

FORMATION BÂTIMENT DURABLE

ENERGIE : PRINCIPES FONDAMENTAUX

AUTOMNE 2019

Comment produire de l'eau chaude sanitaire ?

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



Sophie HAINE
éCORCE
LOGEMENTS CONSULTANT



- ▶ 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

DISTRIBUTION

PRODUCTION ET STOCKAGE



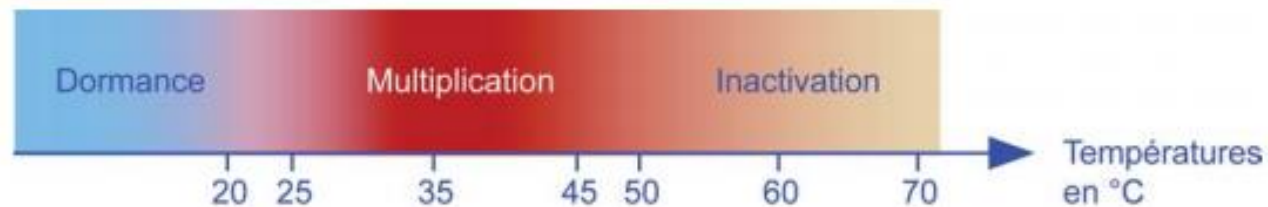
Définition du besoin

- ▶ 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/Bron : 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

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

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





Exercice

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

$$\Rightarrow E = c * V * (T_c - T_f) \quad \text{avec } c = 1,163 \text{ J/kgK}$$

- ▶ 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 ?

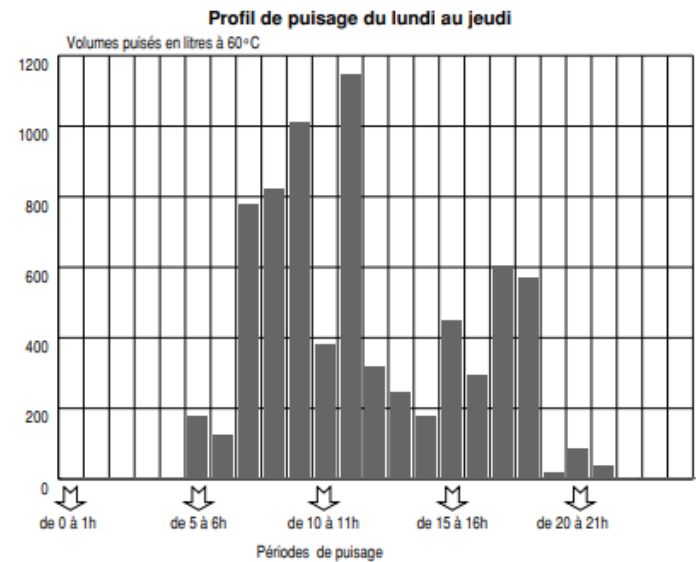
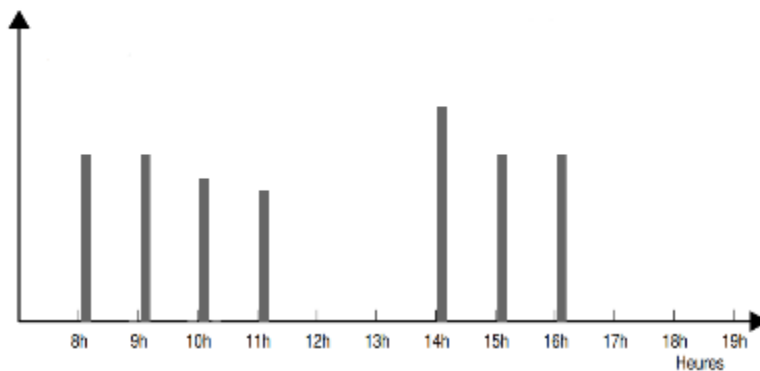


