

FORMATION BATIMENT DURABLE

CHAUFFAGE ET EAU CHAUDE SANITAIRE : CONCEPTION

PRINTEMPS 2025

Eau chaude sanitaire : Distribution, Production et Stockage



bruxelles
environnement
leefmilieu
brussel
.brussels

Sophie HAINE
écoRce
LOGEMENTS CONSULTANT



- ▶ 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

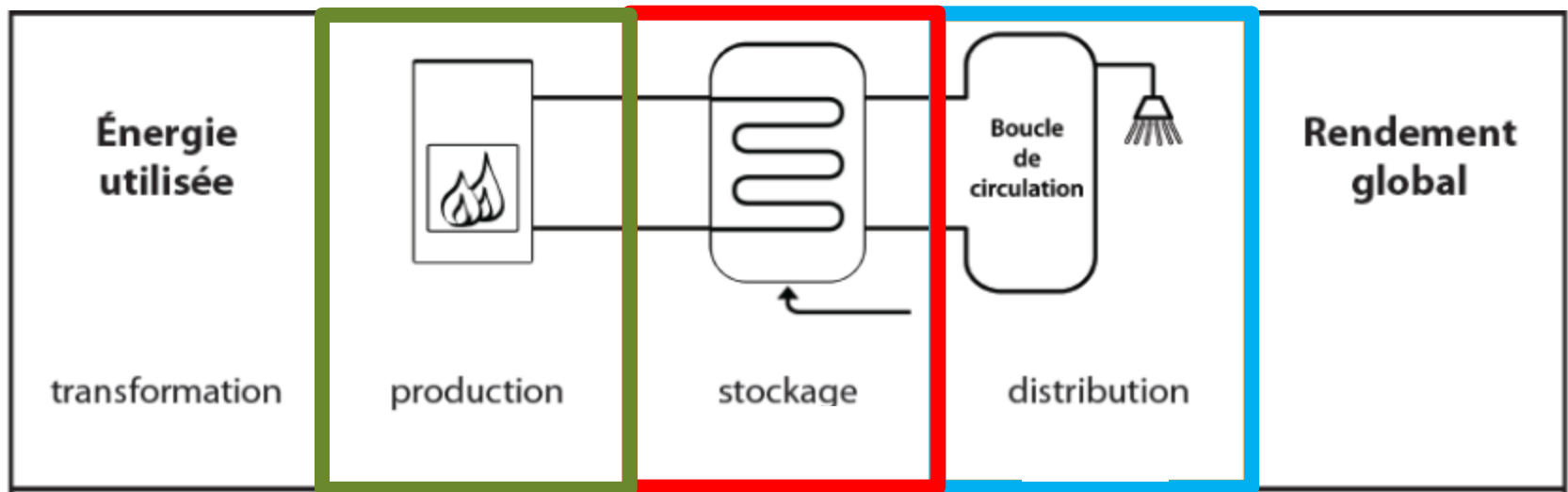
DISTRIBUTION

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

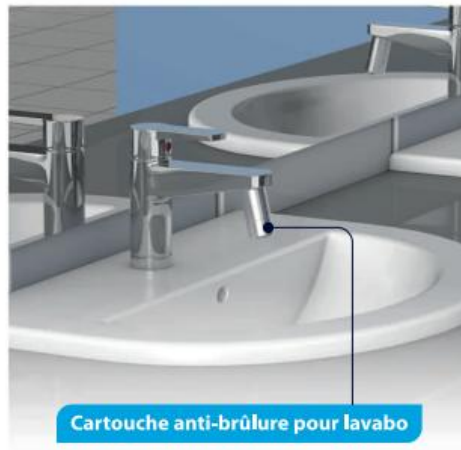
Mitigeur thermostatique centralisé

- ▶ 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 brulures
 - 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

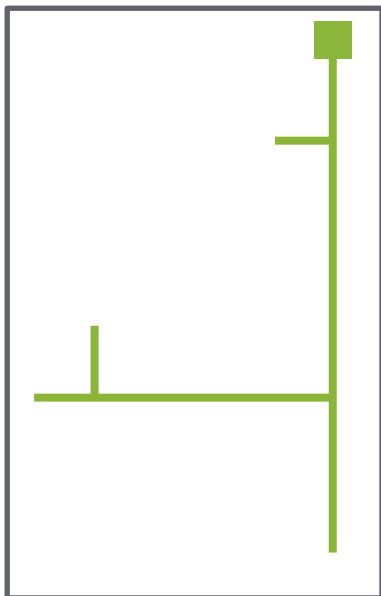
► Dimensionnement

PRODUCTION ET STOCKAGE



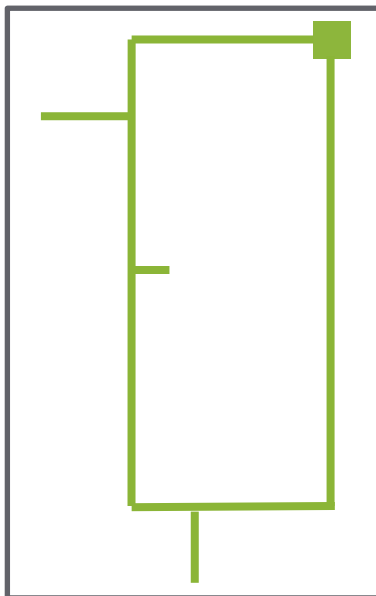
DIFFÉRENTS TYPES DE RÉSEAUX DE DISTRIBUTION

ARBORESCENCE



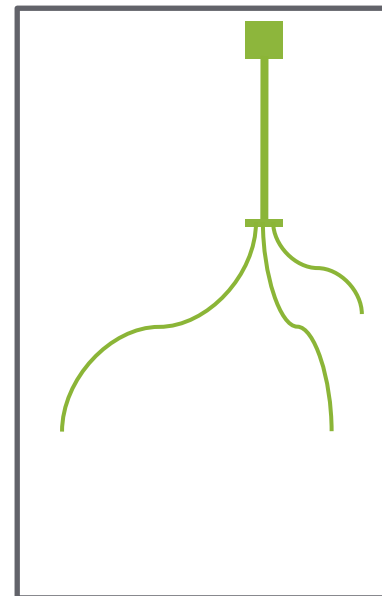
- + Longueur de conduites limitée
- Temps d'attente long
- Risque hygiénique
- Interférence entre les différents points de puisage

BOUCLE DE CIRCULATION



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

COLLECTEURS



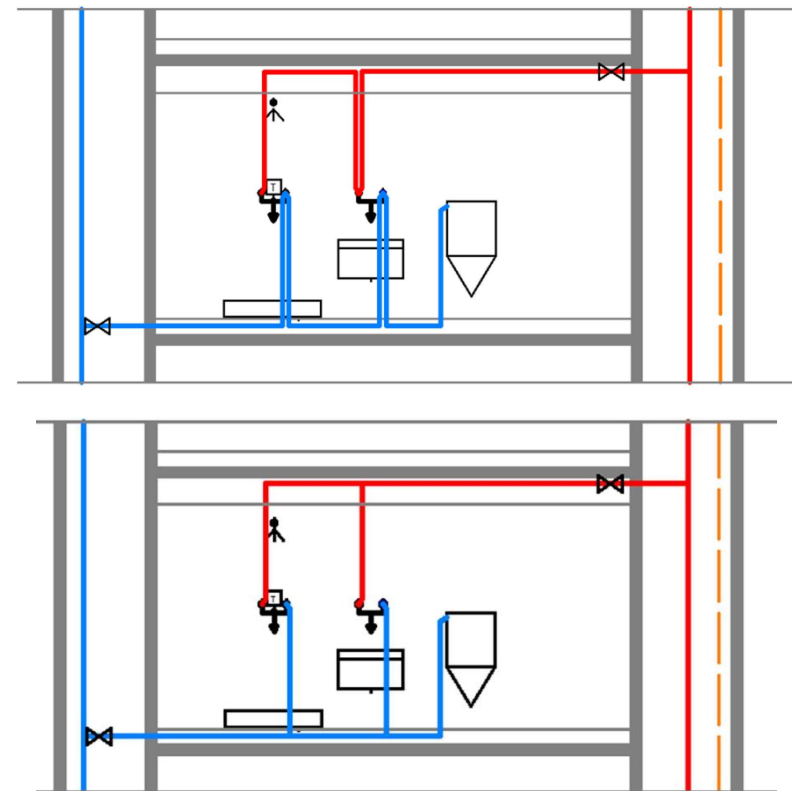
- + Pertes de charges uniformisées
- + Diamètre plus faible
- + Pas d'interférence entre les points de puisage
- Longueur de conduite plus importante

