATION D'ECS

POINTS DE PUISAGE

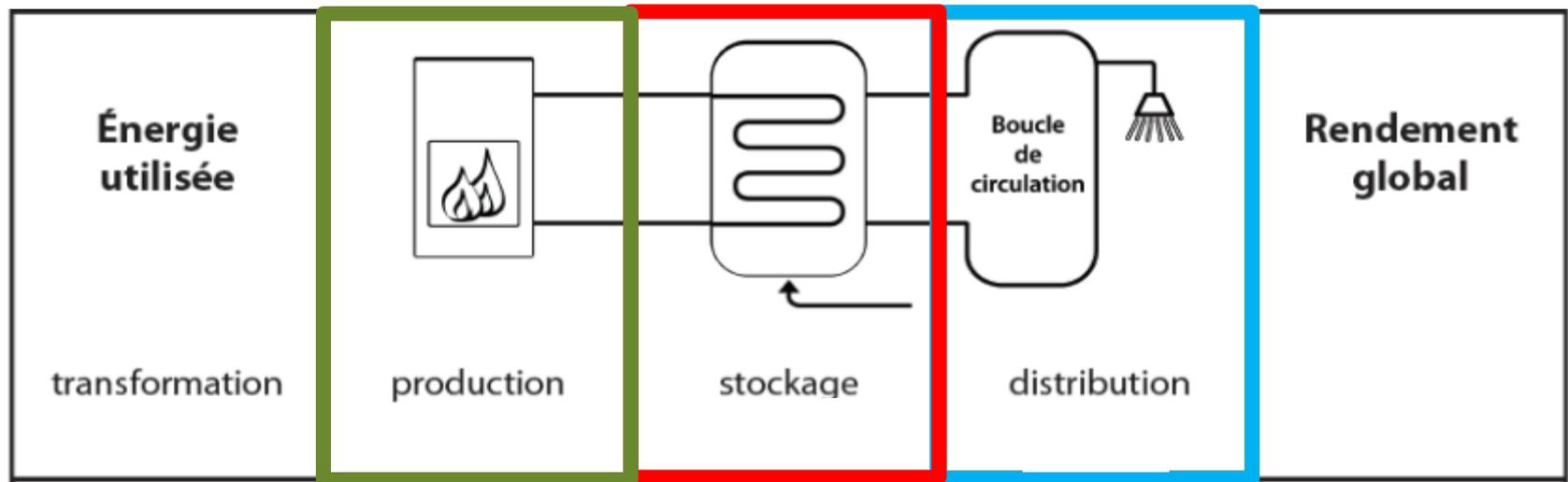
DISTRIBUTION

PRODUCTION ET STOCKAGE



## Une installation sanitaire est composée :

- ▶ De points de puisage
- ▶ D'un réseau de distribution
- ▶ D'un producteur
- ▶ ... et éventuellement, d'un stockage



$$\Rightarrow \eta_{global\ ECS} = \eta_{production,ECS} \times \eta_{stockage\ ECS} \times \eta_{distribution\ ECS}$$



VUE D'ENSEMBLE D'UNE INSTALLATION D'ECS

**POINTS DE PUISAGE**

DISTRIBUTION

PRODUCTION ET STOCKAGE



## Mélangeurs >< Mitigeurs

- ▶ Mélangeur : deux commandes distinctes
- ▶ Mitigeur : **une seule commande** qui gère le débit et la température
  - Mitigeur thermostatique : maintien une température d'eau stable en ajustant l'arrivée d'eau chaude et d'eau froide



Mélangeur  
Source : Grohe



Mitigeur thermostatique  
Source : Micra



Mitigeur thermostatique  
centralisé  
Source : Presto

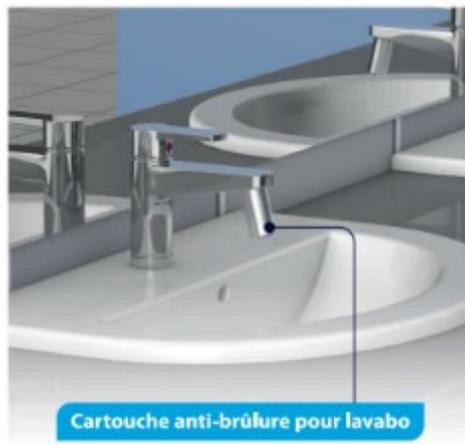
## Mitigeur thermostatique centralisé

- ▶ Permet de ne pas donner à l'utilisateur la possibilité de changer la température
- ▶ Utile dans les collectivités (ne pas utiliser si risque de légionnelle élevé)
- ▶ Conduite eau mitigée longueur < 15 m et volume < 3L



## Cartouche anti-brûlure

- ▶ Placée au niveau de la robinetterie
- ▶ Permet d'éviter le risque de brûlures
  - Coupe l'écoulement dès que  $T_{\text{eau}} > 48^{\circ}\text{C}$



Source : Watts



Source : Watts



## Quelques règles de bonnes pratiques

- ▶ Rassembler les points de puisage
- ▶ Ne pas placer des points de puisage peu utilisés aux extrémités de longues canalisations
- ▶ Eau froide à droite (bleu) - Eau chaude à gauche (rouge)
  
- ▶ Pression et débit minimum à atteindre
  - Prescription des fabricants
  - DIN 1988-300 (2012)

Type de point de puisage	Pmin [bars]	Débit [l/s]
Douche	0,10	0,15
Baignoire	0,10	0,15
Evier de cuisine	0,10	0,07
Lavabo	0,10	0,07
Bidet	0,10	0,07
Machine à laver (ménage)	0,05	0,15
Lave-vaisselle (ménage)	0,05	0,07
WC et urinoirs	0,05	0,13
Robinet avec régulateur de débit	0,10	0,15
Robinet sans régulateur de débit	0,50	0,30



## Pression

- ▶ La pression dans l'installation dépend
  - De l'altitude du point de puisage
  - Des pertes de charge du réseau
  - De la pression du réseau de distribution
- ⇒ **La pression du réseau de distribution est variable en fonction du temps et selon les endroits**
  
- ▶ Si la pression est insuffisante,
  - ⇒ **Débit insuffisant >> Inconfort**
  
- ▶ Si la pression est excessive,
  - ⇒ **Débit trop important >> Gaspillage d'eau et d'énergie + Vieillessement prématuré des installations**



VUE D'ENSEMBLE D'UNE INSTALLATION D'ECS

POINTS DE PUISAGE

## **DISTRIBUTION**

### ▶ **Conception**

- Différents types de réseaux de distribution
- Spécificités de la boucle d'eau chaude sanitaire
- Matériaux de distribution
- Accessoires

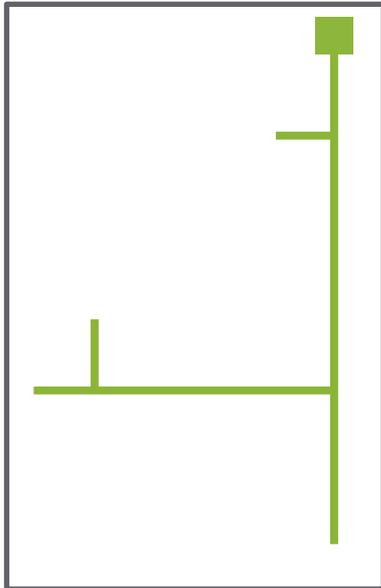
### ▶ Dimensionnement

PRODUCTION ET STOCKAGE



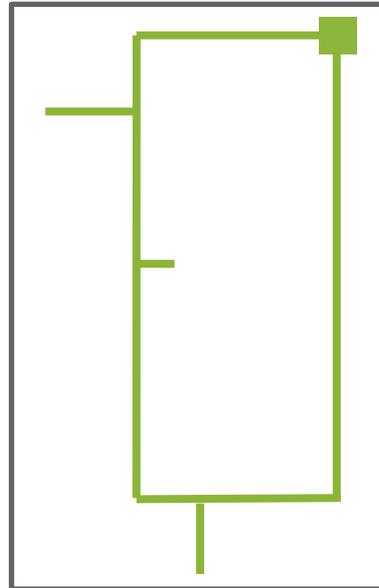
## DIFFÉRENTS TYPES DE RÉSEAUX DE DISTRIBUTION

## ARBORESCENCE



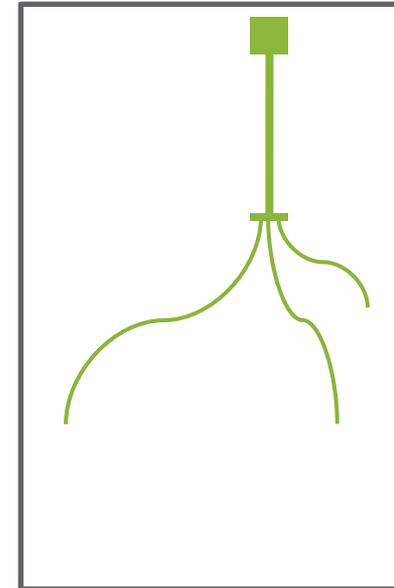
- + Longueur de conduites limitée
- Temps d'attente long
- Risque hygiénique
- Interférence entre les différents points de puisage

## BOUCLE DE CIRCULATION



- + Temps d'attente très court
- + Risques hygiéniques réduits
- Consommation énergétique importante

## COLLECTEURS



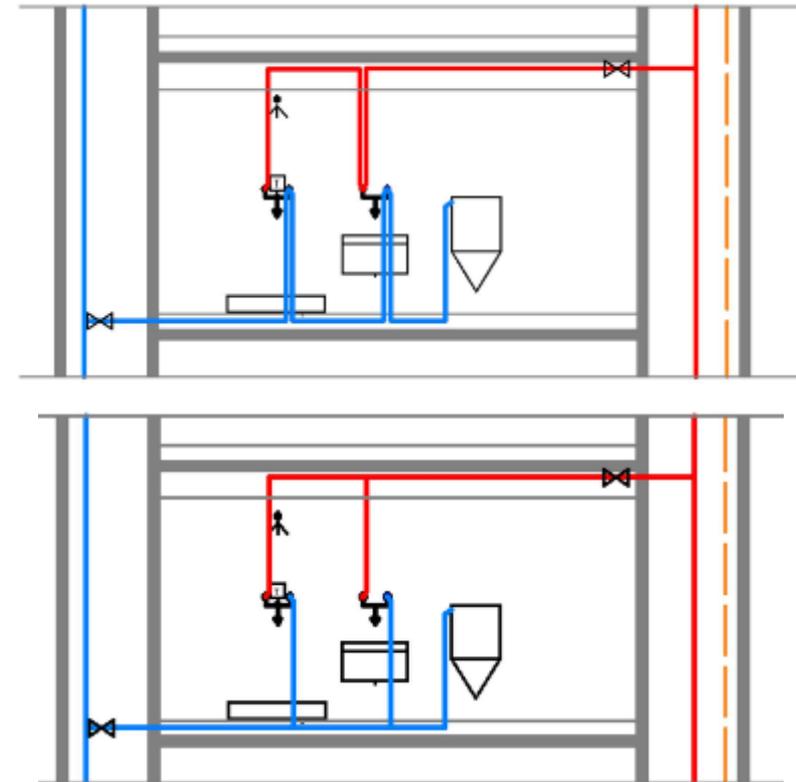
- + Pertes de charges uniformisées
- + Diamètre plus faible
- + Pas d'interférence entre les points de puisage
- Longueur de conduite plus importante

**⚠ aux des bras morts !**



### Quelques règles de bonnes pratiques

- ▶ Tracé horizontal / vertical uniquement
- ▶ Si conduites encastrées >> Fourreau nécessaire **⚠ Pas de raccords encastrés**
- ▶ Pour éviter le risque de gel...
  - Eviter les zones extérieures hors sol, zones non chauffées,... sinon,
  - Prévoir l'isolation et la vidange en hiver / le traçage électrique,
- ▶ Prendre en compte les interactions avec la distribution d'eau froide
  - Séparer les réseaux de distribution EF et ECS (min 15 cm)
- ▶ Penser à la cohérence entre les réseaux d'adduction et d'évacuation ...