Profil de puisage

- ▶ 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 (CSTC)**



BESOINS ET EXIGENCES

DISTRIBUTION

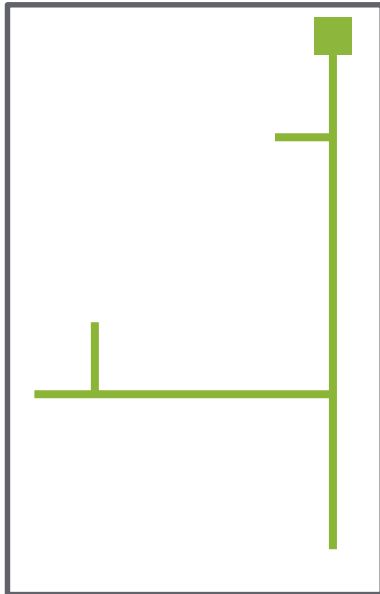
- ▶ **Réseau de distribution**
- ▶ Matériaux
- ▶ Pertes d'énergie liées à la distribution

PRODUCTION ET STOCKAGE



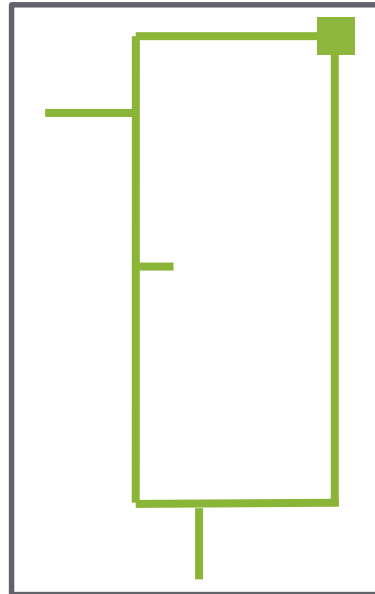
Réseau de distribution

RAMIFICATIONS



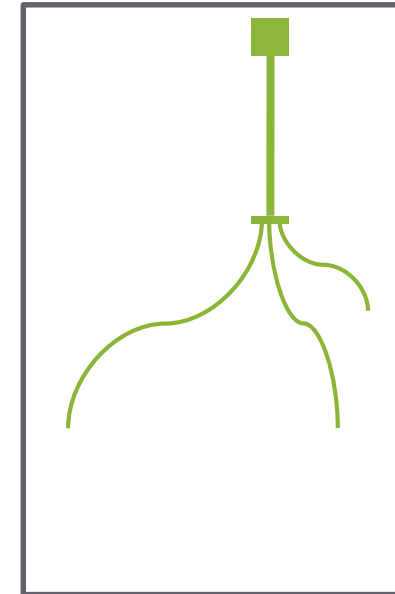
- + Longueur de conduites limitée
- Temps d'attente long
- Risque hygiénique
- Interférence entre les différents points de puisage

BOUCLE DE CIRCULATION



- + Temps d'attente très court
- + Risques hygiéniques réduits
- Pertes de distribution importantes

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 !



BESOINS ET EXIGENCES

DISTRIBUTION

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

PRODUCTION ET STOCKAGE



13 DISTRIBUTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE

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**



14 DISTRIBUTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE

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 !



BESOINS ET EXIGENCES

DISTRIBUTION

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



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

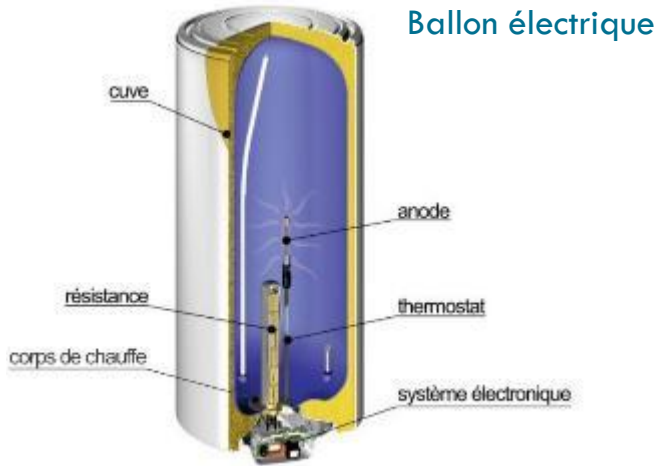
DISTRIBUTION

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 +



Ballon thermodynamique
Source : Viessmann

- 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 hydrolique à serpentin (uniquement sur la version VIVASIS)
 - 6 Condenseur extérieur à la cuve
 - 7 Isolation de 50 à 70 mm en mousse de polyuréthane à forte densité
 - 8 Sonde Profi de contrôle eau chaude sanitaire L et XL à congé de gèle