⚠ 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



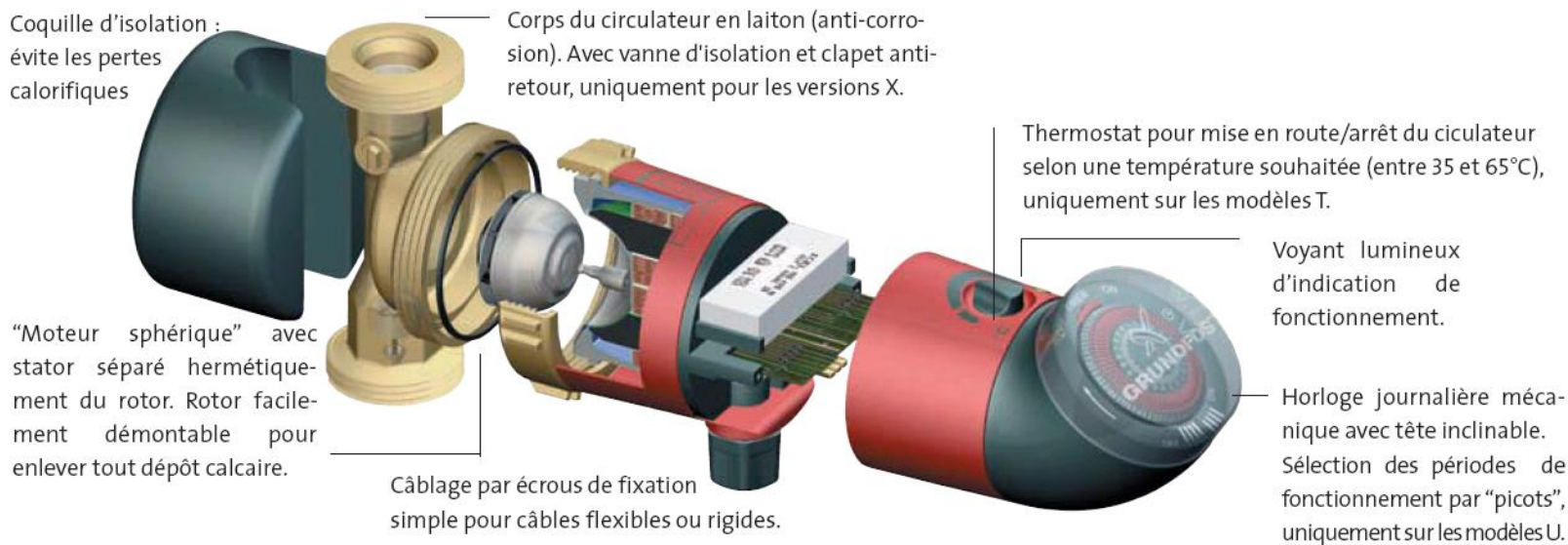
Dans quels cas faut-il mettre en place une boucle ECS ?

- ▶ 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



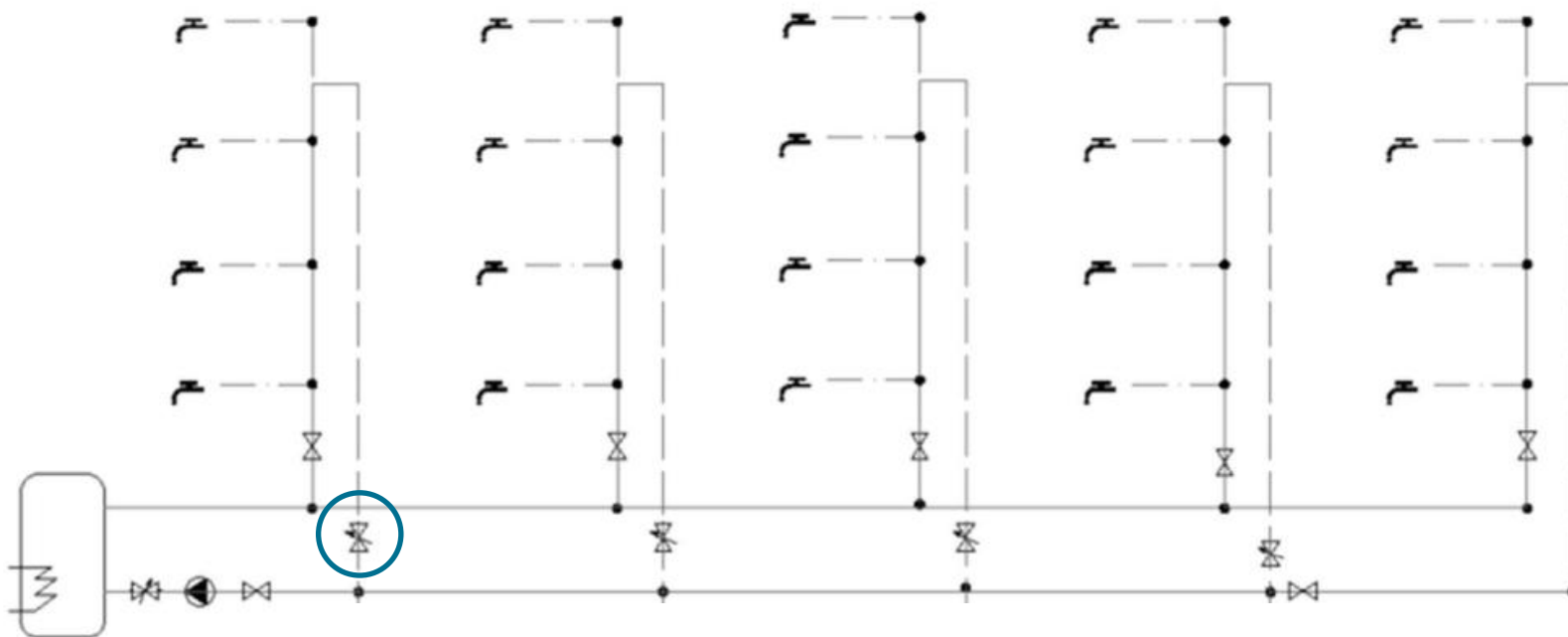
Source: Grundfos



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



► 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



Source : Wilo

► 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 !

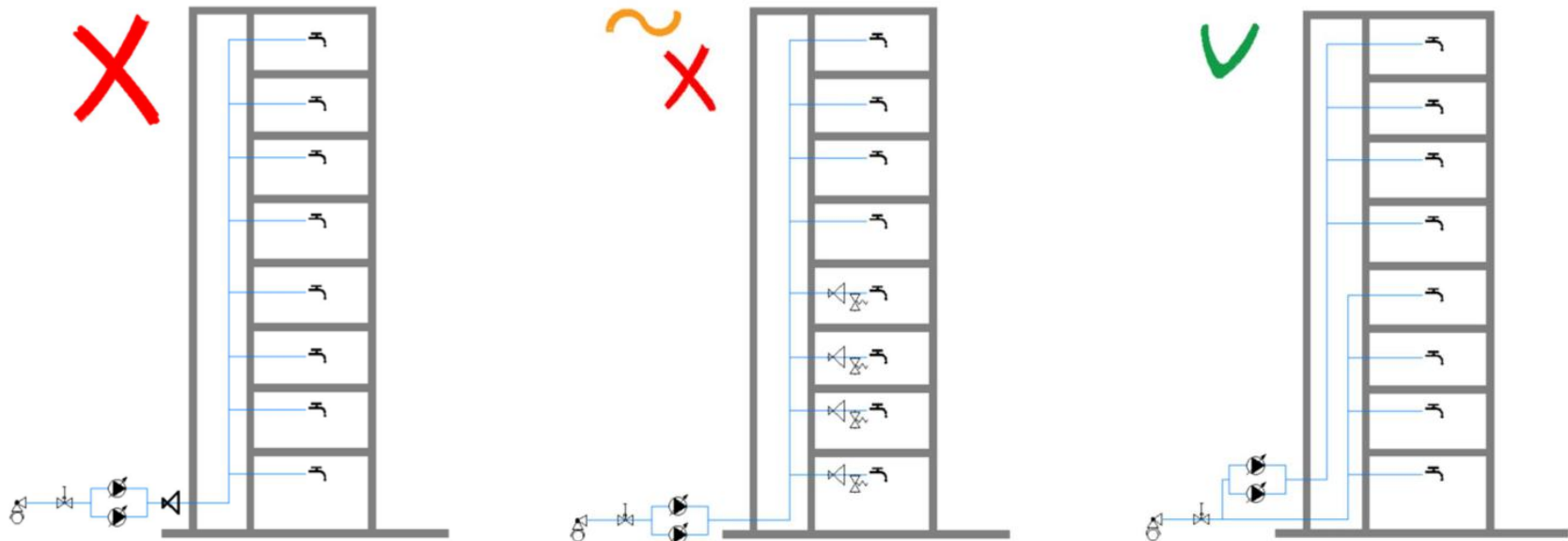


Source : Socla



► ⚠ 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 Ca^{2+} et Mg^{2+} avec des ions Na^{+} (⚠ Potabilité)
 - Système anti-tarte
 - Appareils à champ (électro)magnétique
 - Appareil à injection de 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**