Source : CSTC



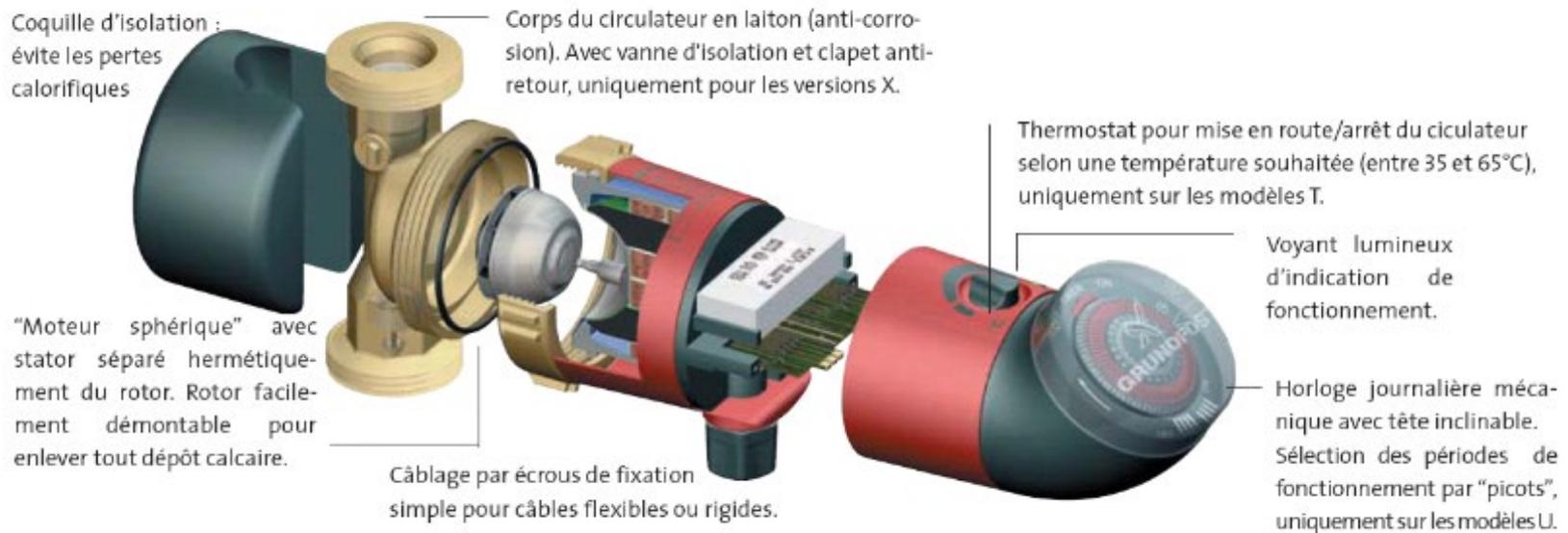
## Dans quels cas faut-il mettre en place une boucle ECS ?

- ▶ En général, si Longueur > 15 m ou Volume > 3l >> maintenir l'eau à 60°C
- ▶ Lorsque la perte d'eau est importante par rapport à la surconsommation engendrée :
  - Une perte de 3 l d'eau pour
    - Alimenter une baignoire de 140 l >> perte représente 2,1%
    - Alimenter un évier de 5 l >> perte représente 60%
- ▶ Lorsque les exigences de confort sont élevées (temps d'attente)



## Circulation de l'eau même en l'absence de puisage

- ▶ Nécessite une pompe !
  - Entraîne une consommation d'énergie supplémentaire
  - Choisie sur base de la hauteur manométrique de l'installation et du débit
  - Doit être résistante à la corrosion > **corps en laiton !**
  - Placée sur le retour de la boucle principale



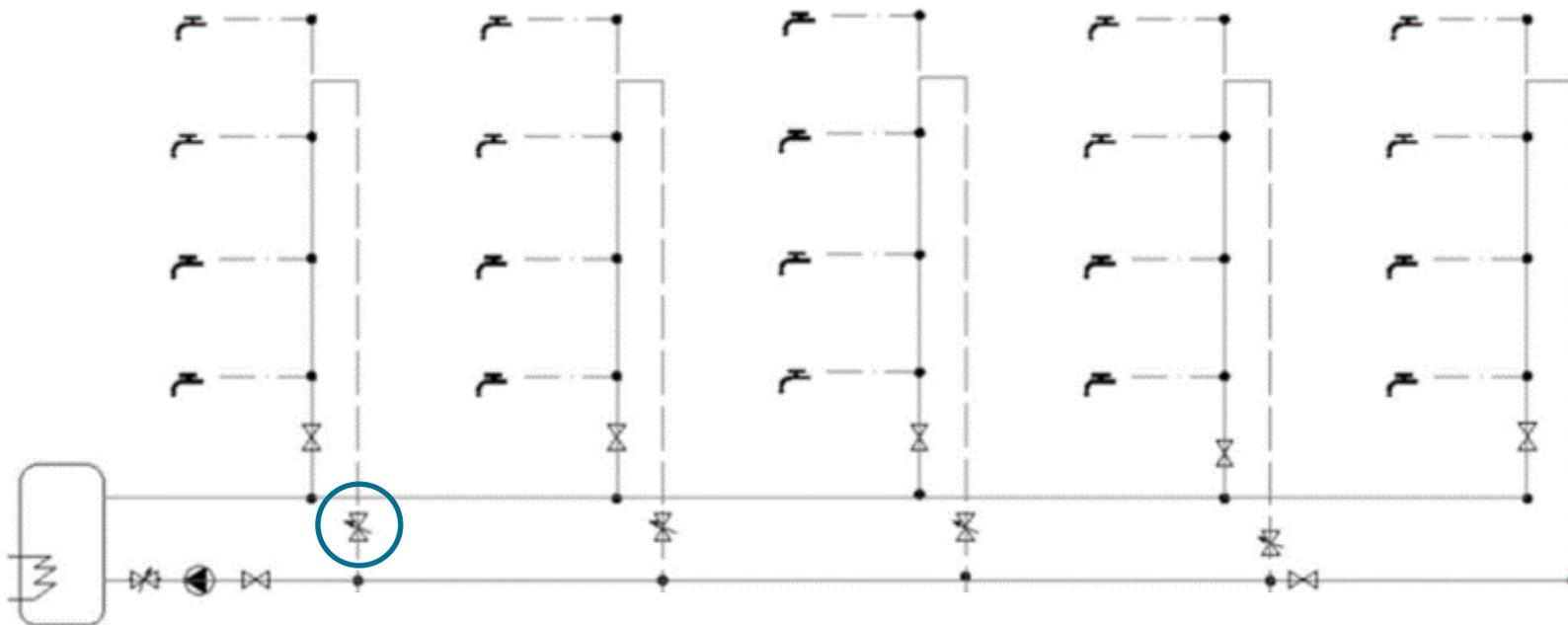
Source: Grundfos



## Equilibrage des réseaux bouclés

- ▶ Comme dans les installations de chauffage, les boucles ECS doivent être équilibrées !

⇒ Perte de charge supplémentaire via vanne d'équilibrage



### Cas particulier : Approche buis-in-buis

- ▶ Deux tubes concentriques : retour situé à l'intérieur de l'aller !
- + Moins encombrant dans les gaines,
- + Moins de fixations nécessaires
- + Placement plus rapide
- + Pertes de chaleurs moindres
- + Isolation plus rapide et plus facile
- Pertes de charges plus importantes



Source : Viega



## Critères de choix

- ▶ Pression
- ▶ Température de l'eau et de l'environnement >> ⚠ Chocs thermiques
- ▶ Effet sur la qualité de l'eau
- ▶ Résistance mécanique
- ▶ Corrosion interne et externe
- ▶ Perméabilité à l'air, à l'eau, aux substances chimiques appliqués en surface
- ▶ Compatibilité avec les autres matériaux
  - Cuivre + acier galvanisé
  - Laiton + acier galvanisé



## MATÉRIAUX DE DISTRIBUTION

► Cuivre

- + Supporte la désinfection thermique et chimique
- + Limite la formation du bio-film
- Sujet à la dilatation lors des montées en température
- Soudure à haute température
- Nécessite une eau peu agressive, càd pas trop douce

⇒ **Pour plus d'info, consulter la NIT 245**

► Acier galvanisé (de moins en moins utilisé)

- + Mise en œuvre facile
- Dégradation accélérée au-delà de 60°C
- Sujet à la corrosion et à l'entartrage
- Incompatible avec le cuivre en amont

⇒ **Pour plus d'info, consulter la NIT 145**



## MATÉRIAUX DE DISTRIBUTION

- ▶ Acier inoxydable
    - + Adapté aux eaux agressives et corrosives
    - Coût de fourniture élevé
  
  - ▶ Matériaux multicouches synthétiques
    - + En général, adapté aux eaux agressives et corrosives,
    - + Conduites flexibles
    - + Mise en œuvre aisée
    - Grosses sections coûteuses
    - Favorable à la formation du bio-film
- ⚠ Tous les matériaux ne sont pas utilisables dans toutes les plages de températures !
- ⇒ **Pour plus d'info, consulter la NIT 207**
- ▶ Plomb
    - Interdit à la mise en œuvre !



Comme dans une installation de chauffage, le réseau de distribution d'ECS sera équipés de ...

- ▶ De vannes d'isolement,
  - Pour isoler une partie du circuit sans interrompre l'alimentation
  
- ▶ De robinets de vidange,
  - Pour vidanger une installation,
  
- ▶ De collecteurs
  - Pour centraliser les raccords de conduites,
  
- ▶ ...