Chaudière gaz
Source : Viessmann

- 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 Échangeur de chaleur à plaques pour une production d'eau chaude sanitaire confortable (pour chaudière à double service)
- 8 Écran tactile LCD rétroéclairé

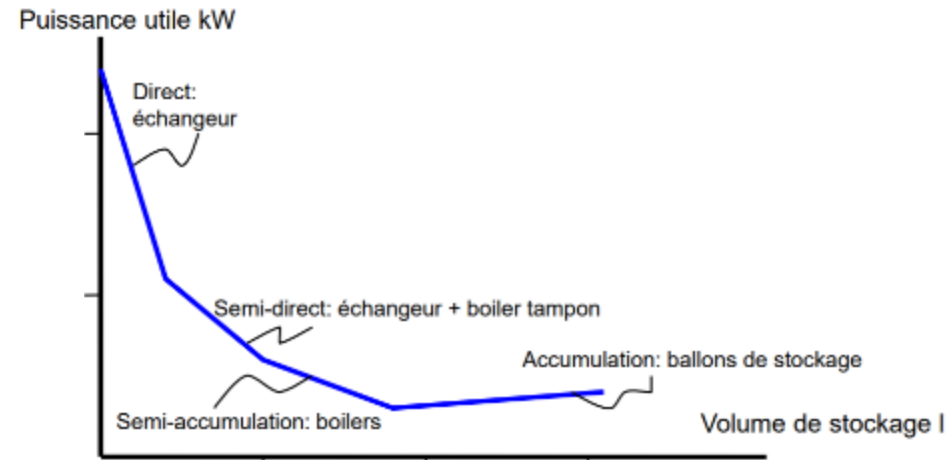
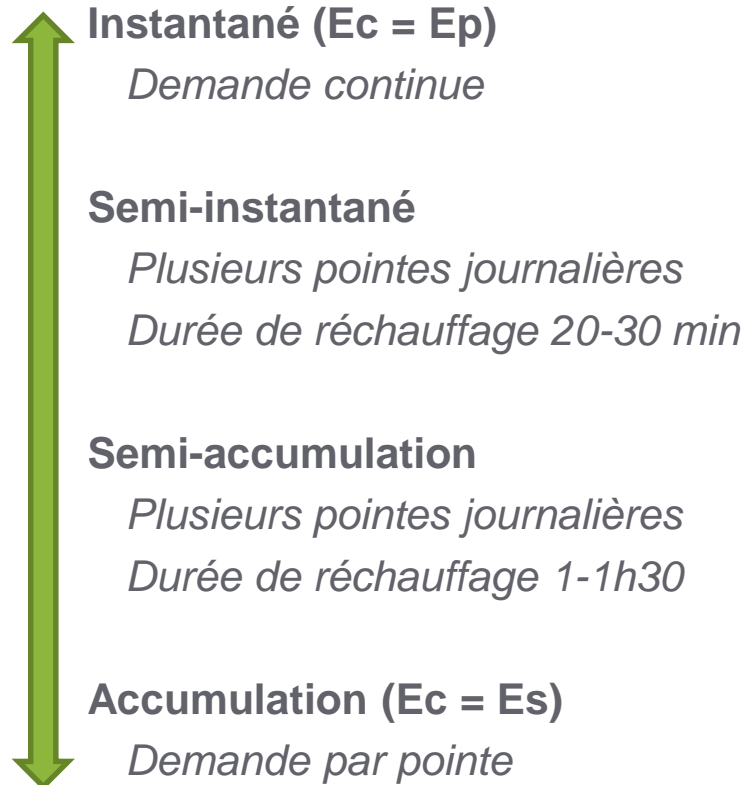


Chauffe-eau électrique instantané
Source : Junkers



MODE DE PRÉPARATION

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



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

$$P = \frac{1,16}{1000} \cdot \frac{V_{60,10min}}{\frac{1}{6}} \cdot (60 - 10)$$

- $V_{60,10min}$ = volume maximum d'eau à 60°C puisé en 10 minutes



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

$$P = \frac{1,16}{1000} \cdot \frac{V_{60,10min}}{\frac{1}{6}} \cdot (60 - 10)$$

- $V_{60,10min}$ = volume maximum d'eau à 60°C puisé en 10 minutes



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

- ▶ Quelle est la puissance nécessaire pour recharger un volume de stockage de 200 l en 6 h ? En 8 h ?
 - $P [W] = V / T \times c \times (\theta_c - \theta_f)$ avec $c = 1,16 \text{ kWh } /(\text{m}^3\text{K})$