Locaux techniques, caves, ...	1,5-2 m/s
Gaines techniques	1,5 m/s
Locaux habités	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 coûteux en fourniture, il y a plus de pertes d'énergie ...**

⇒ **Si les conduites sont sous-dimensionnées, il peut y avoir des problèmes acoustiques, 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

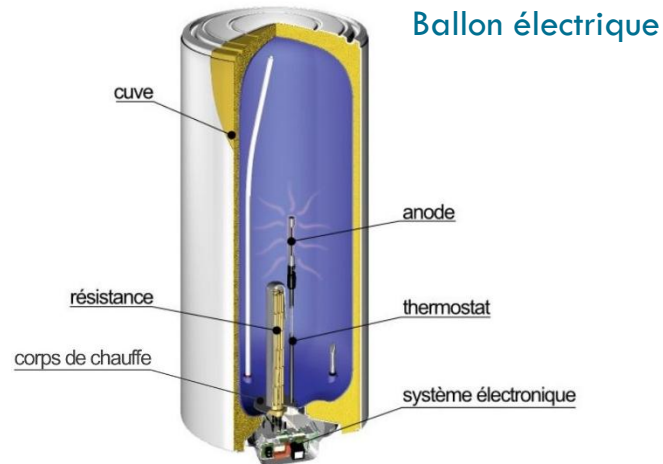
DISTRIBUTION

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 +

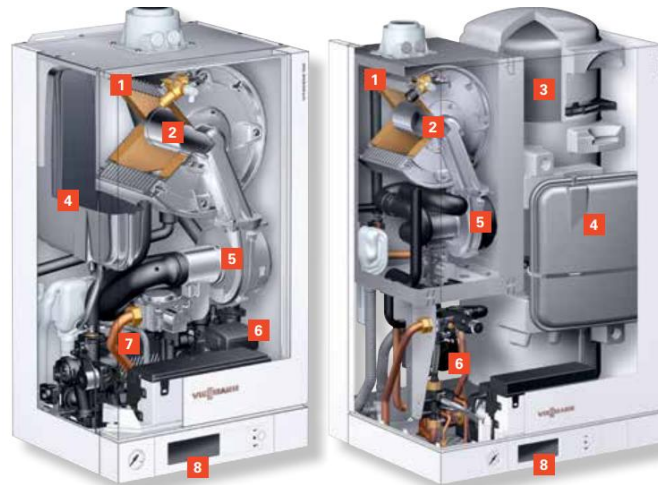


Vitocal 060-A

- 1 Pompe à chaleur
- 2 Module de commande
- 3 Ballon d'eau chaude sanitaire de 254 litres à émailage 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
- 8 Sondes Profil de soutirage eau chaude sanitaire L et XL 2 doigts de gant

Ballon thermodynamique

Source : Viesmann



Chaudière gaz

Source : Viesmann

- 1 Surface d'échange Inox-radial en acier inoxydable – pour une fiabilité élevée de 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 Echangeur de chaleur à plaques pour une production d'eau chaude sanitaire confortable (pour chaudière à double service)
- 8 Ecran tactile LCD rétroéclairé



Chauffe-eau électrique instantané

Source : Junkers



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

Instantané ($E_c = E_p$)

Demande continue

Semi-instantané

Plusieurs pointes journalières

Durée de réchauffage 20-30 min

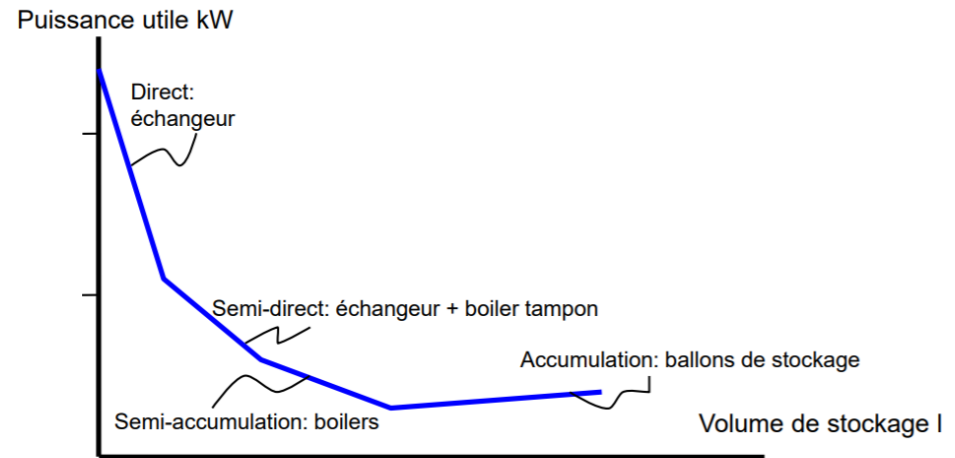
Semi-accumulation

Plusieurs pointes journalières

Durée de réchauffage 1-1h30

Accumulation ($E_c = E_s$)

Demande par pointe



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 ?





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 ($\theta_c - 10$)
- $\Delta\theta = 28,5^\circ\text{C}$
- $\theta_c = 38,5^\circ\text{C}$



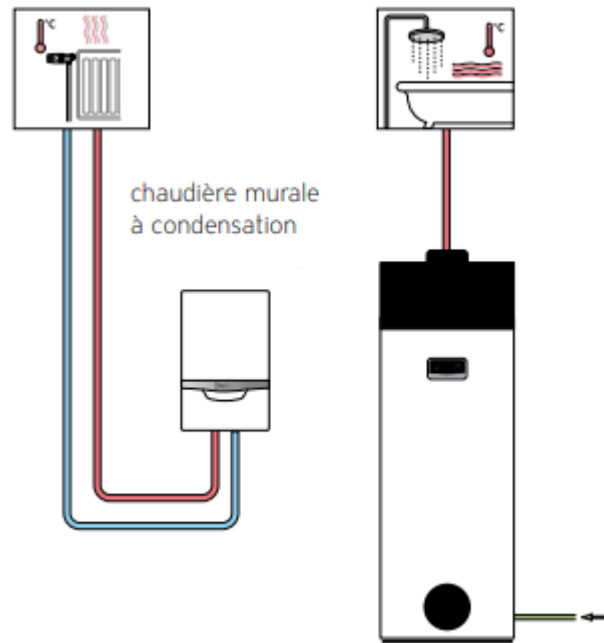
VUE D'ENSEMBLE D'UNE INSTALLATION D'ECS
POINTS DE PUISAGE
DISTRIBUTION

PRODUCTION ET STOCKAGE

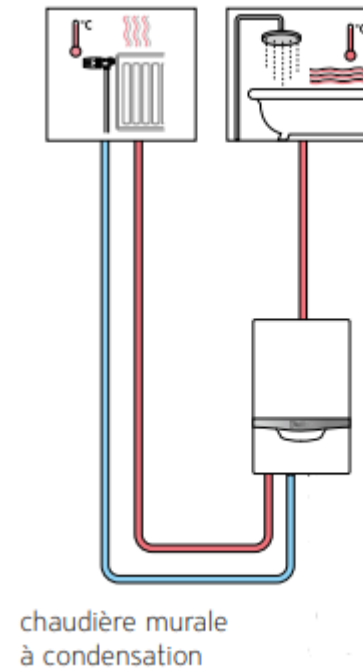
- ▶ Mode de préparation
- ▶ **Production indépendante ou combinée au chauffage ?**
- ▶ Production centralisée ou décentralisée ?
- ▶ Production au moyen d'énergies renouvelables
 - Installation solaire
 - Photovoltaïque
 - Pompe à chaleur