Source : Belven



Source : Vanmarcke



Source : Comap



### Mais aussi de ...

► Filtre

- Permet de filtrer les particules solides contenues dans l'eau de distribution
- Placé systématiquement après le compteur de tête
- Conseillé lors de l'extension ou le remplacement de section de conduites

► Clapet anti-retour

- Permet d'éviter les retours d'eau lors de variation de pression dans l'installation
- Existe beaucoup de types différents selon l'application

⇒ Répertoire Belgaqua, mis à jour annuellement



Source : Belven



Source : Belven



- ▶ Surpresseur
  - Permet d'augmenter la pression dans les conduites
  
- ▶ Réducteur de pression
  - Permet de réduire et stabiliser la pression dans l'installation
  - Associé à un manomètre
  - ⚠ Sensible à l'encrassement
  - Placé en aval du filtre et du compteur de tête, en amont du clapet anti-retour
  - Placé sur une section de tuyau droite
  - Pas de réducteur de pression sur des boucles !



Source : Wilo

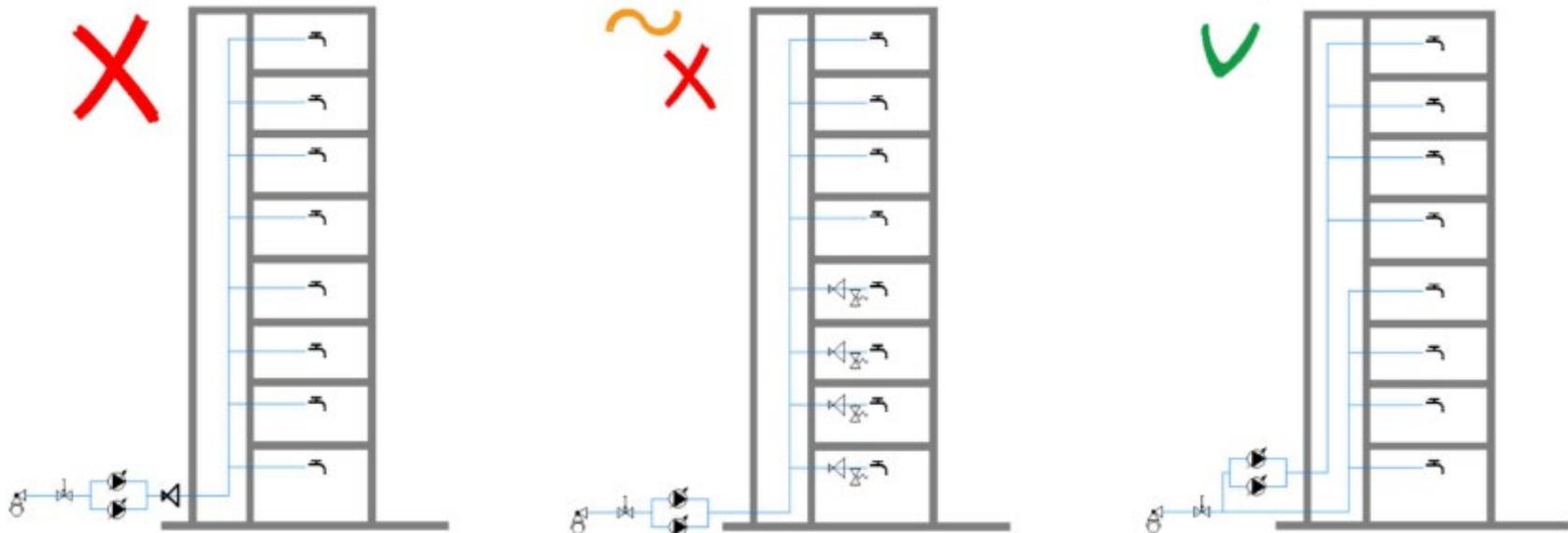


Source : Socla



▶ ⚠ Combinaison de réducteur de pression et de surpresseur

⇒ Eviter de placer des surpresseurs et des réducteurs de pression en série ...



► Traitement de l'eau

- Adoucisseur

- Echange des ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  avec des ions  $\text{Na}^{+}$  (⚠ Potabilité)

- Système anti-tarte

- Appareils à champ (électro)magnétique
  - Appareil à injection de  $\text{CO}_2$
  - Appareil à anode de zinc

⇒ **CSTC mesure la performance des systèmes : facteur E**



VUE D'ENSEMBLE D'UNE INSTALLATION D'ECS

POINTS DE PUISAGE

## **DISTRIBUTION**

▶ Conception

- Différents types de réseaux de distribution
- Spécificités de la boucle d'eau chaude sanitaire
- Matériaux de distribution
- Accessoires

▶ **Dimensionnement**

PRODUCTION ET STOCKAGE



## Le diamètre des conduites dépend ...

- ▶ Du débit et de la vitesse de l'eau,

⇒ **Limitée selon les locaux traversés**

<b>Locaux techniques, caves, ...</b>	1,5-2 m/s
<b>Gaines techniques</b>	1,5 m/s
<b>Locaux habités</b>	1 m/s

- ▶ Des pertes de charge et des pertes de pression possibles, ...

- En fonction des équipements, assurer 1 à 3 bar au point de puisage

⇒ **Si les conduites sont surdimensionnées, c'est plus couteux en fourniture, il y a plus de pertes d'énergie ...**

⇒ **Si les conduites sont sous-dimensionnées, il peut y avoir des problèmes acoustique, et d'usure prématurée**



## Le diamètre de la boucle sanitaire

- ▶ Boucle aller :
  - Approche identique à celle des tracés de conduites
  
- ▶ Boucle retour :
  - Maintenir en tout point une chute de température de maximum 5K (55°C en tout point)
  - Débit de circulation défini pour maintenir cette température minimale
  - Diamètre de la boucle défini pour respecter certaines vitesses
    - Conduites proches de la pompe : de 0,5 m/s à 1m/s MAX
    - Conduites éloignées de la pompe : ~ 0,3 m/s

⇒ **Le diamètre intérieure est de minimum 10 mm !**

⇒ **Les différentes boucle doivent être équilibrées entre elles !**



VUE D'ENSEMBLE D'UNE INSTALLATION D'ECS

POINTS DE PUISAGE

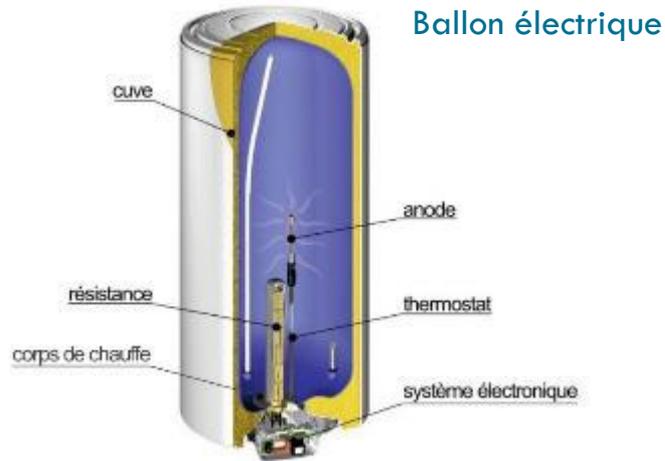
DISTRIBUTION

## **PRODUCTION ET STOCKAGE**

- ▶ **Mode de préparation**
- ▶ Production indépendante ou combinée au chauffage ?
- ▶ Production centralisée ou décentralisée ?
- ▶ Production au moyen d'énergies renouvelables
  - Installation solaire
  - Photovoltaïque
  - Pompe à chaleur



## Appareils de production



## Echangeur à plaque

Source : Energie +

**Vitocal 085-A**

- 1 Pompe à chaleur
- 2 Module de commande
- 3 Ballon d'eau chaude sanitaire de 250 litres à émailage Coraprotect
- 4 Résistance électrique stabilisée avec une anode 100 % magnésium (la résistance électrique est un accessoire sur la version VIVASIS)
- 5 Échangeur hydraulique à serpentin (uniquement sur la version VIVASIS)
- 6 Condenseur extérieur à l'extérieur
- 7 Isolation de 50 à 70 mm en mousse de polyuréthane à forte densité
- 8 Sonde Profi de sécurité eau chaude sanitaire Les XL 2 congé de gèle

## Ballon thermodynamique

Source : Viessmann



## Chaudière gaz

Source : Viessmann

- 1 Surface d'échange inox-radial en acier inoxydable pour une fiabilité accrue et un fonctionnement et une longévité accrue, ainsi qu'une grande puissance thermique dans un espace réduit au minimum
- 2 Brûleur cylindrique modulant en acier inoxydable
- 3 Réservoir de stockage en acier inoxydable de 46 litres (Vitodens 111-W)
- 4 Vase d'expansion intégré
- 5 Ventilateur d'air de combustion à réglage de vitesse pour un fonctionnement silencieux et économe en énergie
- 6 Pompe à haut rendement
- 7 Échangeur de chaleur à plaques pour une production d'eau chaude sanitaire confortable (pour chaudière à double service)
- 8 Écran tactile LCD rétroéclairé

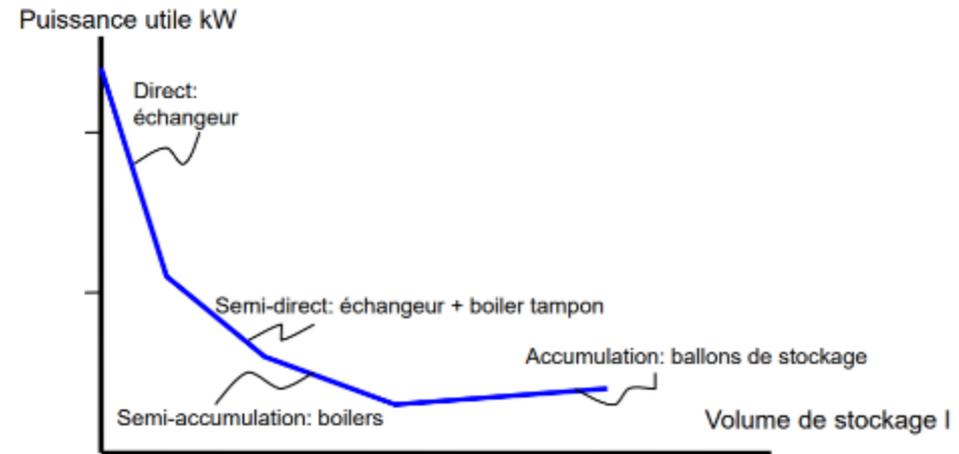
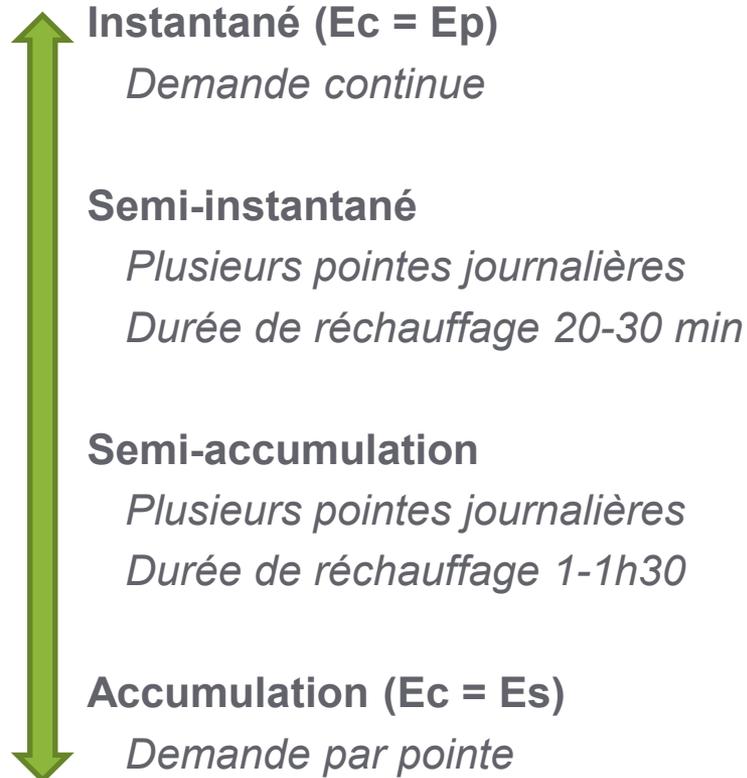


