

FORMATION BÂTIMENT DURABLE

ENERGIE : PRINCIPES FONDAMENTAUX

PRINTEMPS 2024

Comment produire de l'eau chaude sanitaire ?

Introduction à la production, au stockage et à la distribution de
l'eau chaude sanitaire



- ▶ Savoir évaluer les besoins en ECS
- ▶ Découvrir les types de réseaux et les matériaux de distribution de l'eau chaude sanitaire
- ▶ 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



BESOINS ET EXIGENCES

VUE D'ENSEMBLE D'UNE INSTALLATION D'ECS

POINTS DE PUISAGE

DISTRIBUTION

PRODUCTION ET STOCKAGE



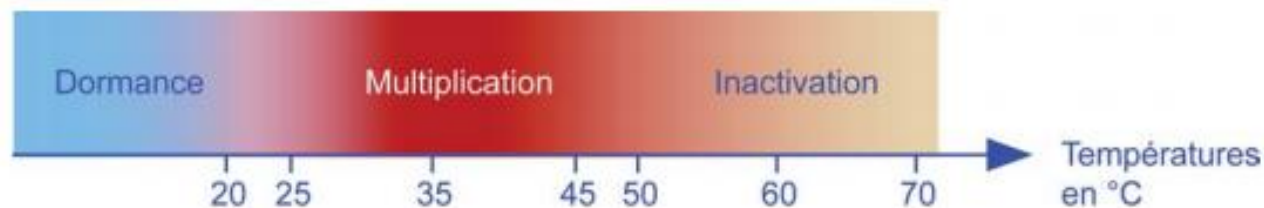
Définition du besoin

- L'eau chaude sanitaire doit être *produite* ou *présente* en quantité et à température suffisante pour satisfaire la demande

⇒ **C'est le principe de base pour garantir le confort**

- Exigences par rapport à l'hygiène (problématique des légionnelles)
 - Température de l'eau stockée
 - Stagnation

La température est un facteur essentiel conditionnant le développement des légionnelles



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

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



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

- ▶ Pour faciliter les calculs, on convertit les volumes d'eau à une température quelconque en volume équivalents à 60°C :

$$\Rightarrow V_{60} = V_x * (T_x - 10^{\circ}\text{C}) / (60-10^{\circ}\text{C})$$



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

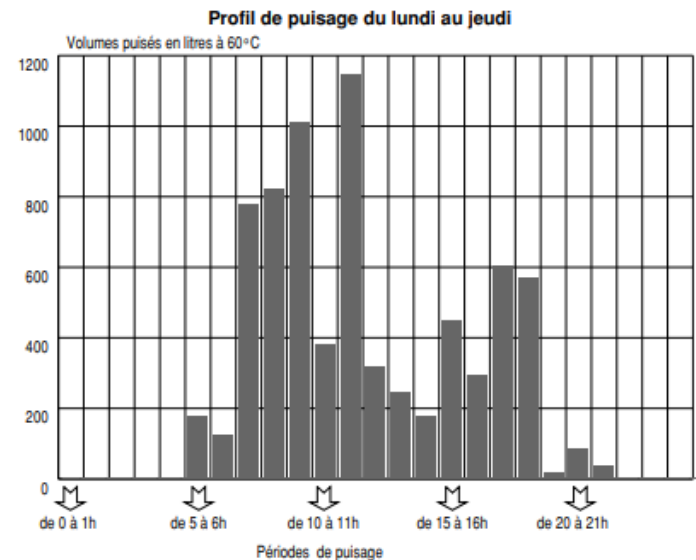
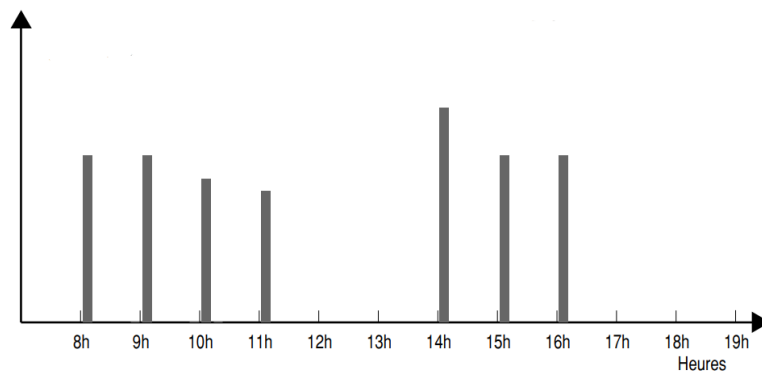


Profil de puisage

- La quantité d'eau chaude puisée dépend :
 - du type de bâtiment : logement, hôtel, école, bureaux ...
 - du moment de la journée / de la semaine...

Exemples

- Profil de puisage d'un hall sportif >< d'une clinique



Source : Guide au dimensionne des appareils de production d'eau chaude sanitaire, Ministère de la Région Wallonne



Estimation des besoins en eau en résidentiel

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

Estimation des besoins en eau en non-résidentiel

- ▶ C'est beaucoup plus compliqué d'évaluer les besoins en eau sur base des points de puisage installés
- ▶ On détermine le volume journalier nécessaire
 - Soit sur base de consommation réelle,
 - Soit sur base de profil de puisage type.

⇒ **La DIN 1988-300:2012 correspond le plus aux mesures et devrait donc être employée pour le dimensionnement des conduites et appareils de production instantanée (Buildwise)**





Exercice

- Calculer le besoin en énergie [kWh] pour une douche de 5 minutes à 40°C avec un débit de 9 l/min.

$$\Rightarrow E \text{ [kWh]} = c * V \text{ [m}^3\text{]} * (T_c - T_f) \quad \text{avec } c = 1,16 \text{ kWh/(m}^3\text{K)}$$

- Calculer le besoin annuel correspondant (pour 1 douche/jour).
- Qu'en est-il pour une douche dont le débit est limité à 6 l/min ?