Production indépendante



Production combinée au chauffage

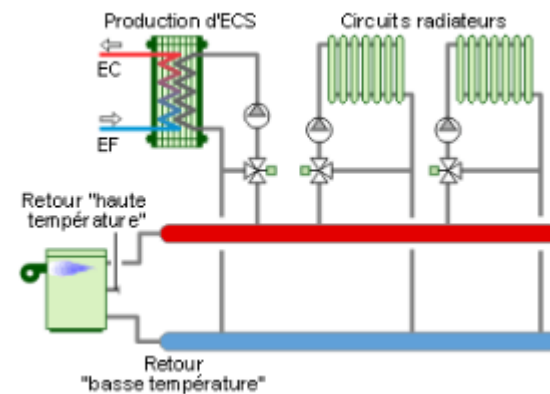
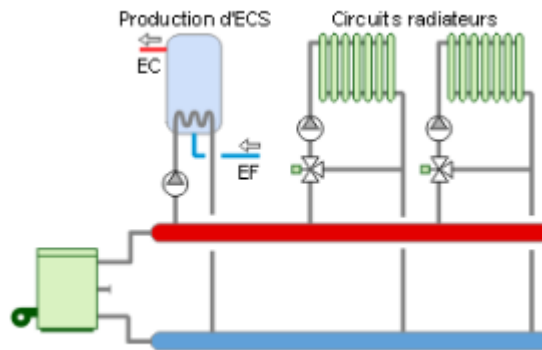


Source : Vaillant



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



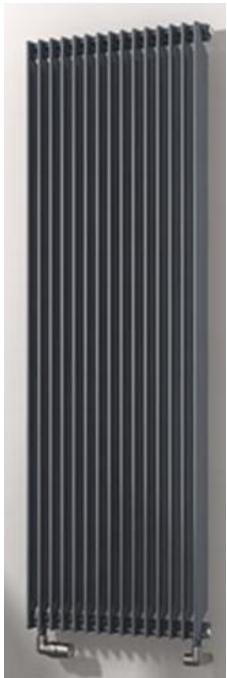
Source : Energie +



Installations individuelles

- Evolution des puissances requises pour la production de chaleur

Maison ancienne



80-120 W/m²



Dépend des puisages
Min 25 kW (instant.)



Appareil
Combi



10-40 W/m²



Dépend des puisages
Min 25 kW (instant.)



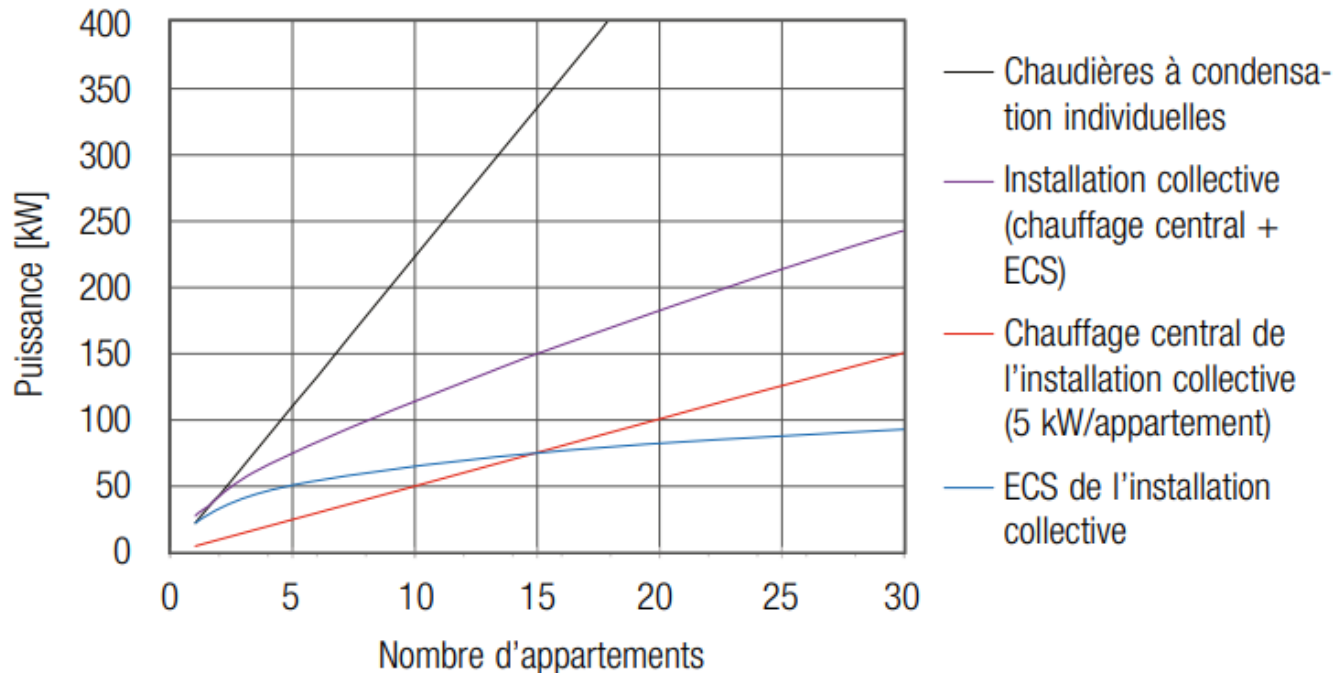
?

- 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

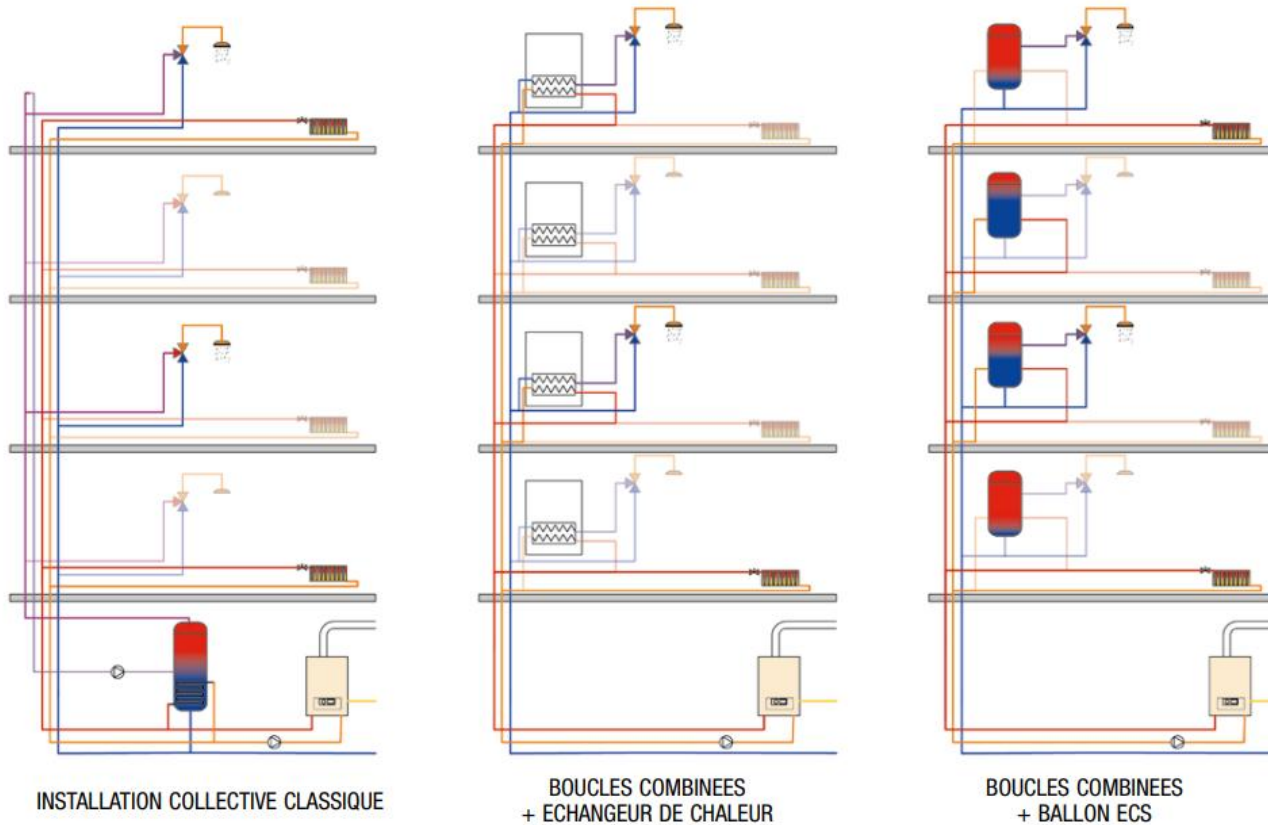
Puissance nominale							
T_D/T_R = 50/30 °C	kW	87	115	142	186	246	311
T_D/T_R = 80/60 °C	kW	80	105	130	170	225	285
Rendement η à							
- 100% de la puissance nominale	%	97,2	97,4	97,6	97,7	97,8	97,8
- 30% de la puissance nominale	%	107,9	108,0	108,0	108,1	108,2	108,2
Pertes d'entretien q_{B,70}	%	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3
Puissance électrique absorbée à							
- 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-transparence.