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



BESOINS ET EXIGENCES

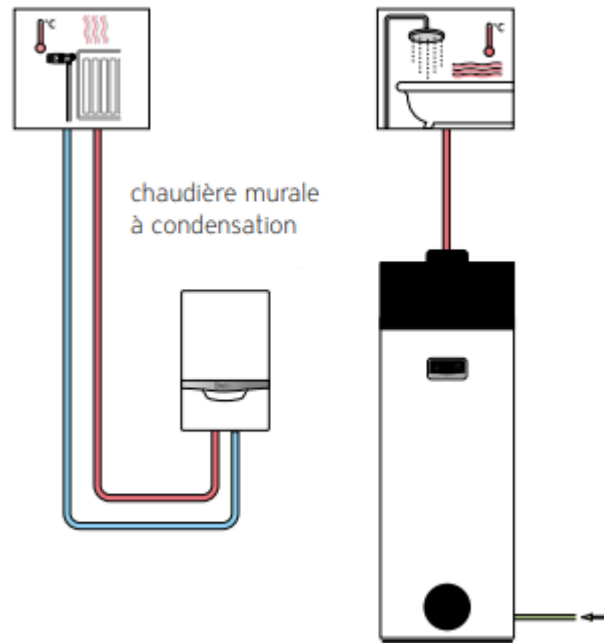
DISTRIBUTION

PRODUCTION ET STOCKAGE

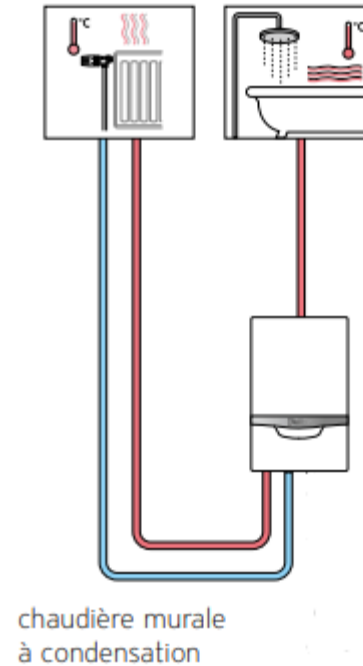
- ▶ Mode de préparation
- ▶ **Production indépendante ou combinée au chauffage ?**
- ▶ Production centralisée ou décentralisée ?
- ▶ Installation solaire



Production indépendante



Production combinée au chauffage

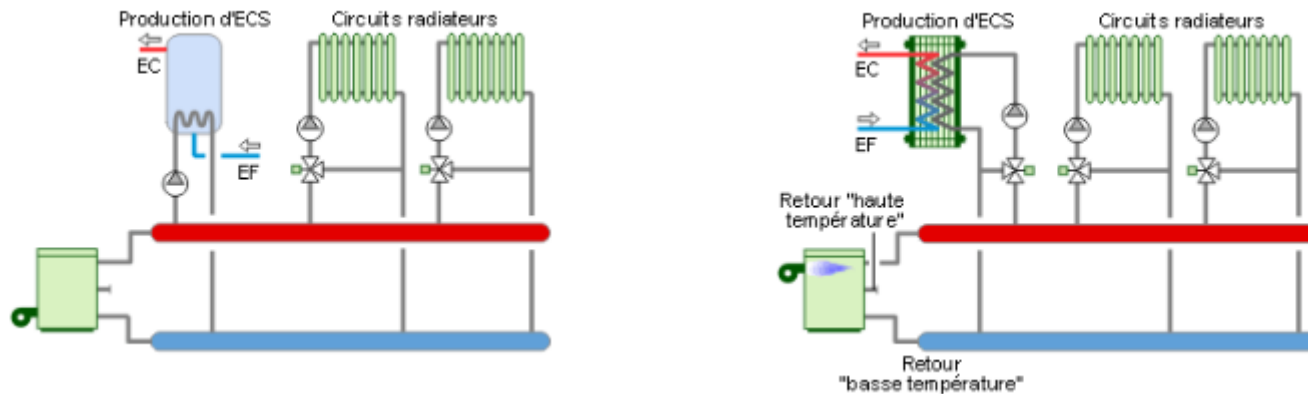


Source : Vaillant



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



Appareil
Combi

Maison neuve ou rénovée



?