BESOINS ET EXIGENCES

VUE D'ENSEMBLE D'UNE INSTALLATION D'ECS

POINTS DE PUISAGE

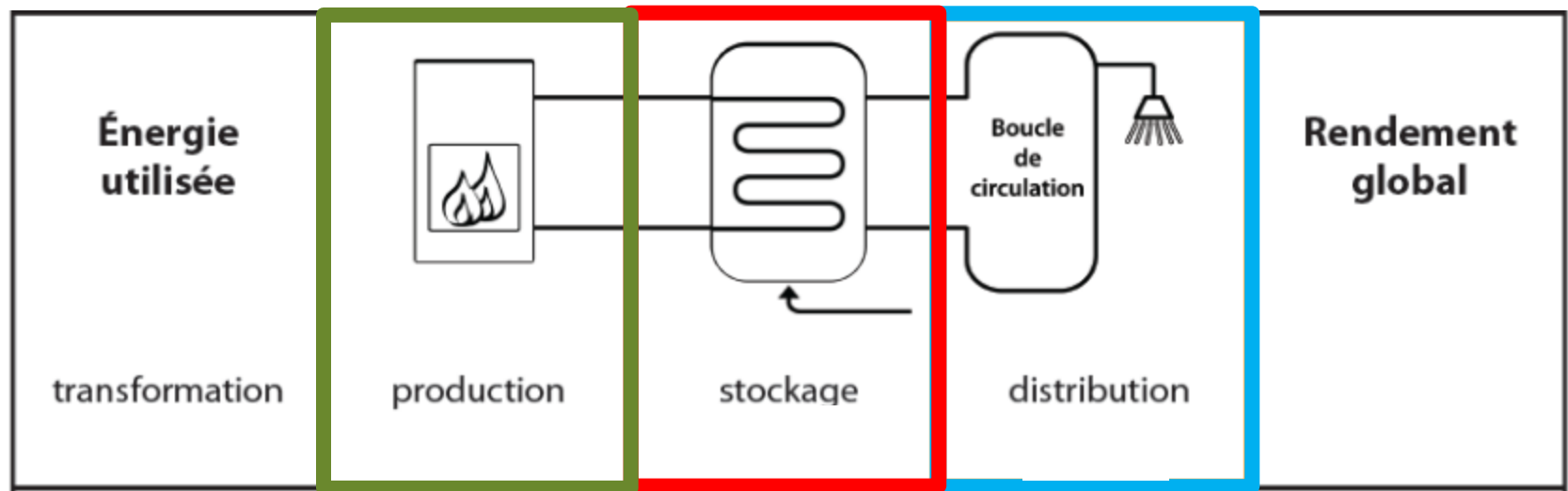
DISTRIBUTION

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



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



BESOINS ET EXIGENCES

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**



BESOINS ET EXIGENCES

VUE D'ENSEMBLE D'UNE INSTALLATION D'ECS

POINTS DE PUISAGE

DISTRIBUTION

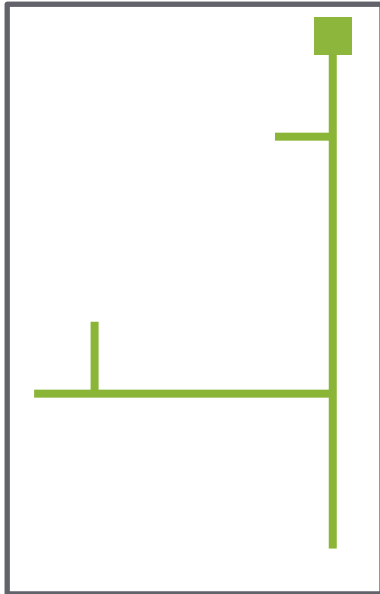
- ▶ **Réseau de distribution**
- ▶ Pertes d'énergie liées à la distribution

PRODUCTION ET STOCKAGE



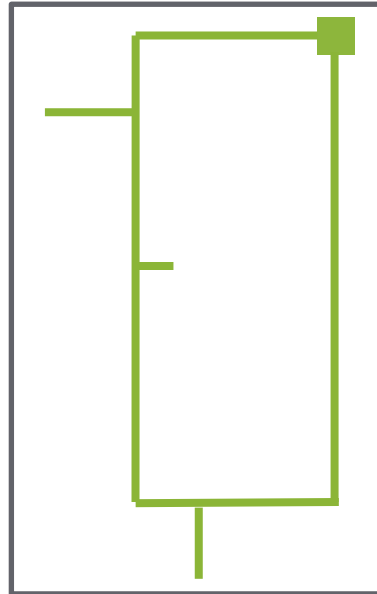
DIFFÉRENTS TYPES DE RÉSEAUX DE DISTRIBUTION

ARBORESCENCE



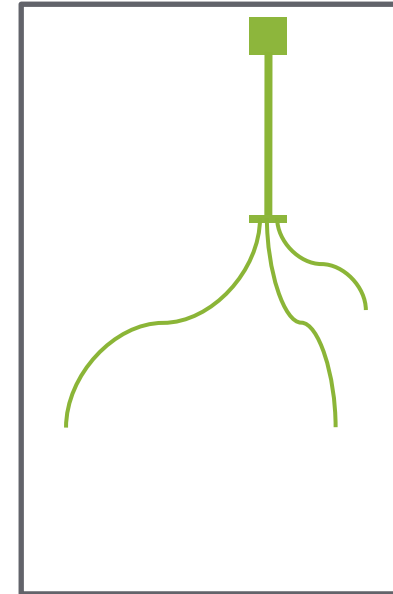
- + Longueur de conduites limitée
- Temps d'attente long
- Risque hygiénique
- Interférence entre les différents points de puisage