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 un
- Matériel fragile > Nécessite une eau adoucie (er
- Pas de norme de dimensionnement



source: Viessmann – Meibes Logotherm



VUE D'ENSEMBLE D'UNE INSTALLATION D'ECS

POINTS DE PUISAGE

DISTRIBUTION

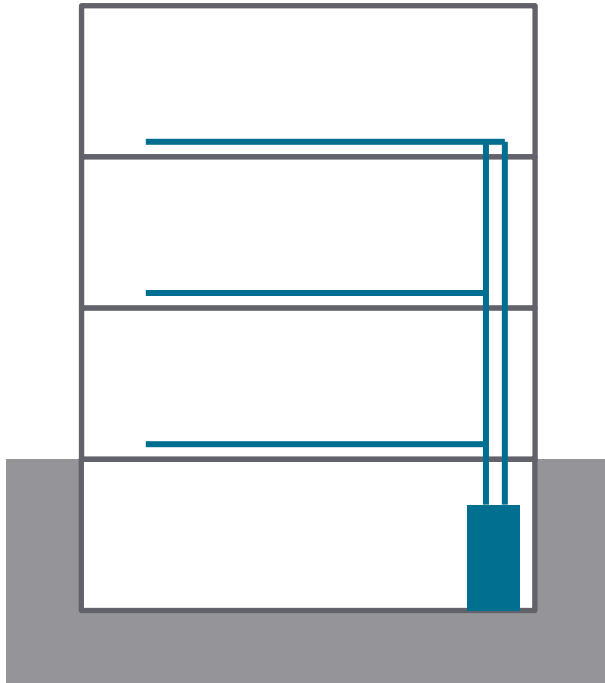
PRODUCTION ET STOCKAGE

- ▶ 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

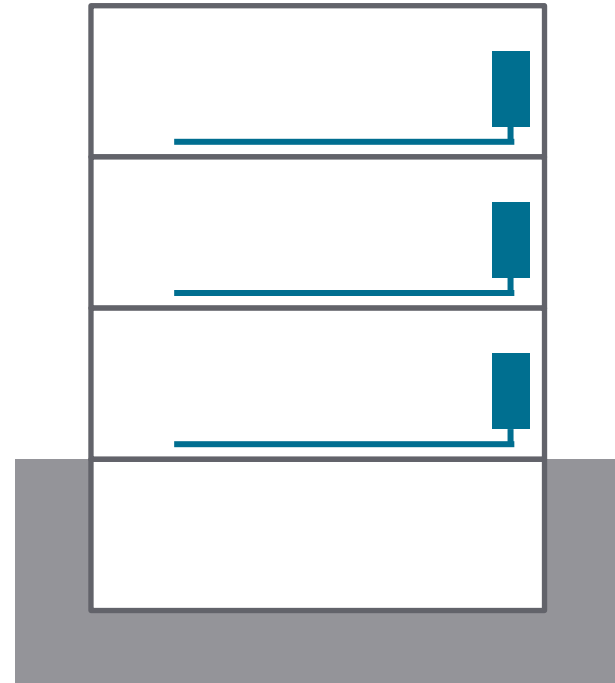


CENTRALISÉE OU DÉCENTRALISÉE ?

Installation centralisée



Installations décentralisées



CENTRALISÉE OU DÉCENTRALISÉE ?

Installation centralisée

- + Coût d'installation plus faible
- + Coût de maintenance inférieure
- + 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 ?



VUE D'ENSEMBLE D'UNE INSTALLATION D'ECS

POINTS DE PUISAGE

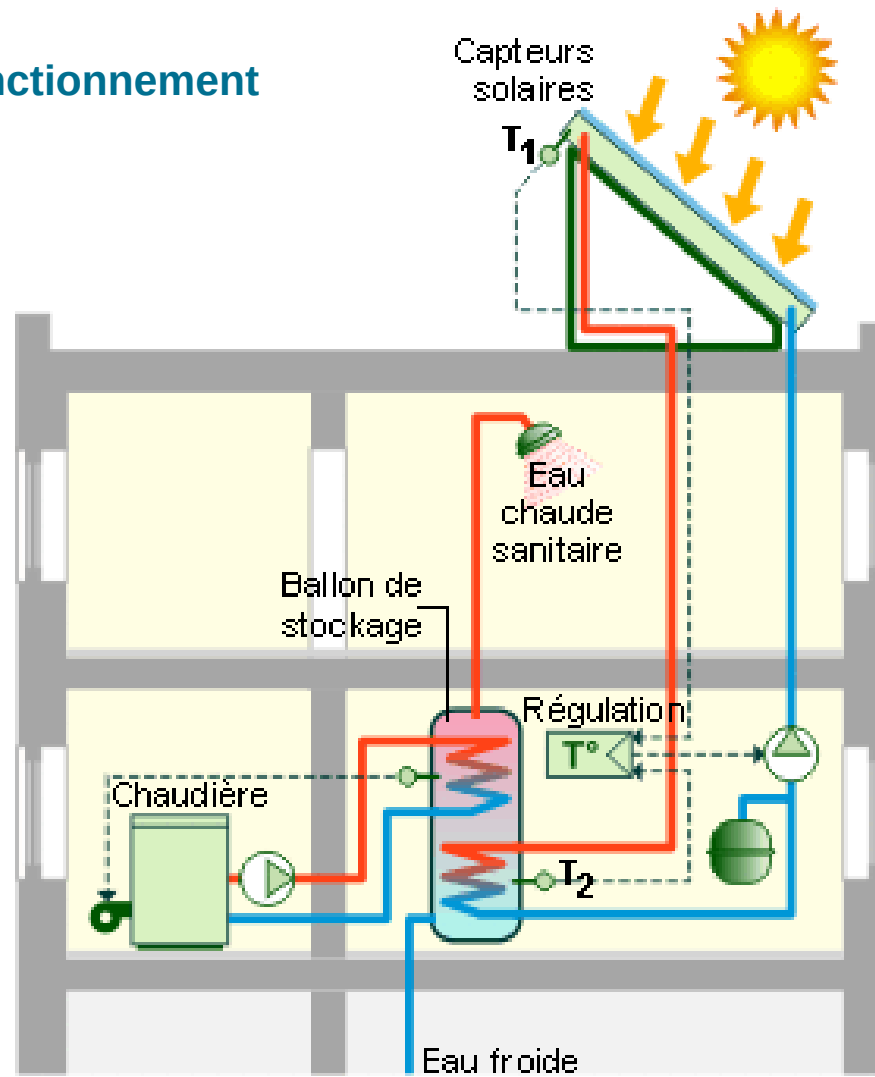
DISTRIBUTION

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...



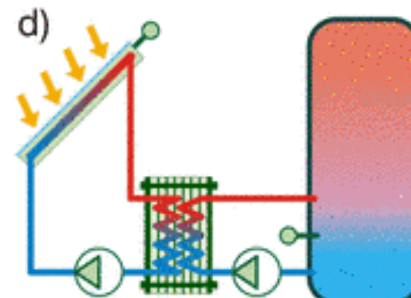
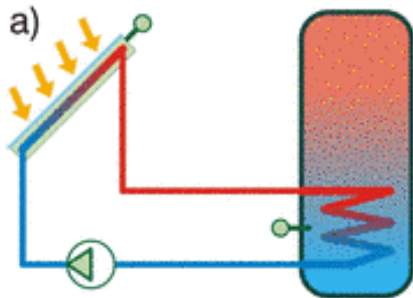
- ▶ Le circuit primaire :
 - Circuit fermé qui relie les capteurs au stockage
 - Fluide caloporteur : eau + glycol
 - Variations de température importantes



Composants d'une installation solaire

► Stockage

- Pallie à la discontinuité de l'énergie solaire et à la non-simultanéité 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