Ecart important

80-120 W/m²

Dépend des puisages
Min 25 kW (instant.)

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

DISTRIBUTION

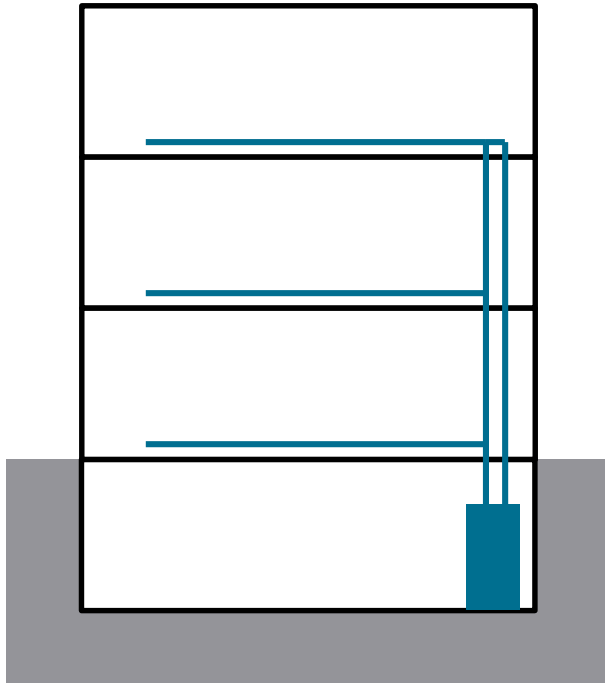
PRODUCTION ET STOCKAGE

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

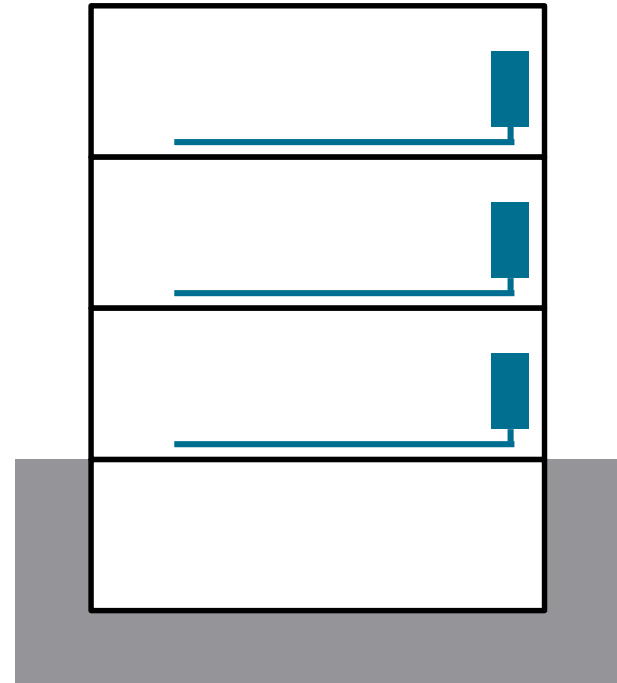


CENTRALISÉE OU DÉCENTRALISÉE ?

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)