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

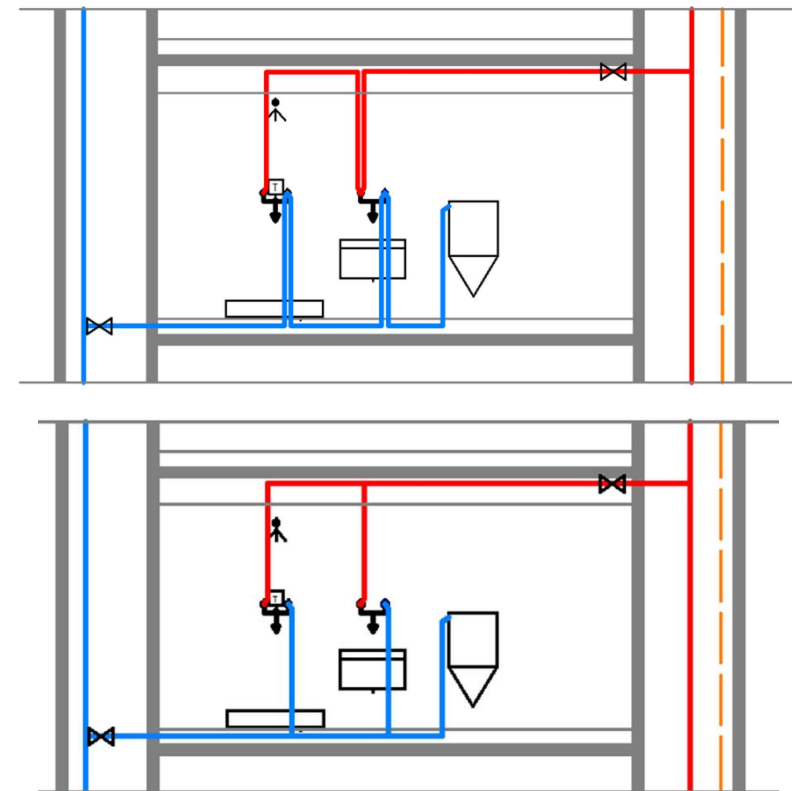
⚠ aux des bras morts !



DIFFÉRENTS TYPES DE RÉSEAUX DE DISTRIBUTION

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 : Buildwise



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)



BESOINS ET EXIGENCES

VUE D'ENSEMBLE D'UNE INSTALLATION D'ECS

POINTS DE PUISAGE

DISTRIBUTION

- Réseau de distribution

- **Pertes d'énergie liées à la distribution**

PRODUCTION ET STOCKAGE



25 DISTRIBUTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE**Pertes d'énergie liées à la distribution**

- ▶ Pertes d'énergie liée à la présence d'une boucle sanitaire
 - $T_{\text{eau}} = 60^{\circ}\text{C} - T_{\text{amb}} = 20^{\circ}\text{C} - \text{DN } 25 - 24\text{h}/24 : \sim 260 \text{ kWh/m/a}$
+ isolant (34 mm, $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$) : $\sim 50 \text{ kWh/m/a}$ (↓ 80 %)
 - $T_{\text{eau}} = 60^{\circ}\text{C} - T_{\text{amb}} = 10^{\circ}\text{C} - \text{DN } 25 - 24\text{h}/24 : \sim 340 \text{ kWh/m/a}$
+ isolant (34 mm, $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$) : $\sim 70 \text{ kWh/m/a}$ (↓ 80 %)
- ▶ Pertes d'énergie liée au refroidissement des bras
 - $T_{\text{eau}} = 60^{\circ}\text{C} - T_{\text{ambiante}} = 20^{\circ}\text{C} - \text{DN } 25 - N_{\text{puisage/an}} = 3300 : \sim 120 \text{ kWh/m/a}$
 - $T_{\text{eau}} = 60^{\circ}\text{C} - T_{\text{ambiante}} = 10^{\circ}\text{C} - \text{DN } 25 - N_{\text{puisage/an}} = 3300 : \sim 150 \text{ kWh/m/a}$



BESOINS ET EXIGENCES

VUE D'ENSEMBLE D'UNE INSTALLATION D'ECS

POINTS DE PUISAGE

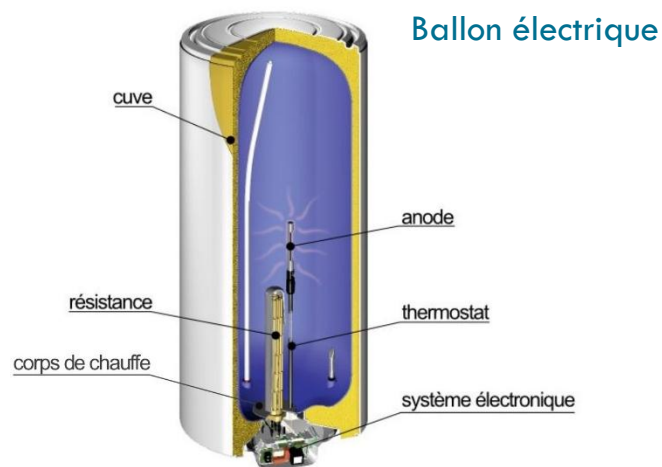
DISTRIBUTION

PRODUCTION ET STOCKAGE

- ▶ **Mode de préparation**
 - ▶ Production indépendante ou combinée au chauffage ?
 - ▶ Production centralisée ou décentralisée ?
 - ▶ Installation solaire