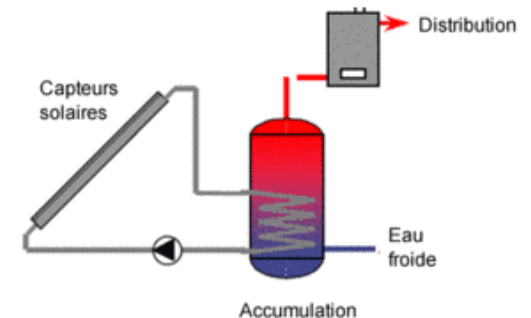
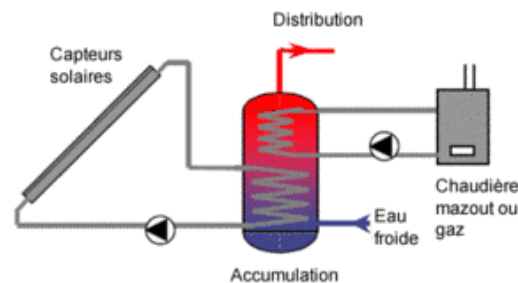
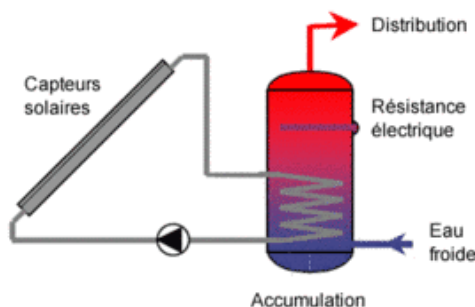
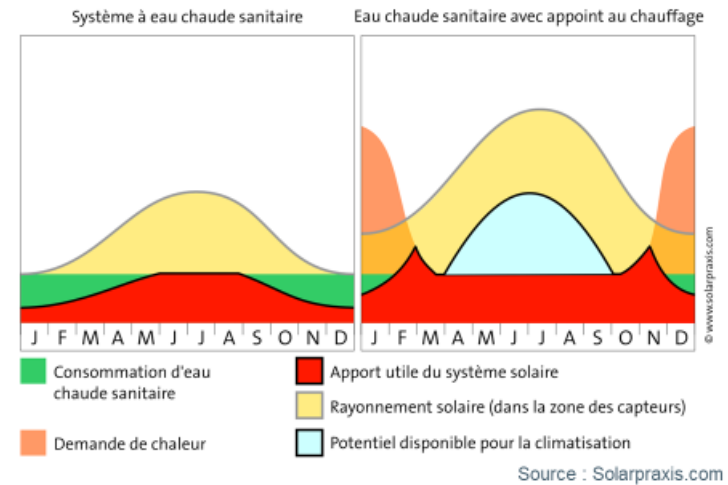
- **Assure la mise en marche et l'arrêt adéquats de l'installation**
- Se base sur la température de stockage et celle des capteurs

⇒ **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

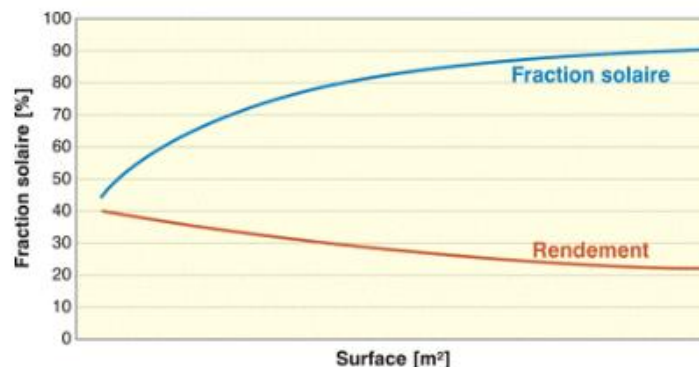
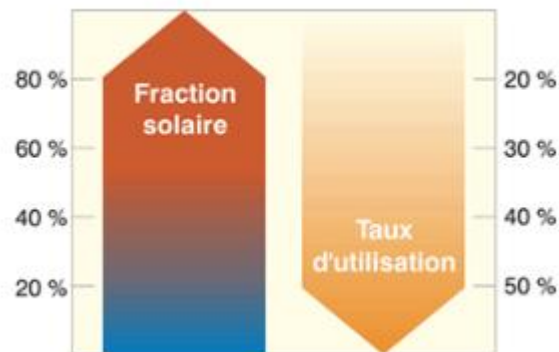


Source : Energie +



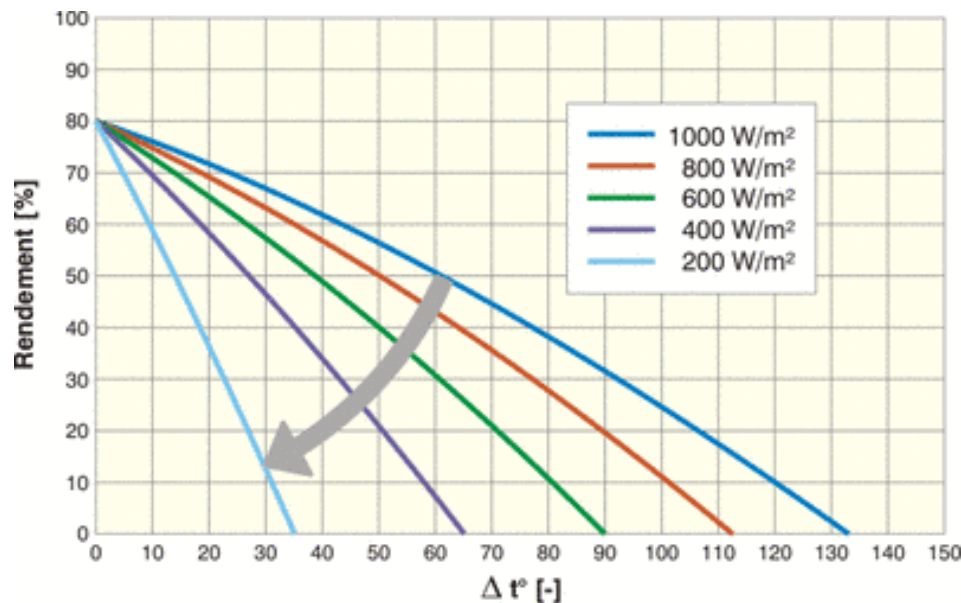
Points d'attention

- ▶ Le volume du stockage est limité
 - ⇒ **Si le ballon est plein, il ne peut plus accumuler !**
- ▶ Inconstance de la température de chauffe
 - ⇒ **risque lié 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