## Chauffe-eau électrique instantané

Source : Junkers



$$Eau\ chaude\ consommée\ (E_c) \leq Eau\ chaude\ stockée\ (E_s) + Eau\ chaude\ produite\ (E_p)$$



## 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 brûleur 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**

- ▶ Puissance à prévoir en kW

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





- ▶ 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 ?



## MODE DE PRÉPARATION



- ▶ 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.
  - **$P = Q \times c \times (\theta_c - \theta_f)$**
  - $P = 9 \times 60/1000 \times 1,16 \times (40-10) = 18,8 \text{ kW}$
  
- ▶ Quelle est la puissance nécessaire pour recharger un volume de stockage de 200 l en 6 h ? En 8h ?
  - **$P = V / T \times c \times (\theta_c - \theta_f)$**
  - $P = 0,2 \text{ [m}^3\text{]} / 6 \text{ [h]} * 1,16 * (60-10) = 1,9 \text{ kW}$
  - $P = 0,2 \text{ [m}^3\text{]} / 8 \text{ [h]} * 1,16 * (60-10) = 1,45 \text{ kW}$





## Choix d'un appareil

- Quelle sera la température au point de puisage alimenté par l'appareil suivant si l'eau de ville est disponible à 10°C ?

$$\Rightarrow P = Q \times c \times (\theta_c - \theta_f)$$



Modèle	DHB-E 11 SLi	DHB-E 18 SLi 25 A
	232013	232015
Puissance de raccordement	kW	
Puissance nominale 1	kW	11,1
Courant nominal 1	A	16
Courant nominal	A	
Phases	3/PE	3/PE
Fréquence	Hz	50/60
Température d'arrivée max.	°C	60
Débit d'eau chaude sanitaire	l/min	5,6
Réglage de la température	°C	env. 30-60
Indice de protection (IP)	IP25	IP25
Couleur	blanc	blanc
Hauteur	mm	478
Largeur	mm	225
Profondeur	mm	105
Poids	kg	3,6





### Choix d'un appareil

- ▶ Quelle sera la température au point de puisage alimenté par l'appareil suivant si l'eau de ville est disponible à 10°C ?

$$\Rightarrow P = Q \times c \times (\theta_c - \theta_f)$$

- 11,1 kW = 5,6 l/min x 60 / 1000 x 1,16 x ( $\theta_c - 10$ )
- $\Delta\theta = 28,5 \text{ }^\circ\text{C}$
- $\theta_c = 38,5 \text{ }^\circ\text{C}$



VUE D'ENSEMBLE D'UNE INSTALLATION D'ECS

POINTS DE PUISAGE

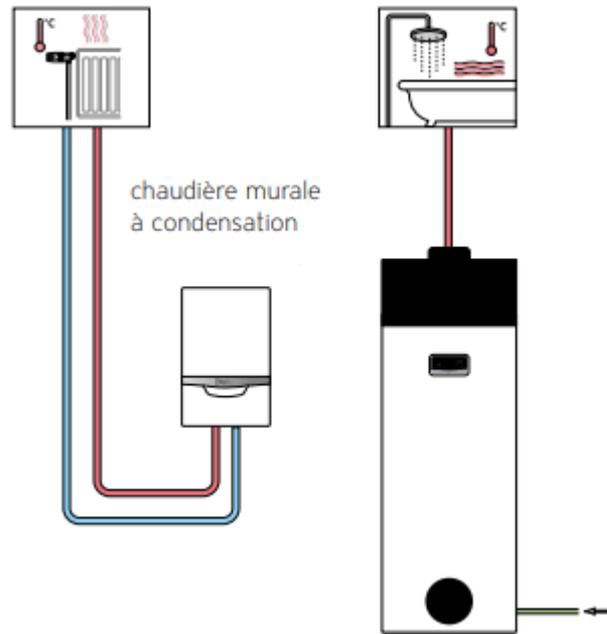
DISTRIBUTION

## **PRODUCTION ET STOCKAGE**

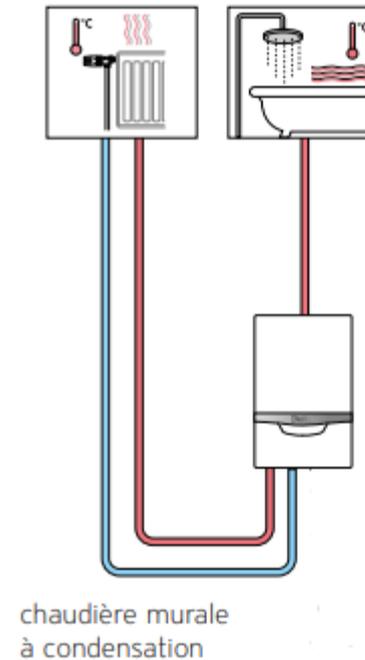
- ▶ Mode de préparation
- ▶ **Production indépendante ou combinée au chauffage ?**
- ▶ Production centralisée ou décentralisée ?
- ▶ Production au moyen d'énergies renouvelables
  - Installation solaire
  - Photovoltaïque
  - Pompe à chaleur



## Production indépendante



## Production combinée au chauffage

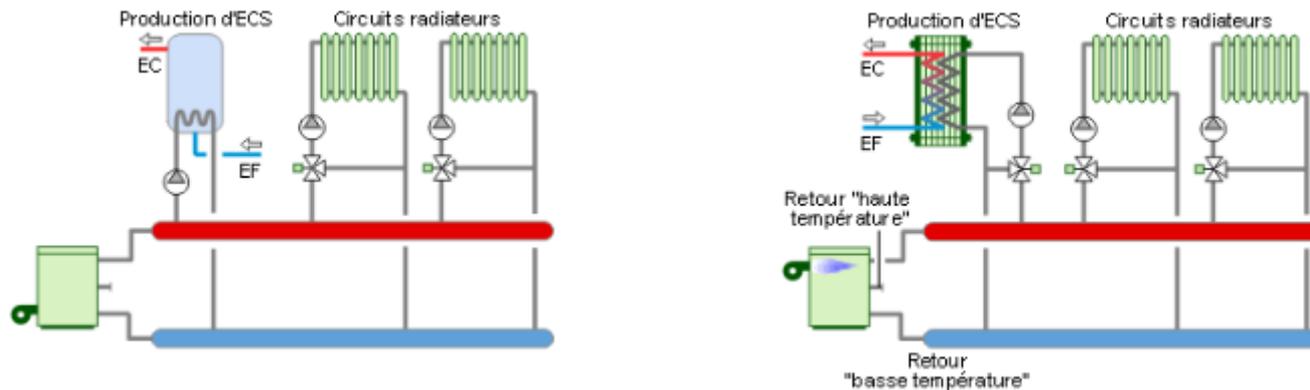


Source : Vaillant



## Production combinée au chauffage

- ▶ La production de chaleur est commune au chauffage et à l'eau chaude sanitaire
- ▶ L'eau de chauffage contenue dans le circuit réchauffe l'eau sanitaire



Source : Energie +



## Installations individuelles

- 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  
Combi

### Maison neuve ou rénovée



10-40 W/m<sup>2</sup>



Dépend des puisages  
Min 25 kW (instant.)



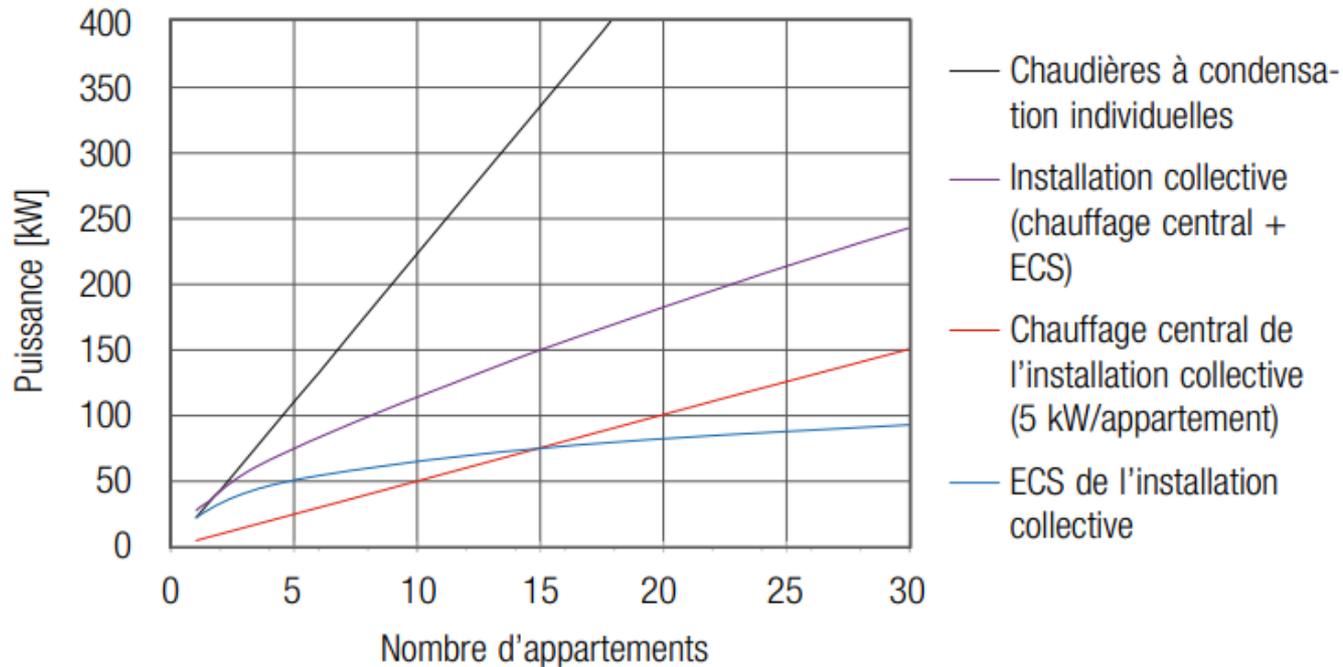
?