Appareils de production



Echangeur à plaque

Source : Energie +

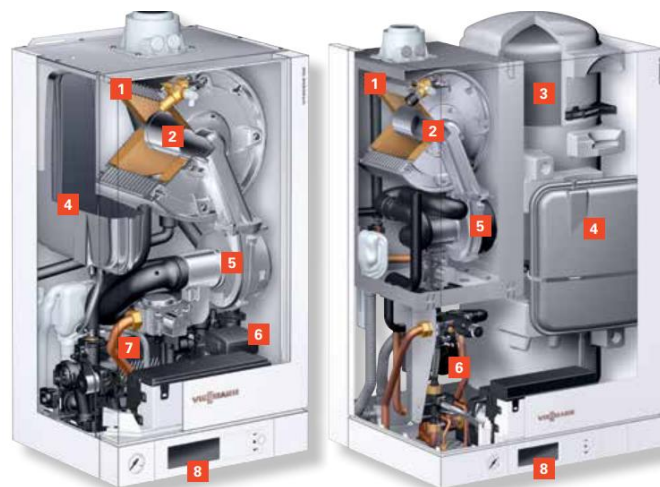


Vitocal 060-A

- 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



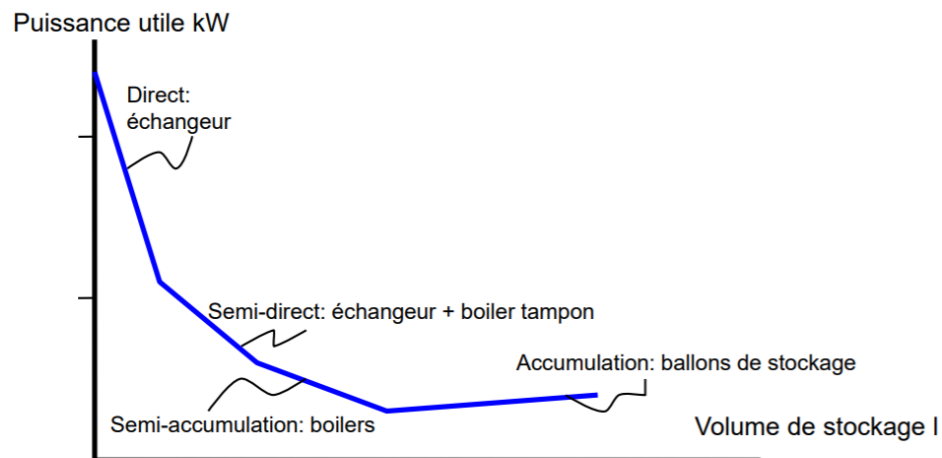
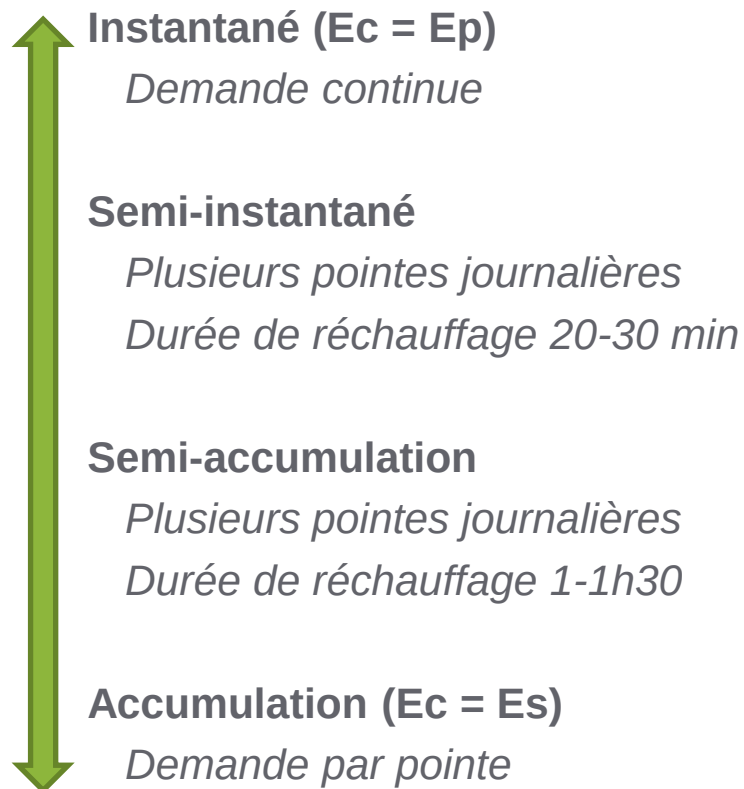
Chauffe-eau électrique instantané

Source : Junkers



MODE DE PRÉPARATION

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



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 $c = 1,16 \text{ kWh / (m}^3\text{K)}$**



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.
- ▶ Quelle est la puissance nécessaire pour recharger un volume de stockage de 200 l en 6 h ? En 8h ?