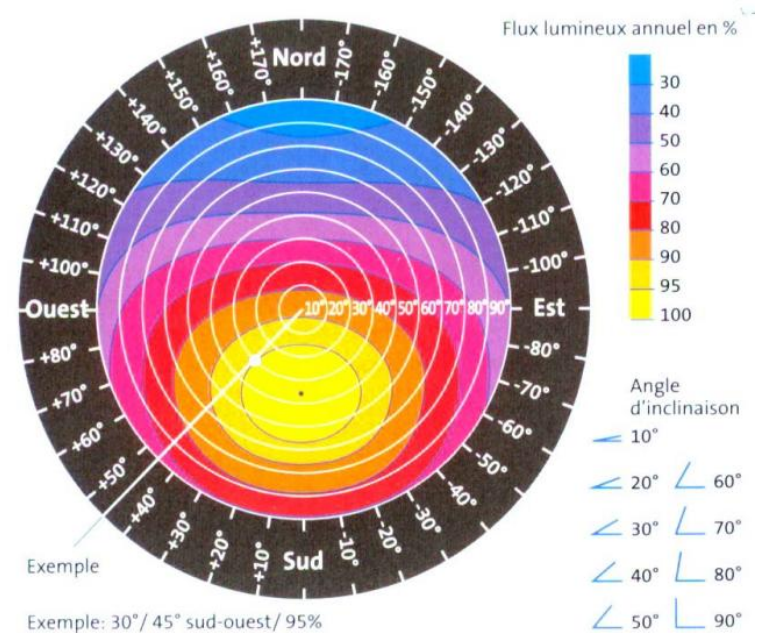


Points d'attention

- 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+



Exemple: 30° / 45° sud-ouest / 95%

Source : apere.org



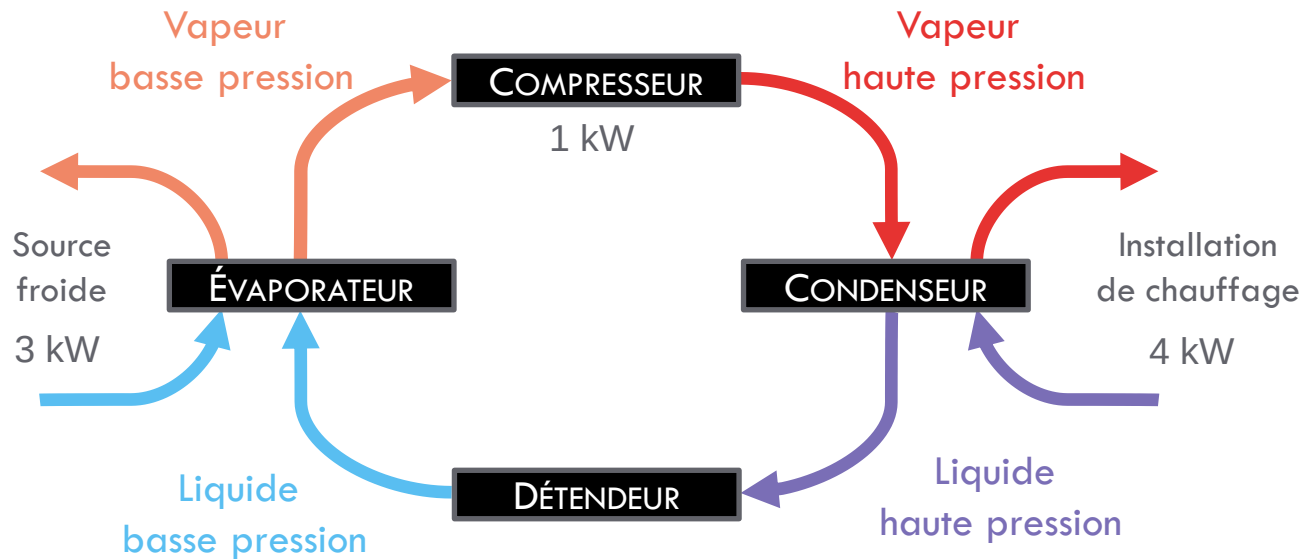
PV Heater

- ▶ 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



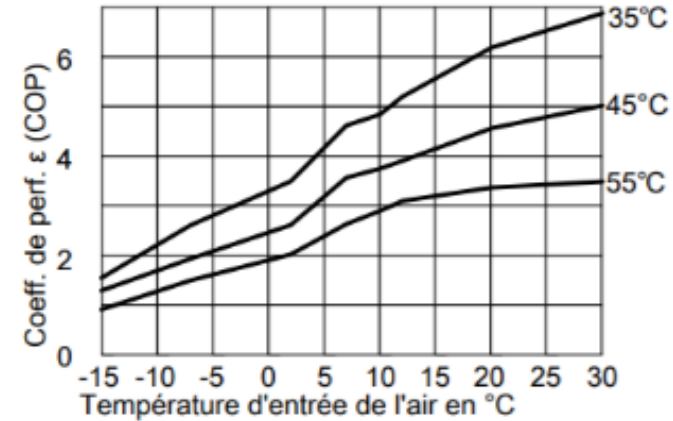
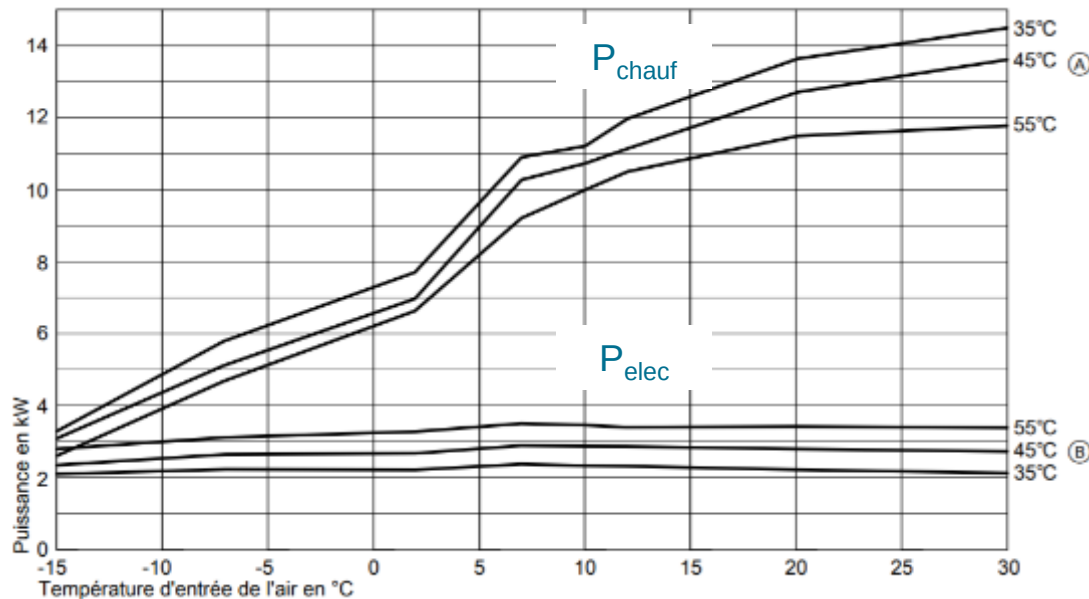
Eau de surface



Eau souterraine



Importance du régime de température sur les performances d'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



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

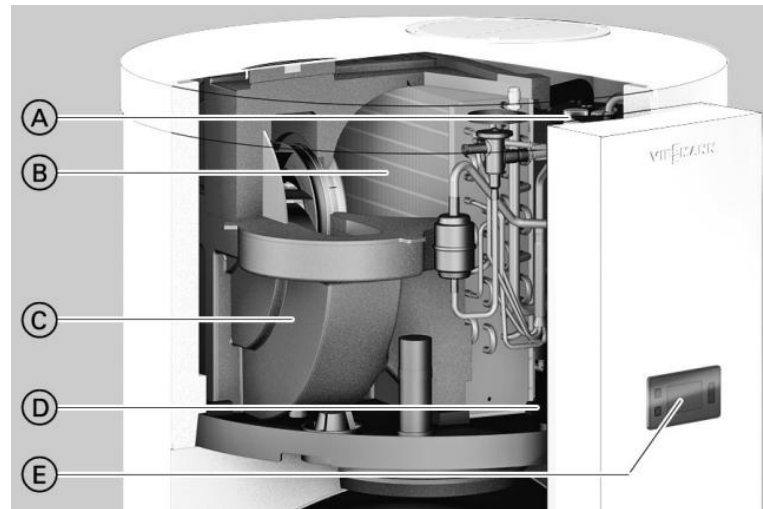
⇒ **Différentes solutions existent !**

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

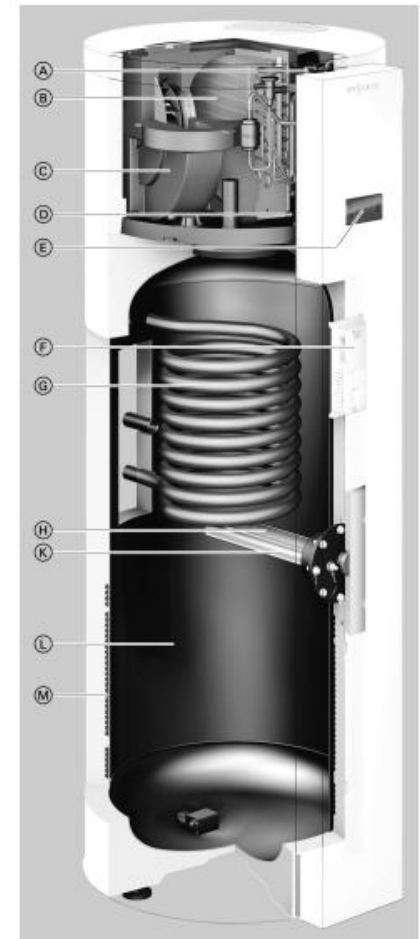


Principe de fonctionnement

- ▶ 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

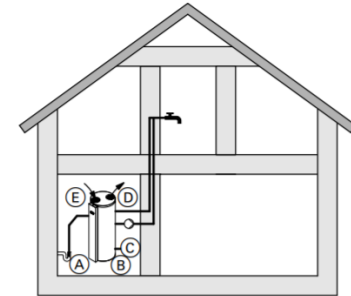


Source froide

- ▶ **Air ambiant d'un local non chauffé :**
 - Profite en hiver de T° 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

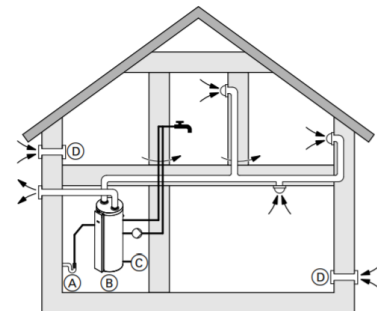
Représentation système pour une utilisation sur air ambiant