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



## Installations collectives

- Prise en compte de l'effet de non-simultanéité des besoins en ECS...



- 1 | Comparaison entre la puissance totale requise pour le chauffage et l'ECS dans un immeuble à appartements équipé soit de chaudières à condensation individuelles (courbe noire) soit d'une installation collective (courbe violette) en fonction du nombre d'appartements.

Source : CSTC



## 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



## Rendement de production

- Paramètres d'une chaudière condensation et en particulier rendement à 30% de charge et à 100% de charge.

Vitocrossal 200 (type CM2) – de 87 à 311 kW

Chaudière gaz à condensation avec brûleur radiant Matrix

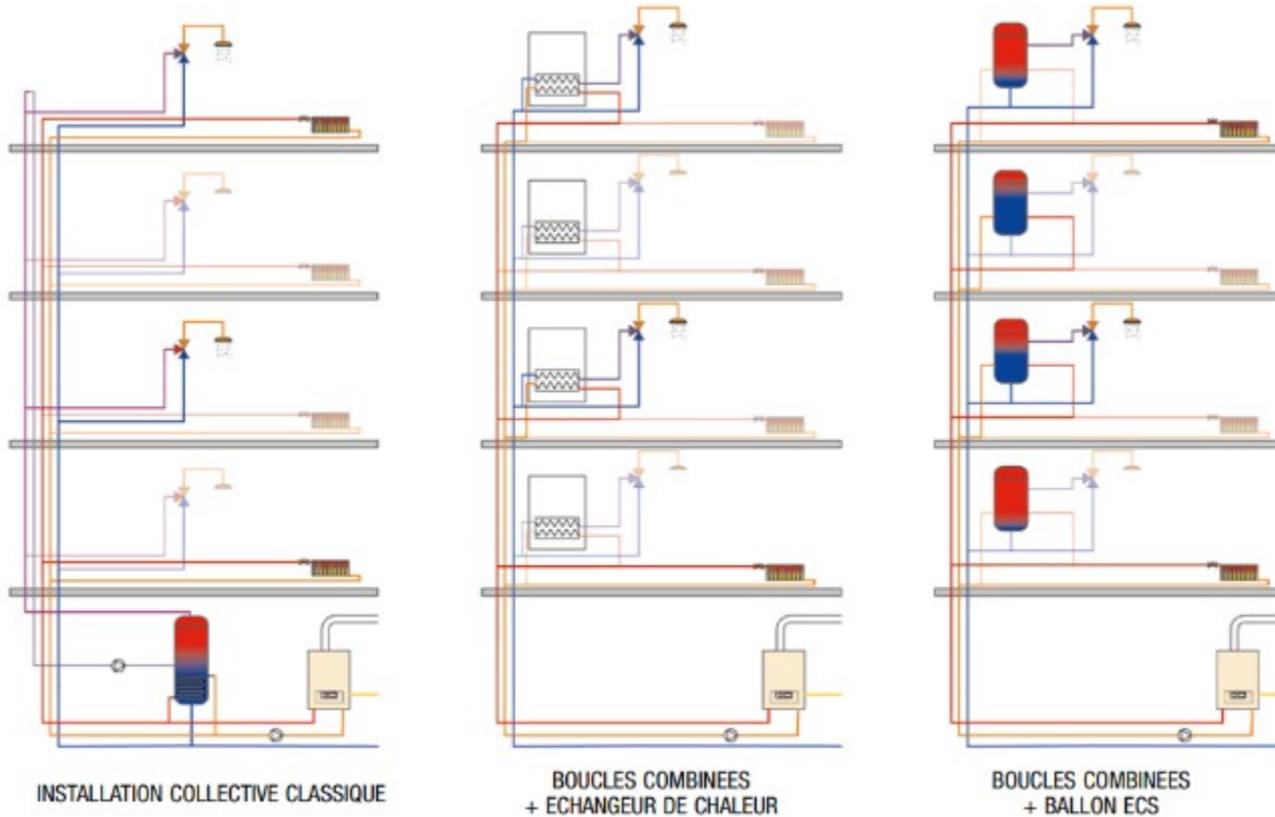
<b>Puissance nominale</b>							
$T_D/T_R = 50/30\text{ °C}$	kW	87	115	142	186	246	311
$T_D/T_R = 80/60\text{ °C}$	kW	80	105	130	170	225	285
<b>Rendement <math>\eta</math> à</b>							
- 100% de la puissance nominale	%	97,2	97,4	97,6	97,7	97,8	97,8
- 30% de la puissance nominale	%	107,9	108,0	108,0	108,1	108,2	108,2
<b>Pertes d'entretien <math>q_{B,70}</math></b>	%	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3
<b>Puissance électrique absorbée à</b>							
- 100% de la puissance nominale	W	85	150	195	280	340	395
- 30% de la puissance nominale	W	35	50	55	55	60	65

Source : Viessmann.

⇒ Le rendement d'un producteur n'est pas le même en chauffage et en ECS...



## Systèmes de boucles combinées ou 'combilus'



2 | Installation collective classique (à gauche), système de boucles combinées à échangeur de chaleur (au milieu) et avec un ballon d'ECS (à droite). Les éléments inactifs apparaissent en semi-transparente.

Source : CSTC



## Systèmes de boucles combinées ou 'combilus'

- + Puissance totale installée plus faible
  - + Nombreuses possibilités techniques / montages
  - + Limitation des déperditions thermiques
  - + Risque hygiénique plus faible,
  - + Répartition des charges faciles
  - + Ne nécessite pas d'approvisionner toutes les unités
- 
- Matériel fragile > Nécessite une eau adoucie (en particulier pour les radiateurs)
  - Pas de norme de dimensionnement



source: Viessmann – Meibes Logotherm



VUE D'ENSEMBLE D'UNE INSTALLATION D'ECS

POINTS DE PUISAGE

DISTRIBUTION

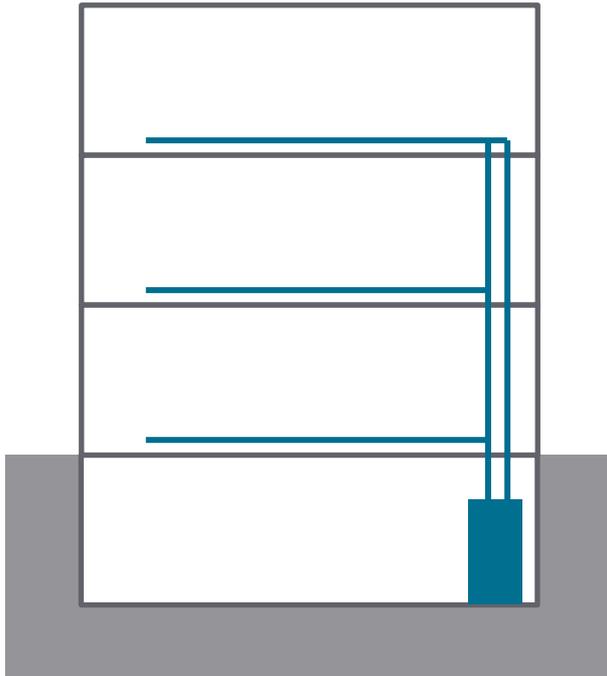
## **PRODUCTION ET STOCKAGE**

- ▶ Mode de préparation
- ▶ Production indépendante ou combinée au chauffage ?
- ▶ **Production centralisée ou décentralisée ?**
- ▶ Production au moyen d'énergies renouvelables
  - Installation solaire
  - Photovoltaïque
  - Pompe à chaleur

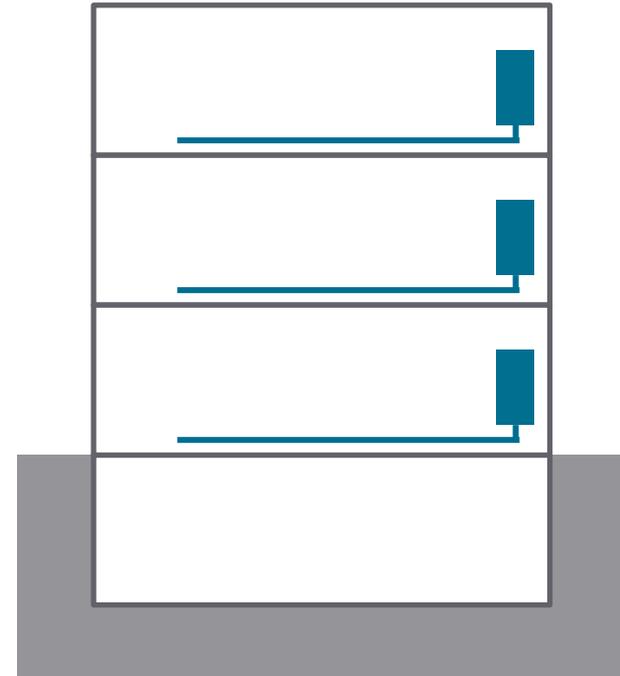


## CENTRALISÉE OU DÉCENTRALISÉE ?

## Installation centralisée



## Installations décentralisées



## CENTRALISÉE OU DÉCENTRALISÉE ?

### Installation centralisée

- + Coût d'installation plus faible
- + Coût de maintenance inférieur
- + Encombrement plus faible
- + Rendement de production plus élevé
- + Puissance et volume moindre (simultanéité des besoins)
  
- Rendement de distribution moins bon
- Difficulté de répartir la consommation en fonction des usagers

### Installations décentralisées

- + Rendement de distribution plus élevé
- + Répartition aisée des coûts d'exploitation
- + Autonomie des utilisateurs finaux
  
- Puissance installée maximale
- Multitude d'appareils installés (coûts d'installation et de maintenance plus élevés)



## CENTRALISÉE OU DÉCENTRALISÉE ?

### Réflexion sur le temps d'attente

- ▶ Temps d'attente = Temps d'attente appareil + temps d'attente conduite

	Evier	Lavabo	Bain	Douche
Temps d'attente max. (DIN 1988-300)	5 à 8 s	8 à 10 s	15 à 25 s	10 à 15 s





### Temps d'attente d'un appareil

- ▶ Quel sera la longueur de conduite maximale pour alimenter un lavabo en moins de 10 s sachant que :
  - Le débit de puisage est de 4l/min à 60°C
  - L'eau est puisée à 45°C
  - La contenance en eau de la conduite est de 0,1 l/m
  - Le temps d'attente appareil est de 3 s
  
- ▶ Qu'en pensez vous ?