BESOINS ET EXIGENCES

VUE D'ENSEMBLE D'UNE INSTALLATION D'ECS

POINTS DE PUISAGE

DISTRIBUTION

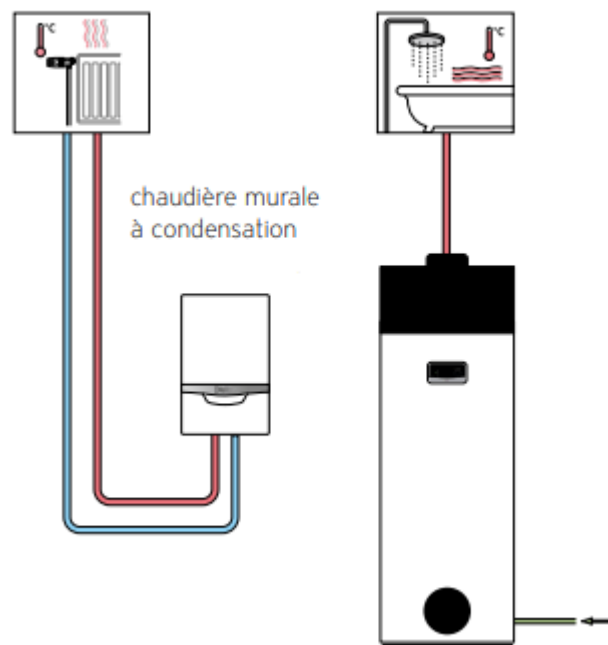
PRODUCTION ET STOCKAGE

- ▶ Mode de préparation
- ▶ **Production indépendante ou combinée au chauffage ?**
- ▶ Production centralisée ou décentralisée ?
- ▶ Installation solaire

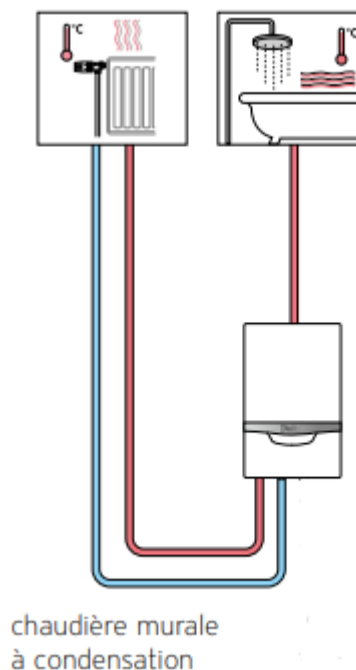


PRODUCTION INDÉPENDANTE OU COMBINÉE AU CHAUFFAGE ?

Production indépendante



Production combinée au chauffage

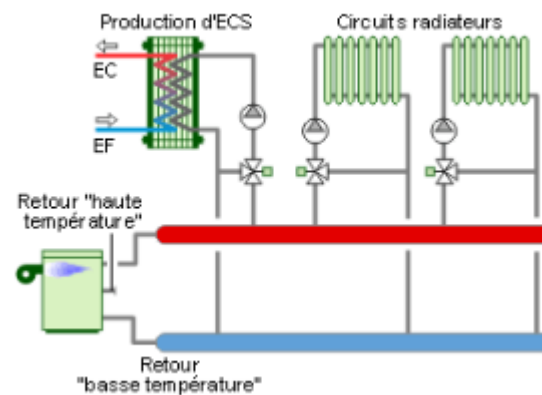
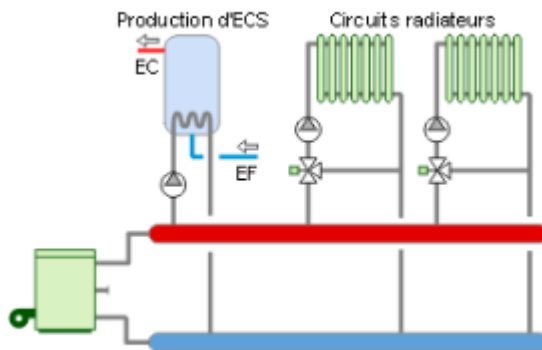


Source : Vaillant



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 +



Evolution des puissances requises pour la production de chaleur

Maison ancienne



80-120 W/m²



Dépend des puisages
Min 25 kW (instant.)



Appareil
Combi

Maison neuve ou rénovée



10-40 W/m²



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



BESOINS ET EXIGENCES

VUE D'ENSEMBLE D'UNE INSTALLATION D'ECS

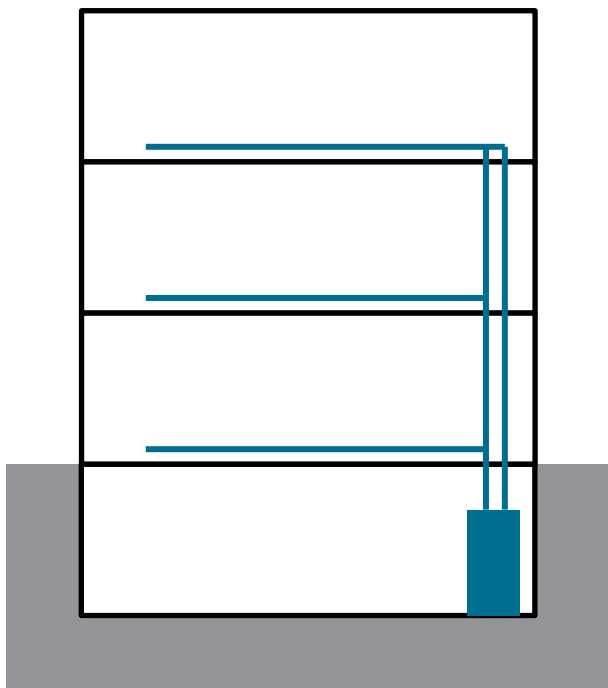
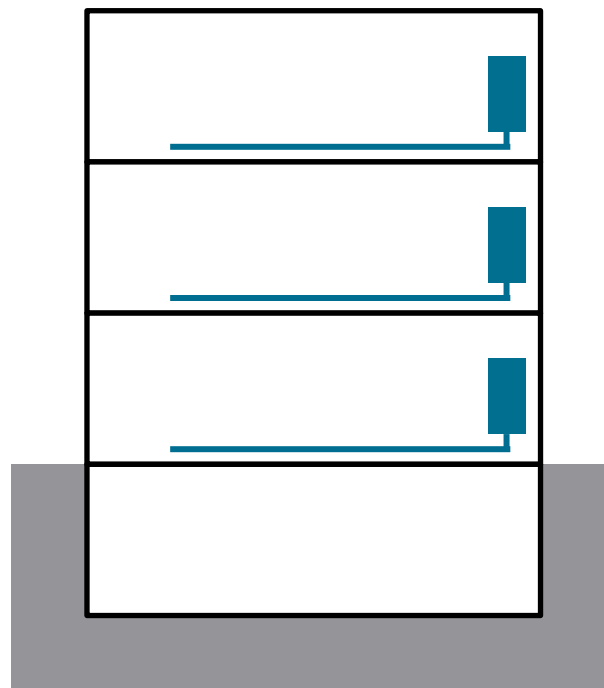
POINTS DE PUISAGE