BESOINS ET EXIGENCES

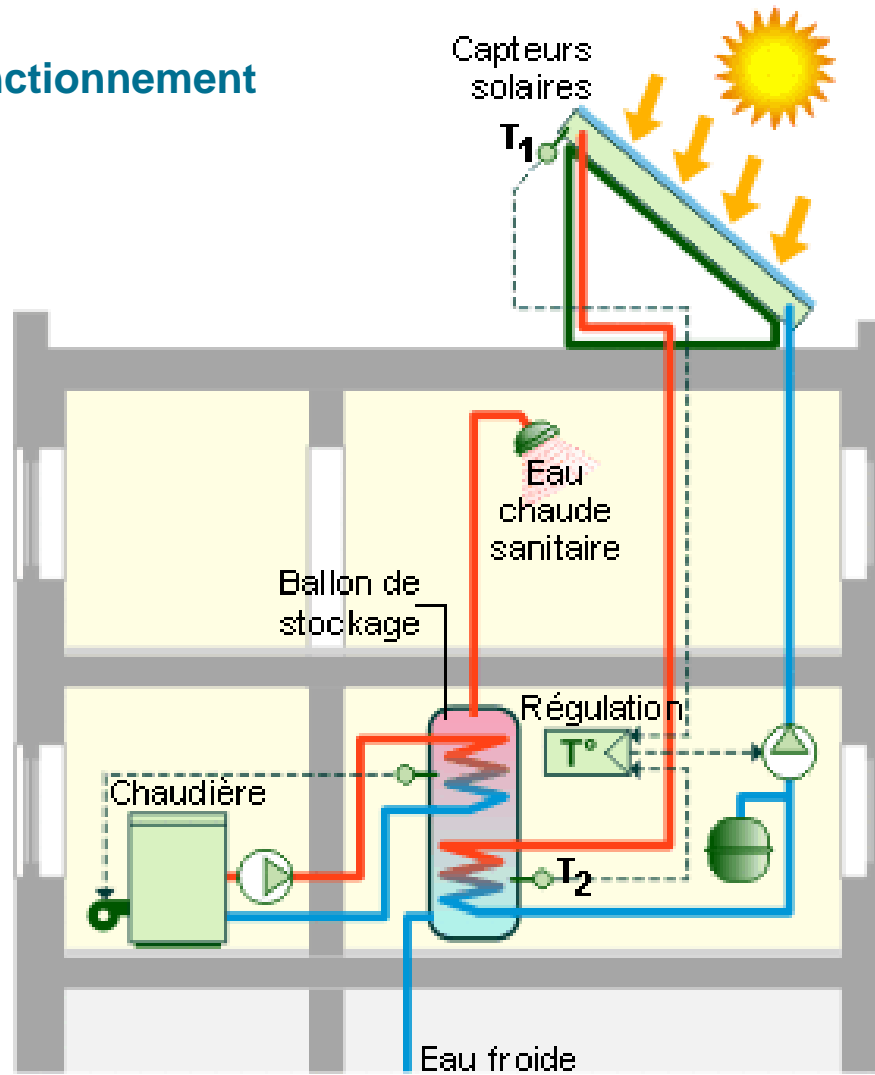
DISTRIBUTION

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

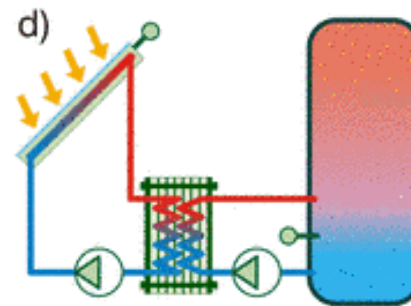
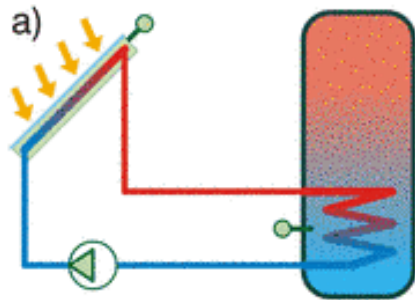
- ▶ Le circuit primaire :
 - Circuit fermé qui relie les capteurs au stockage
 - Fluide caloporteur : eau + glycol
 - Variations de température importantes