### Temps d'attente d'un appareil

- ▶ Quel sera la longueur de conduite maximale pour alimenter un lavabo en moins de 10 s sachant que :
  - Le débit de puisage est de 4l/min à 60°C
  - L'eau est puisée à 45°C
  - La contenance en eau de la conduite est de 0,1 l/m
  - Le temps d'attente appareil est de 3 s
- Le temps d'attente de la conduite est de :
$$T_{\text{conduite}} = T_{\text{total}} - T_{\text{appareil}} = 10 - 3 = 7 \text{ s}$$
- Le débit de puisage corrigé est de :
$$D_{45} = D_{60} \times (60-10) / (45-10) = 5,7 \text{ l/min}$$
- Le volume d'eau maximum de la conduite est de :
$$V = 7 \times 5,7 / 60 \text{ min/s} = 0,665 \text{ l}$$
- La longueur de la conduite est donc de :
$$L = 0,665 \text{ l} / 0,1 \text{ l/m} = \mathbf{6,65 \text{ m}}$$



VUE D'ENSEMBLE D'UNE INSTALLATION D'ECS

POINTS DE PUISAGE

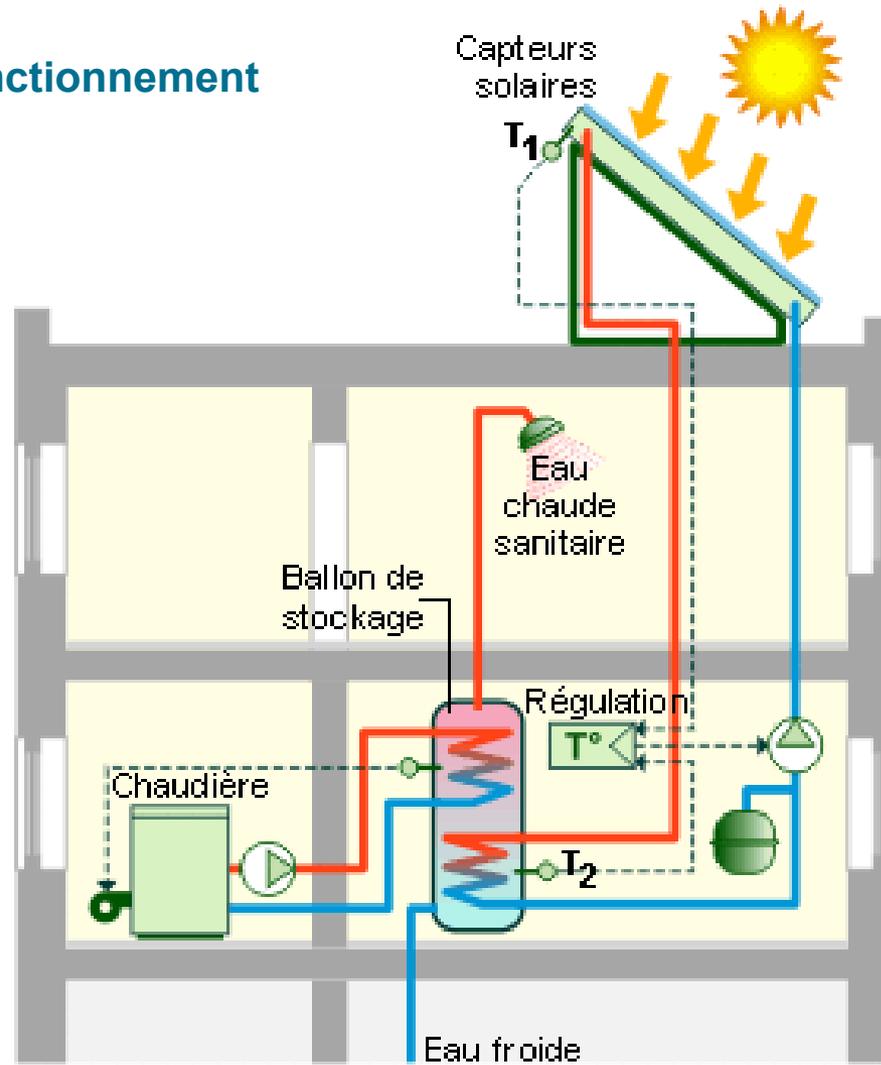
DISTRIBUTION

## **PRODUCTION ET STOCKAGE**

- ▶ Mode de préparation
- ▶ Production indépendante ou combinée au chauffage ?
- ▶ Production centralisée ou décentralisée ?
- ▶ **Production au moyen d'énergies renouvelables**
  - **Installation solaire**
  - Photovoltaïque
  - Pompe à chaleur



## Principe de fonctionnement



Source : Energie +



## Composants d'une installation solaire

- ▶ Les capteurs :
  - Différents types de capteurs : plans opaques ou vitrés, à tubes sous vide...



- ▶ Le circuit primaire :
  - Circuit fermé qui relie les capteurs au stockage
  - Fluide caloporteur : eau + glycol
  - Variations de température importantes



## Composants d'une installation solaire

### ► Stockage

- Pallie à la discontinuité de l'énergie solaire et à la non simultanété de la production et des besoins
- L'énergie est stockée via l'eau contenue dans un ballon **vertical** et **isolé**
- La charge du ballon est effectuée au moyen d'un échangeur



Source : Energie +

### ► La régulation

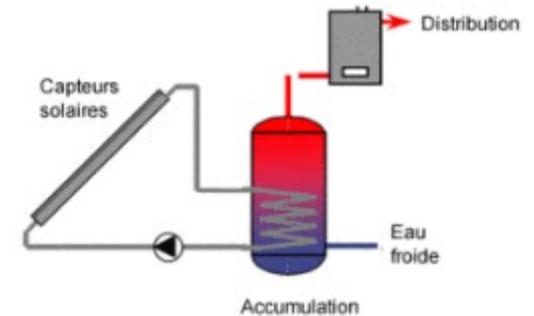
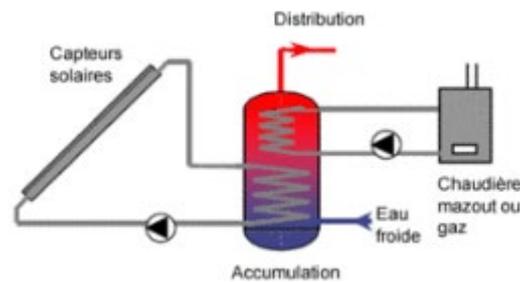
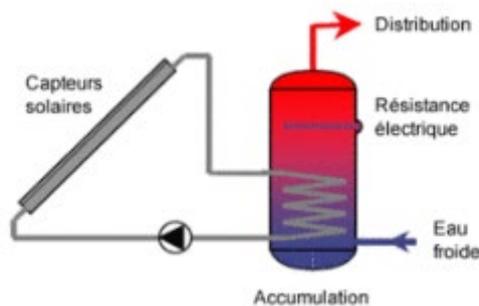
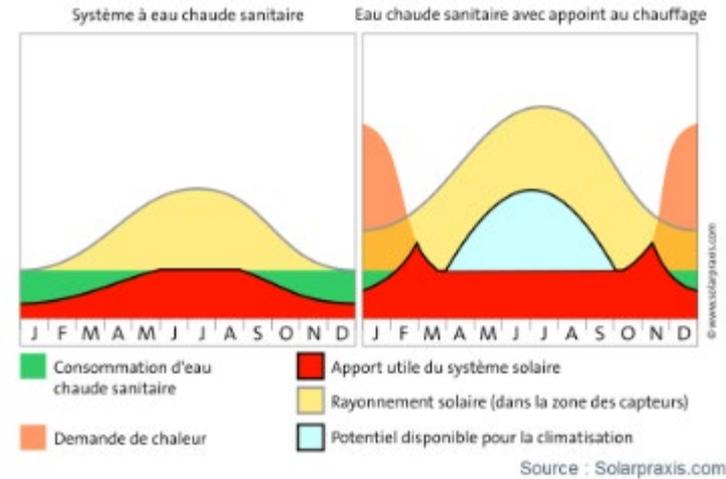
- Assure la mise en marche et l'arrêt adéquats de l'installation
- Se base sur la température de stockage et celle des capteurs

⇒ **C'est un élément ESSENTIEL de l'installation solaire !**



## Composants d'une installation solaire

- ▶ Le système d'appoint
  - Appoint électrique
  - Appoint intégré au stockage
  - Appoint séparé en série



Source : Energie +



## Points d'attention

- ▶ Le volume du stockage est limité

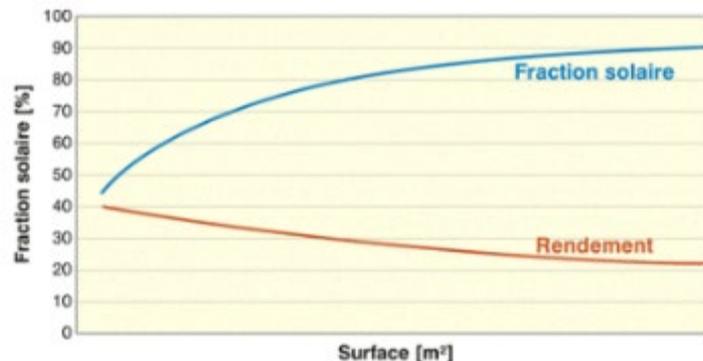
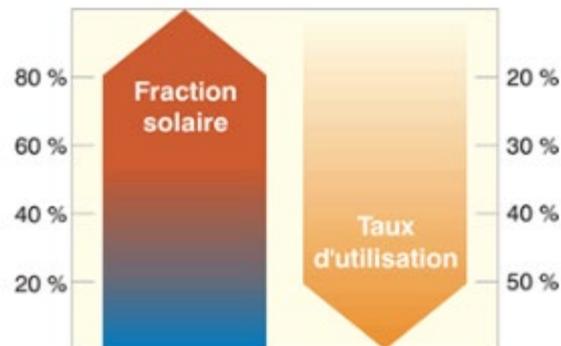
⇒ **Si le ballon est plein, il ne peut plus accumuler !**