DISTRIBUTION

PRODUCTION ET STOCKAGE

- ▶ Mode de préparation
- ▶ Production indépendante ou combinée au chauffage ?
- ▶ **Production centralisée ou décentralisée ?**
- ▶ Installation solaire



CENTRALISÉE OU DÉCENTRALISÉE ?**Installation centralisée****Installations décentralisées**

CENTRALISÉE OU DÉCENTRALISÉE ?

Installation centralisée

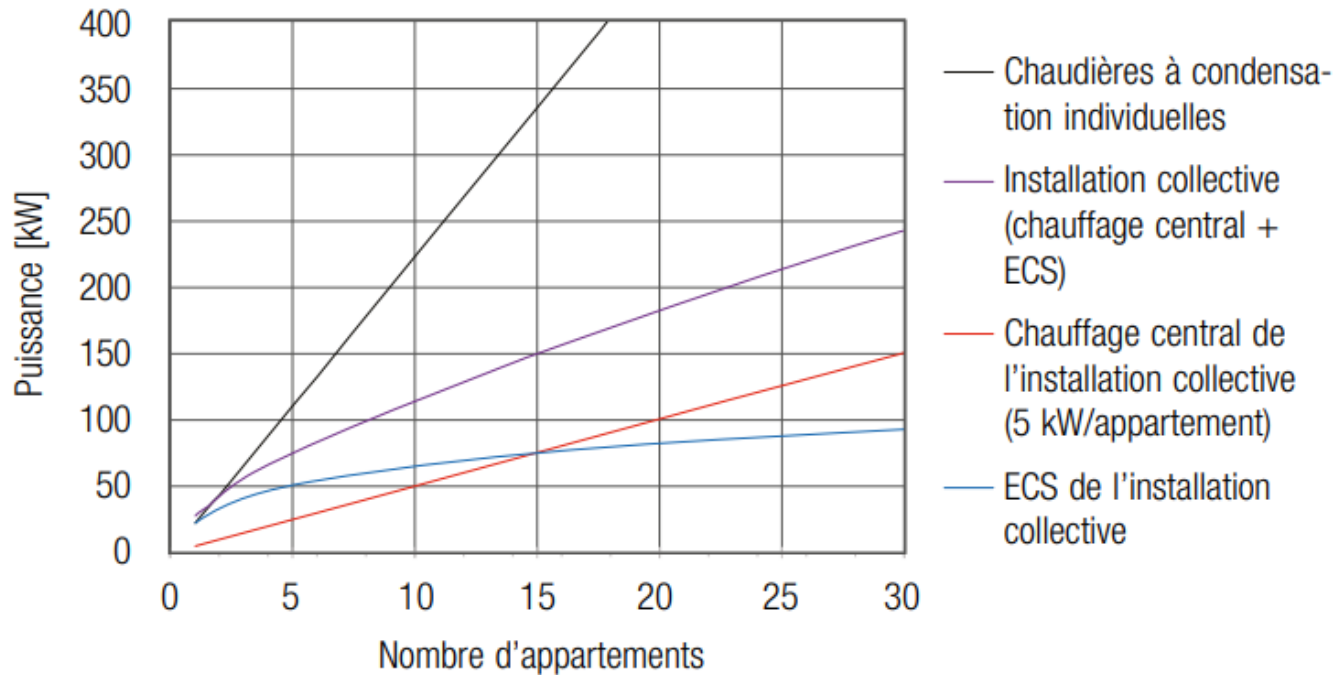
- + Coût d'installation plus faible
- + Coût de maintenance inférieur
- + Encombrement plus faible
- + Rendement de production plus élevé
- + Puissance et volume moindre (simultanéité des besoins)
- Rendement de distribution moins bon
- Difficulté de répartir la consommation en fonction des usagers

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)