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

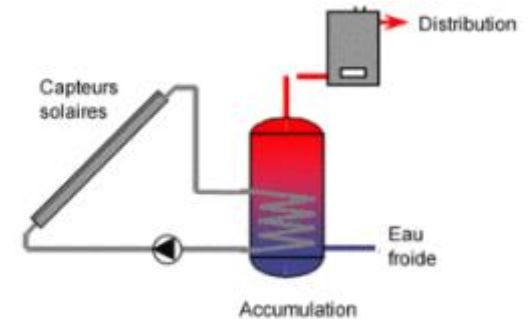
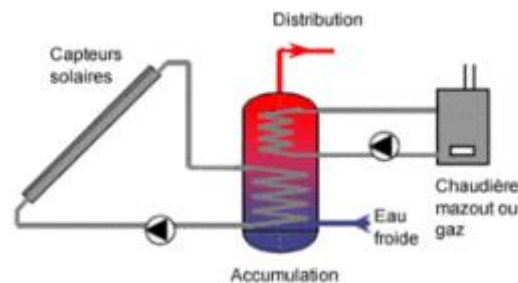
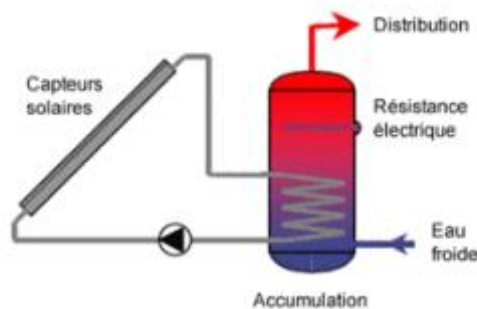
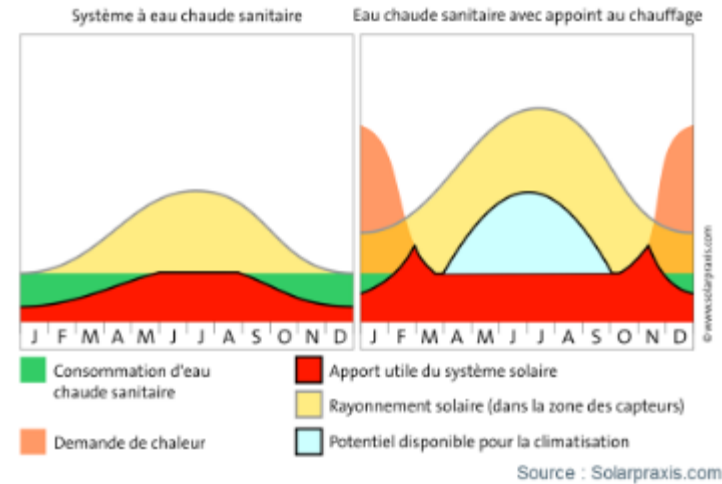
Source : Energie +

- 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

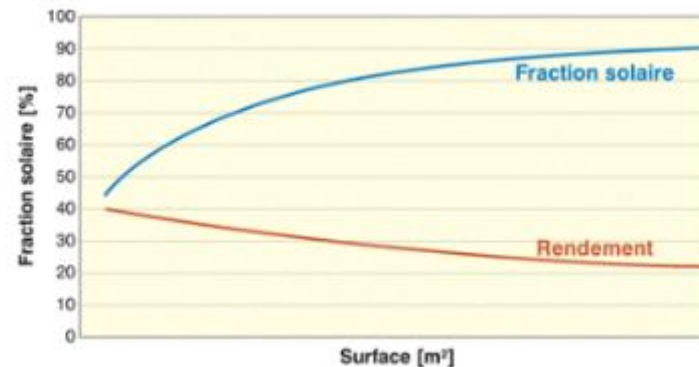
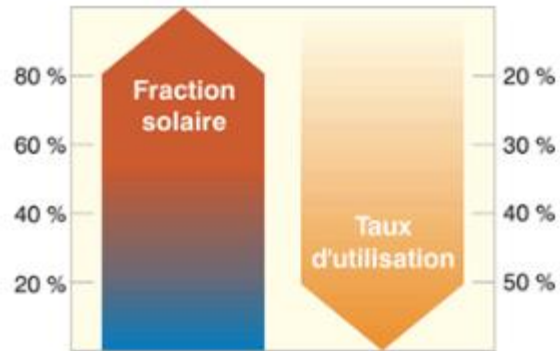


Source : Energie +



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

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



Sites internet

- ▶ Energie +

<https://energieplus-lesite.be>

- ▶ CSTC

<https://www.cstc.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=infofiches&pag=38&lang=fr>

Légionelle : vingt zones à risque dans les installations sanitaires





Publications

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



Formations

- ▶ Chauffage et Eau Chaude Sanitaire : Conception
Je 28/11, 05-12-19/12/19



Sophie HAINE

Ingénieur projet
écorce sa

☎ + 32 4 226 91 60

✉ info@ecorce.be



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