- ▶ Inconstance de la température de chauffe

⇒ **risque liés au développement de légionelles (traitement à prévoir)**

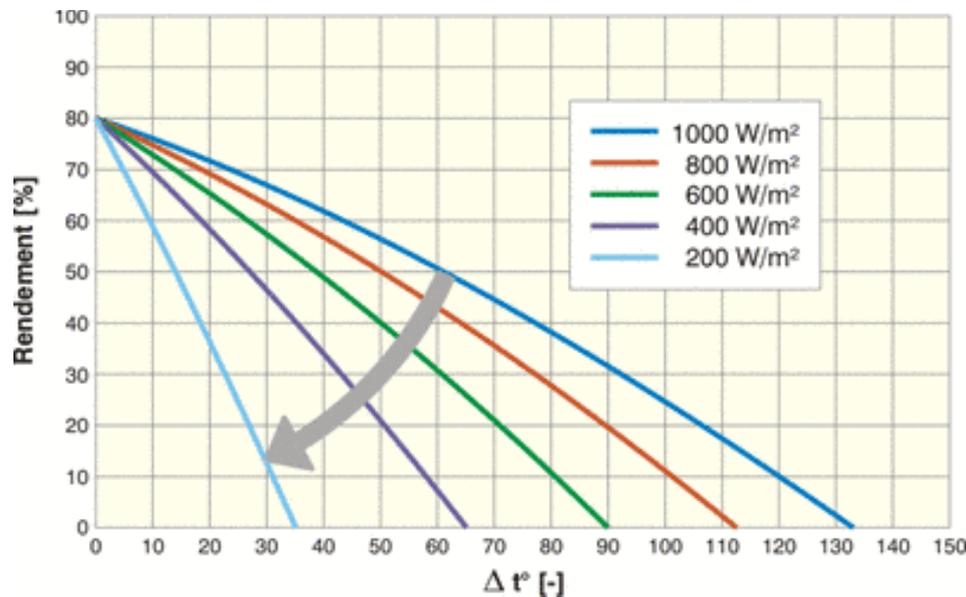
- ▶ Fraction solaire

- Couvre 30 à 50 % des besoins,
- Source d'énergie non constante qui doit être complétée par un autre appoint

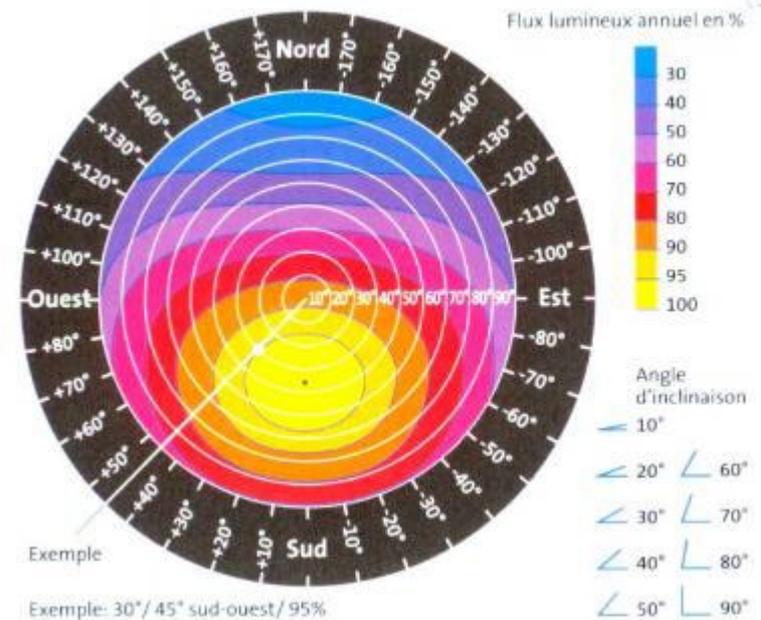


## Points d'attention

- ▶ Le rendement de l'installation dépend
  - Du type de capteurs
  - Du rayonnement solaire et donc de l'exposition des panneaux
  - Du régime de température des panneaux



SOURCE : ENERGIE+



Source : apere.org



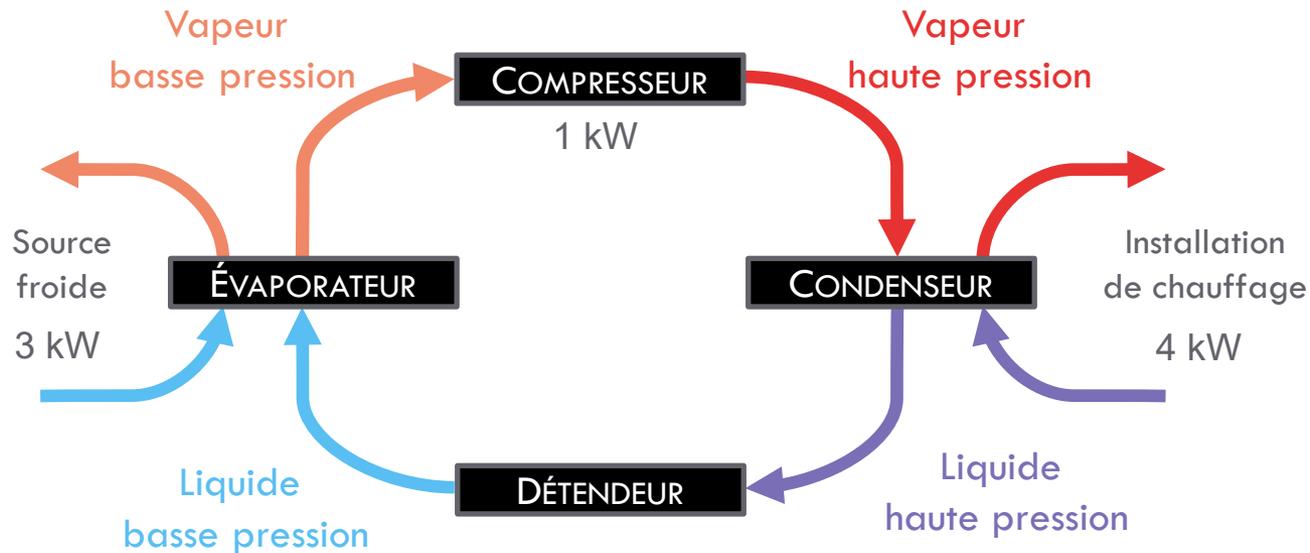
## PV Heater

- ▶ Système qui **compare en permanence** la production photovoltaïque et la consommation en temps réel d'une habitation
  - Si les panneaux produisent **plus** que ce qui est consommé
    - > la puissance excédentaire est envoyée vers un boiler ECS
  - Si les panneaux produisent **moins** que ce qui est consommé
    - > le boiler est chauffé par l'électricité du réseau



### Principe de fonctionnement

- ▶ Soutire de la chaleur d'une « source froide » (sol, air extérieur...)
  - > nécessite une consommation d'électricité
- ▶ Augmente son niveau de température
- ▶ Restitue cette chaleur à une température plus élevée



### Coefficient de performance d'une pompe à chaleur

$$\Rightarrow \text{COP} = P_{\text{th}} \text{ du condenseur} / P \text{ absorbée}$$



## Source froide

- ▶ Le sol (= géothermie de surface)
- ▶ L'air (= aérothermie)
- ▶ L'eau (= hydrothermie)
- ▶ La chaleur perdue (air vicié, process...)

### PAC aérothermique



Echangeur statique



Echangeur dynamique

### PAC géothermique



Captage horizontal



Captage vertical

### PAC hydrothermique



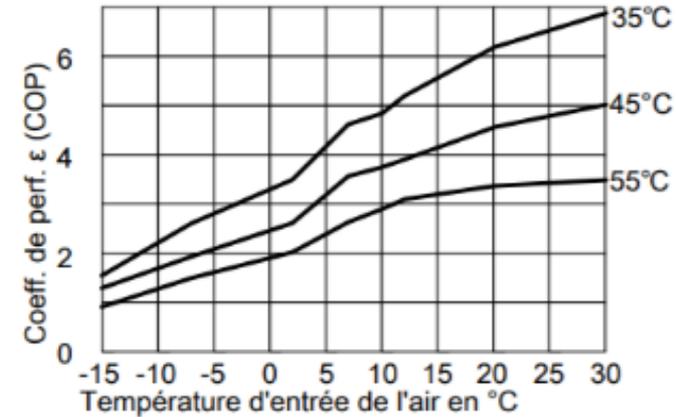
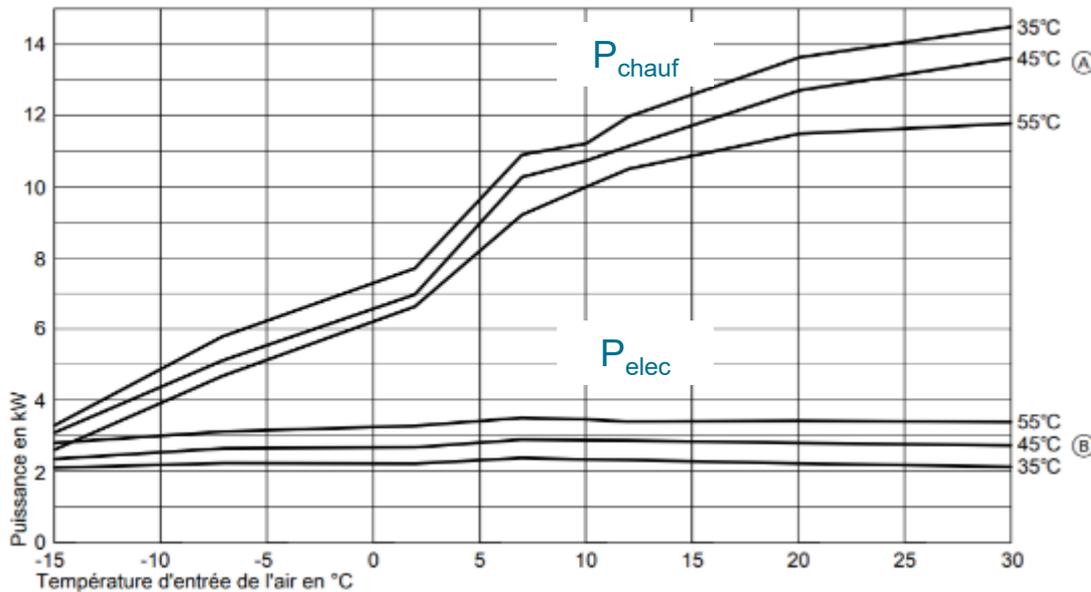
Eau de surface



Eau souterraine



## Importance du régime de température sur les performances d'un 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



## Intérêt énergétique

- ▶ Efficacité énergétique potentiellement élevée  
Suivant type de source : air / eau / sol (géothermie)
- ▶ Éventuellement réversible

## Spécificités

- ▶ Toute gamme de puissances disponible
- ▶ Fonctionnement en basse température
  - (⚠ Type de corps d'émission )
  - (⚠ Eau chaude sanitaire → PAC adaptée