Installations collectives



- 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 : Buildwise



BESOINS ET EXIGENCES

VUE D'ENSEMBLE D'UNE INSTALLATION D'ECS

POINTS DE PUISAGE

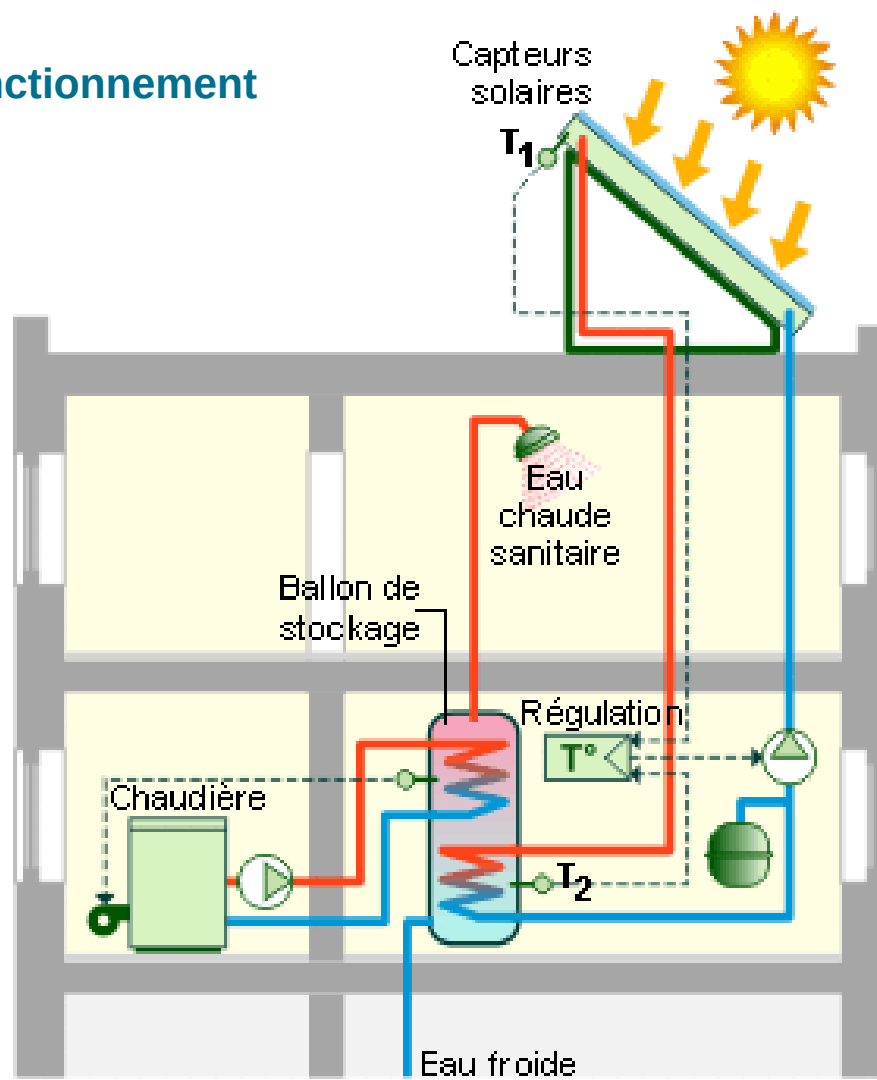
DISTRIBUTION

PRODUCTION ET STOCKAGE

- ▶ Mode de préparation
- ▶ Production indépendante ou combinée au chauffage ?
- ▶ Production centralisée ou décentralisée ?
- ▶ **Installation solaire**



Principe de fonctionnement

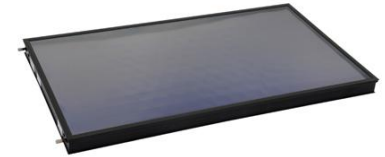


Source : Energie +



Composants d'une installation solaire

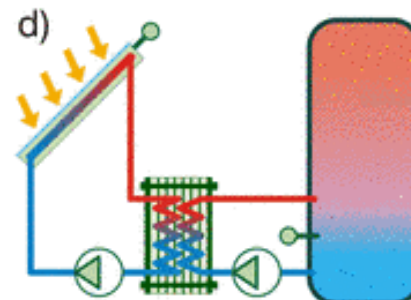
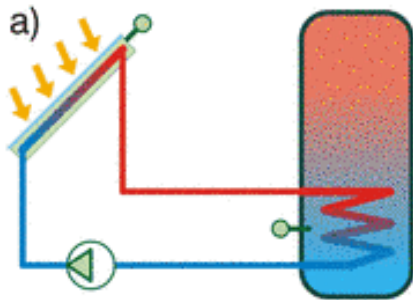
- ▶ Les capteurs :
 - Différents types de capteurs : plans opaques ou vitrés, à tubes sous vide...
 - Rendement des capteurs dépend :
 - Du type de capteurs
 - De l'orientation des capteurs
 - De leur inclinaison
 - De la plage de température de fonctionnement
- ▶ Le circuit primaire :
 - Circuit fermé 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