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

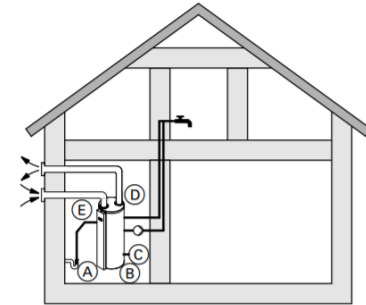
- (A) Evacuation des condensats
- (B) Vitocal 262-A
- (C) Raccordement eau froide
- (D) Air extérieur
- (E) Sortie d'air



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



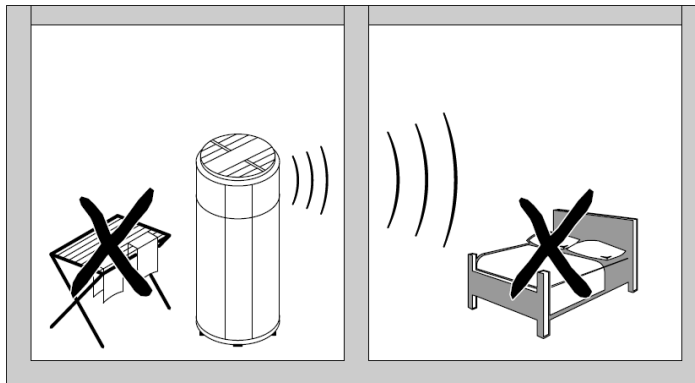
- ▶ Capacité varie généralement de 200 à 300 litres (mais peut aller jusqu'à 1000 litres)
- ▶ Puissance thermique faible de 4 à 6 W/litre
- ▶ Leur réservoir intègre souvent une résistance électrique ou un second échangeur permettant de raccorder un autre générateur
- ▶ Production d'eau à 60-65°C (attention, 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 η_{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)] à la fréquence moyenne d'octaves [Hz]								Total
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Dans le local d'installation	16	41	46	50	52	49	46	34	56

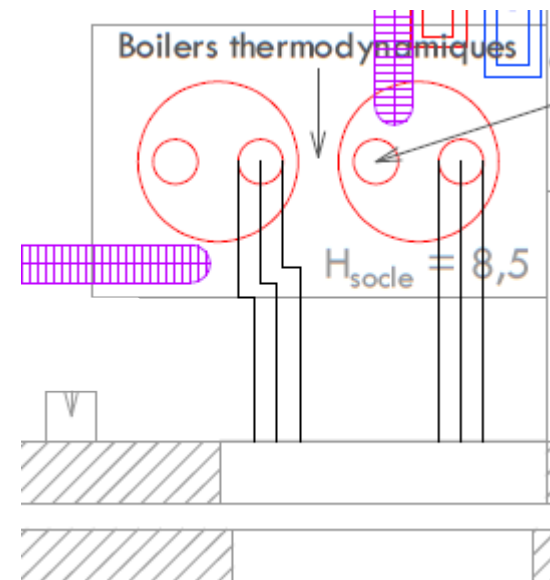
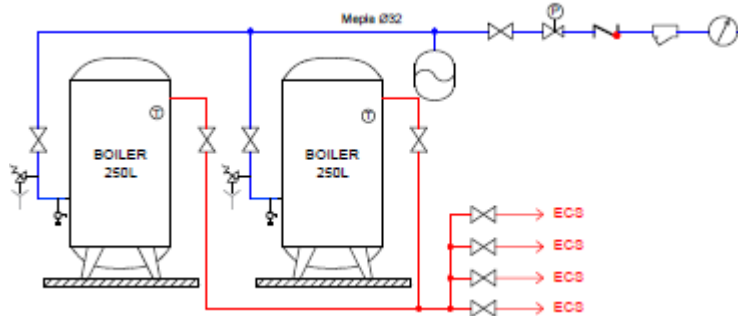


Source sonore	L_w (dB)
Bruissement des feuilles	30
Chuchotement	40
Conversation à voix basse	50
Conversation normale	70
Conversation à haute voix	80



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

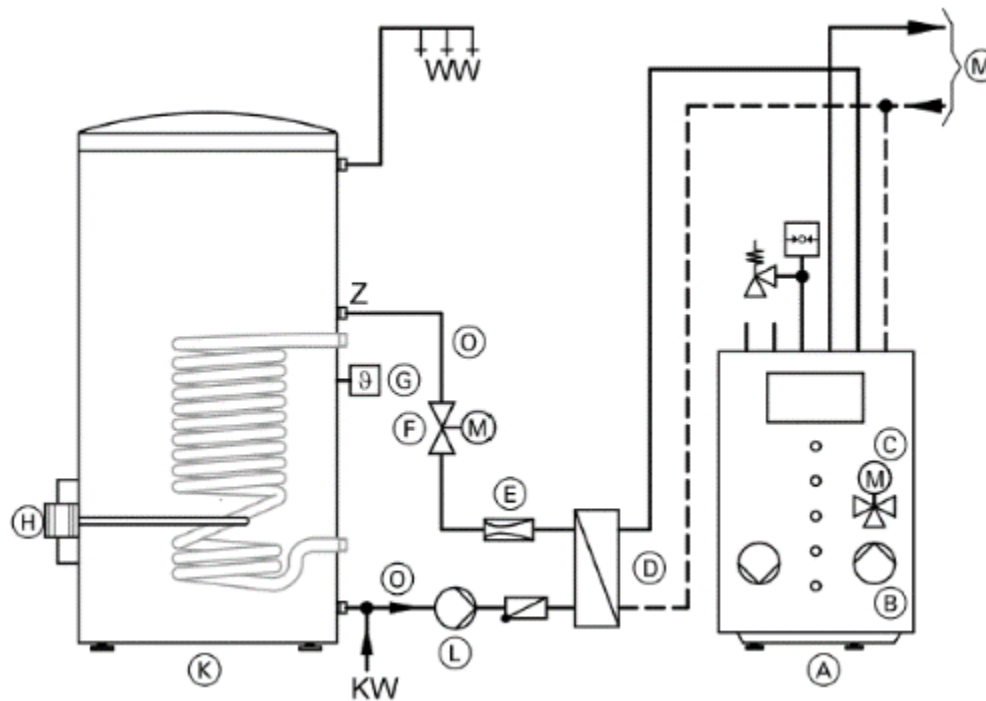


Source /Bron : Ecorce



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

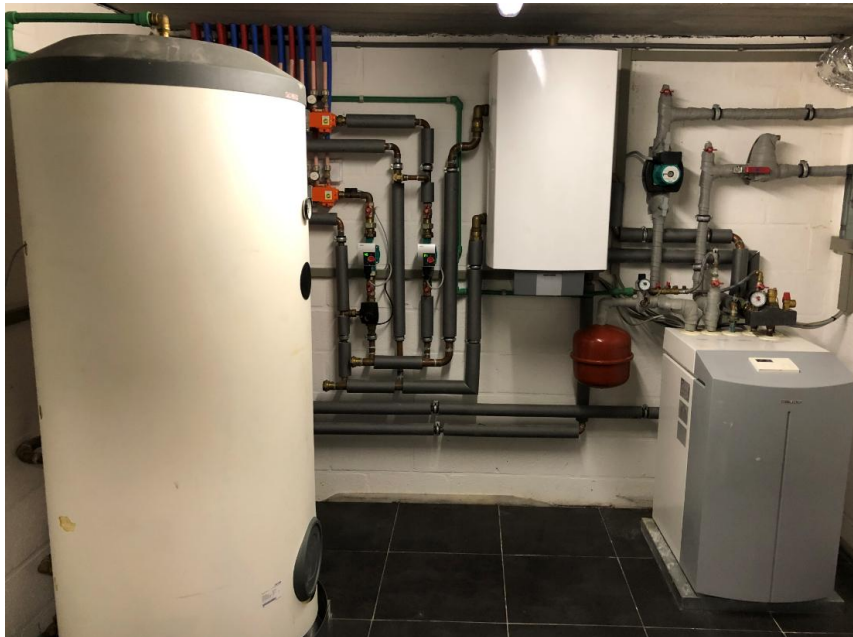
- COP test dans les conditions A2/W35: 3.10
- COP dans les conditions A2/W45: 2.60
- COP dans les conditions A2/W55: 1.68

► 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 la 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



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