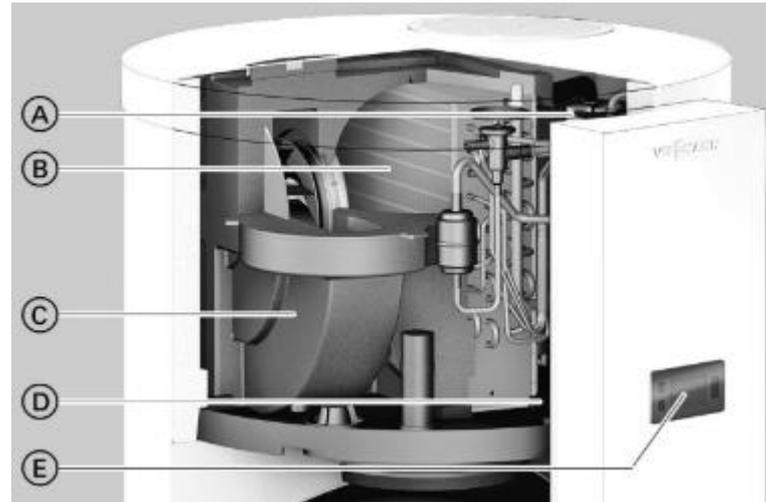
⇒ **Différentes solutions existent !**

- > le ballon thermodynamique,
- > la PAC haute température dédiée (aéro- ou géo- thermique),
- > la PAC mixte chauffage / ECS

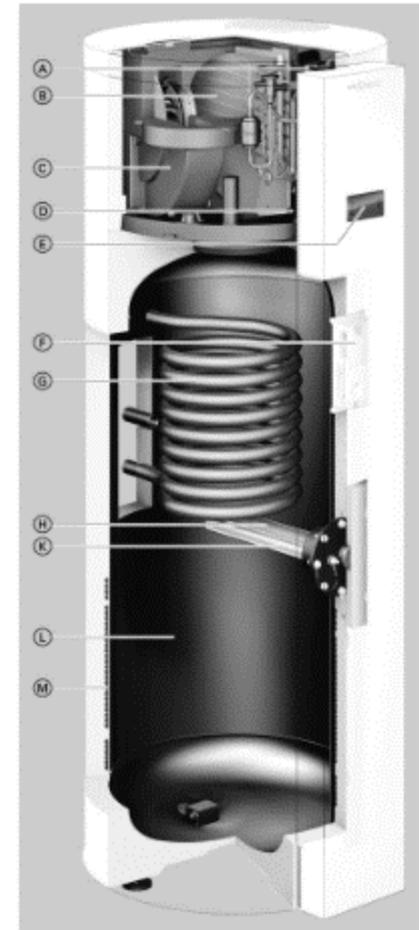


## Principe de fonctionnement

- ▶ Association d'une petite PAC dédiée et d'un volume de stockage
  - Système compact
  - Puissance limitée



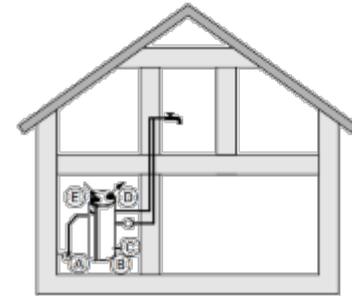
- (A) Compresseur
- (B) Evaporateur
- (C) Ventilateur
- (D) Séparateur de liquide
- (E) Module de commande
- (F) Régulation de pompe à chaleur
- (G) Type T2H-ze uniquement :  
échangeur de chaleur pour le raccordement d'un générateur de  
chaleur externe
- (H) Système chauffant électrique (intégré pour 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  $T^\circ$  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  $m^3/h$  à 350  $m^3/h$ )
  - $T^\circ$  moyenne de la source froide plus élevée

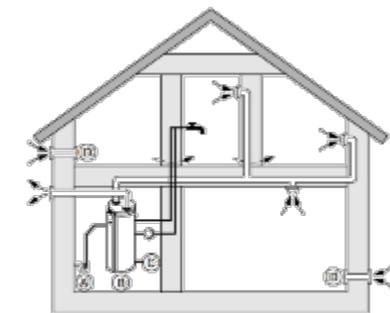
Représentation système pour une utilisation sur air ambiant



Exemple avec le type T2E-zs

- (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-zs

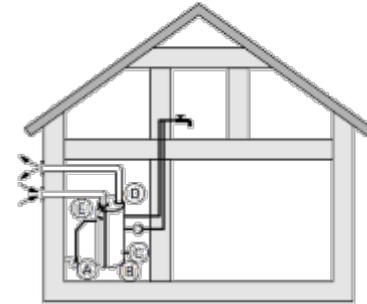
- (A) Evacuation des condensats
- (B) Vitocal 262-A
- (C) Raccordement eau froide
- (D) Air extérieur
- (E) Arrivée d'air



## 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

Représentation système pour une utilisation sur air extérieur



Exemple avec le type T2E-ze

- (A) Evacuation des condensats
- (B) Vitocal 262-A



## Spécificités



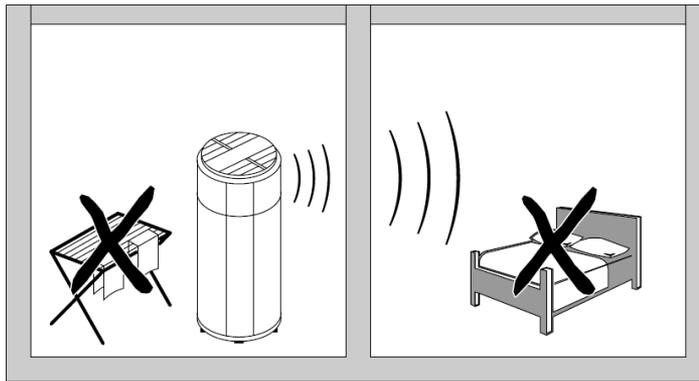
- ▶ Capacité varie généralement de 200 à 300 litres (mais peut aller jusqu'à 1000 litres)
- ▶ Puissance thermique faible de 4 à 6 W/litre
- ▶ Leur réservoir intègre souvent une résistance électrique ou un second échangeur permettant de raccorder un autre générateur
- ▶ Production d'eau à 60-65°C (attention, 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



## 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

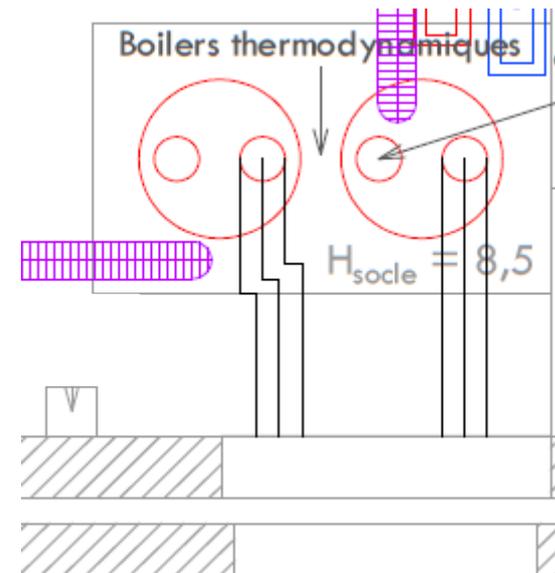
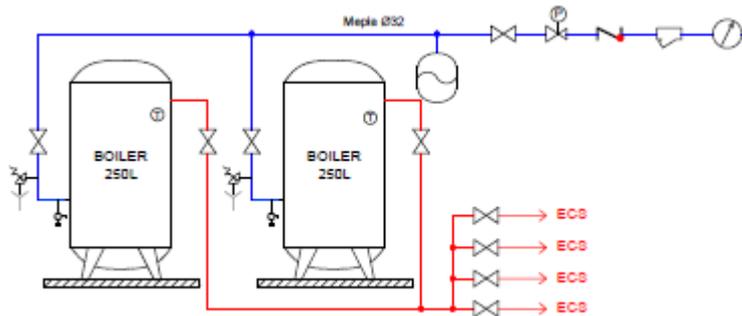


Source sonore	$L_w$ (dB)
Bruissement des feuilles	30
Chuchotement	40
Conversation à voix basse	50
Conversation normale	70
Conversation à haute voix	80



### Cas concret

- ▶ Existant : Préparateur ECS (gaz) 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

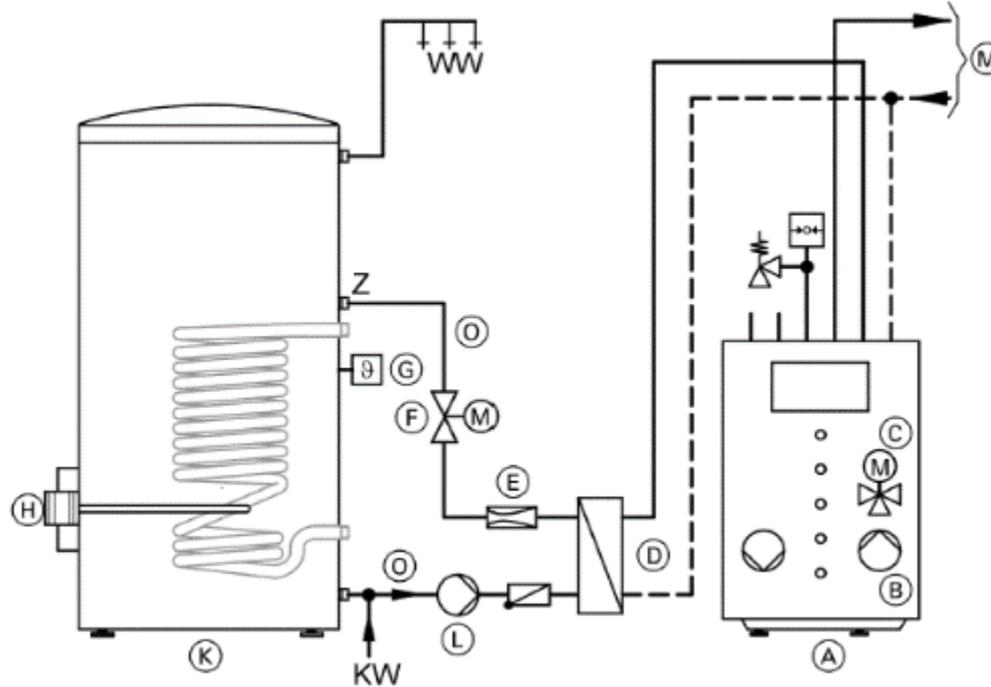


Source /Bron : Ecorce



## Principe de fonctionnement

- ▶ 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





- ▶ Le mode de production et de distribution doivent être adaptés aux besoins
- ▶ Intervenir sur une partie de l'installation permet d'améliorer le rendement global
- ▶ Pour faire des économies, il n'y a pas de recette toute faite, il faut prendre en main son installation ...



**Sophie HAINE**

Ingénieur projet  
écorce sa

 + 32 4 226 91 60

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



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