► La régulation

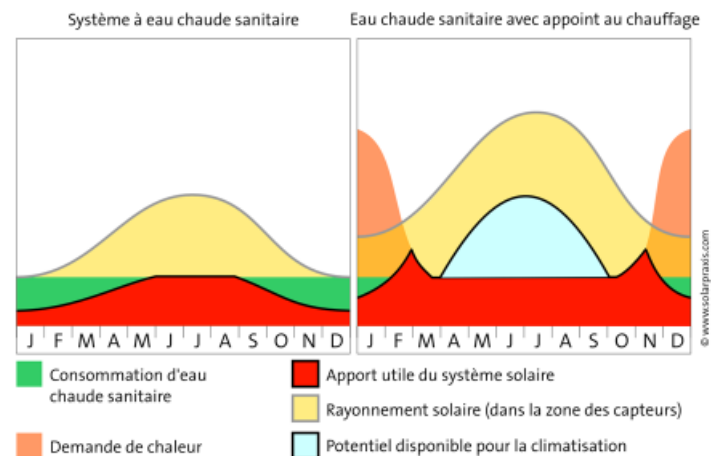
Source : Energie +

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

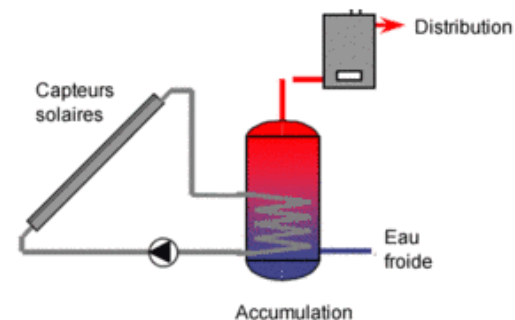
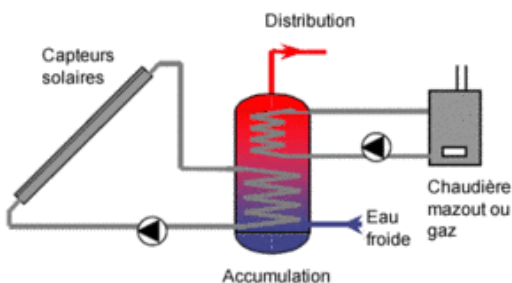
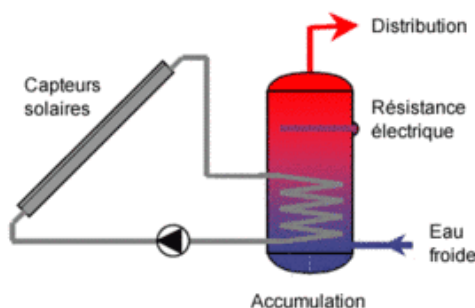


Composants d'une installation solaire

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



Source : Solarpraxis.com



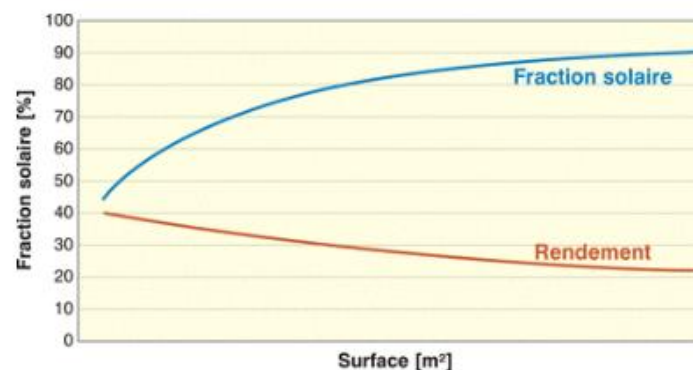
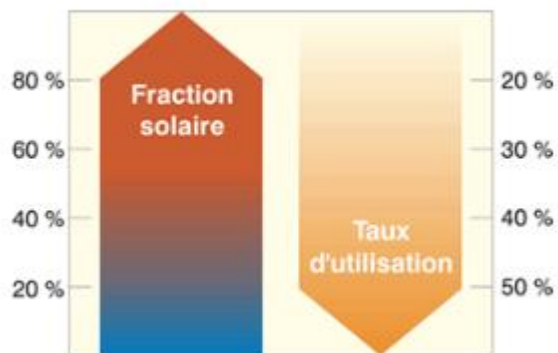
Source : Energie +



INSTALLATION SOLAIRE

Fraction solaire

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



Autres points d'attention

- ▶ Inconstance de la température de chauffe
 - ⇒ **risque liés au développement de légionelles (traitement à prévoir)**
- ▶ Le volume du stockage est limité
 - ⇒ **Si le ballon est plein, il ne peut plus accumuler !**





- ▶ Les besoins en eau chaude sanitaire varient très peu au cours de l'année
- ▶ Le mode de production d'eau chaude sanitaire doit être adapté au profil de puisage
- ▶ Isoler le ballon de stockage et les tuyaux de distribution permettent de faire des économies d'énergie
- ▶ Une installation solaire thermique ne permet pas d'être autonome en eau chaude sanitaire





Guide bâtiment durable

www.guidebatimentdurable.brussels

- Thème ENERGIE

Dossier | [Garantir l'efficience des installations de chauffage et ECS](#)

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

Solution | [Légionelle](#)

Solution | [Chauffe-eau solaire](#)

Solution | [Isoler les conduites et les accessoires](#)



Sites internet

- Energie +

<https://energieplus-lesite.be>

- Buildwise

<https://www.buildwise.be/fr/publications/pathologies/38/>

Légionelle : vingt zones à risque dans les installations sanitaires, 2009





Publications

- ▶ Buildwise, 1983, NIT 145 : *Recommandations pour l'utilisation des tubes en acier galvanisé pour la distribution d'eau sanitaire chaude et froide*
- ▶ Buildwise, 2012, NIT 245 : *Recommandations pour l'utilisation des tubes en cuivre pour la distribution d'eau sanitaire chaude et froide*
- ▶ Buildwise, 1998, NIT 207 : *Systèmes de tuyauteries en matériau synthétique pour la distribution d'eau chaude et froide sous pression dans les bâtiments*
- ▶ Buildwise, 2013, *Rapport 14 : Conception et dimensionnement des installations de chauffage central à eau chaude*
- ▶ Buildwise, 2008, n°4/2008 – Cahier 8, *Calorifugeage des conduites dans la Région de Bruxelles Capitale*



Formations et séminaires

- ▶ Inscrivez-vous aux formations organisées par Bruxelles Environnement <https://environnement.brussels/formationsbatidurable>
Chauffage et Eau Chaude Sanitaire : Conception
- ▶ Consultez tous les supports [gratuitement](#) !



Robin BAAR

Ingénieur projet
écorce sa

☎ + 32 4 226 91 60

✉ info@ecorce.be



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

