FORMATION BÂTIMENT DURABLE

ENERGIE :

PRINCIPES FONDAMENTAUX

PRINTEMPS 2022

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
INGÉNIERIE & CONSULTANCE

bruxelles environnement leefmilieu brussel .brussels

OBJECTIFS DE LA PRÉSENTATION

- 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

TABLE DES MATIÈRES

BESOINS ET EXIGENCES

DISTRIBUTION

PRODUCTION ET STOCKAGE

BESOINS ET EXIGENCES

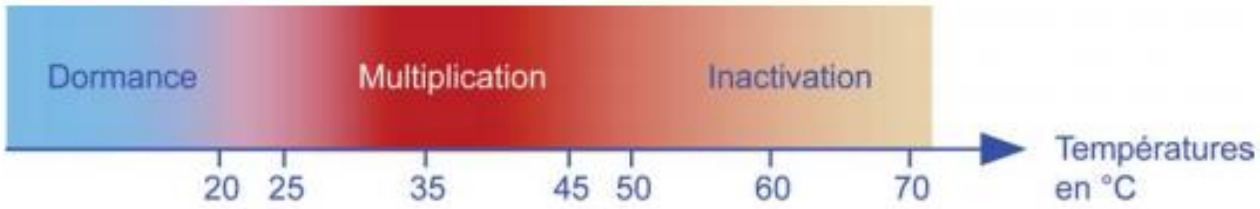
Définition du besoin

- 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 légionelles



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

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

BESOINS ET EXIGENCES

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 :

  ⇨ **$V_{60} = V_x * (T_x - 10°C) / (60-10°C)$**

BESOINS ET EXIGENCES

Exercice

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

  ⇨ **E [kWh] = c * V [m³]* (Tc-Tf)** **avec c = 1,16 kWh/(m³K)**

- 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 ?

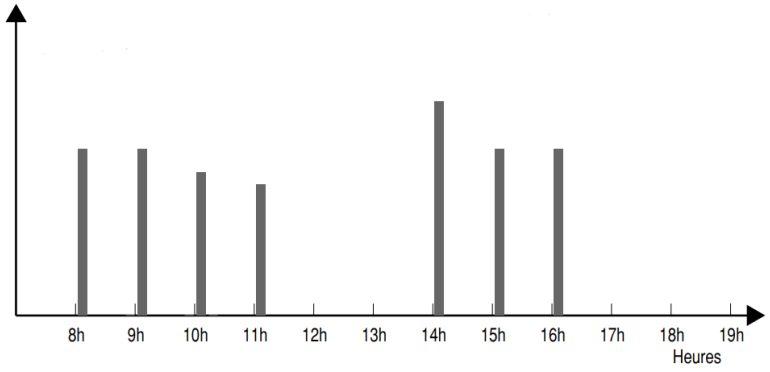
BESOINS ET EXIGENCES

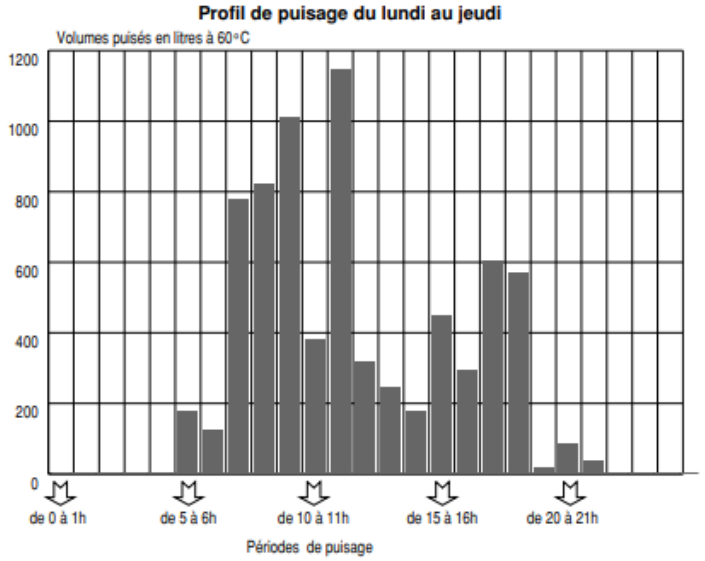
Profil de puisage

- 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

BESOINS ET EXIGENCES

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)**

TABLE DES MATIÈRES

BESOINS ET EXIGENCES

DISTRIBUTION

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

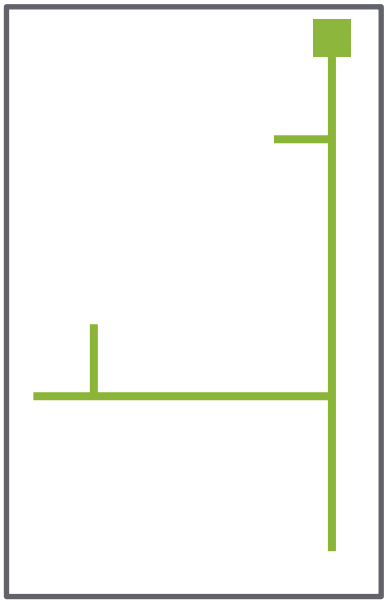
PRODUCTION ET STOCKAGE

11

DISTRIBUTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE

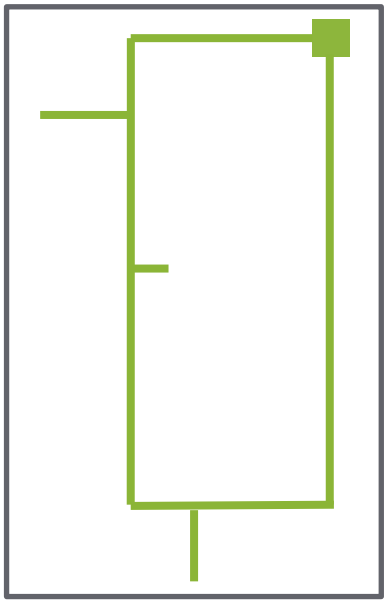
Réseau de distribution

RAMIFICATIONS



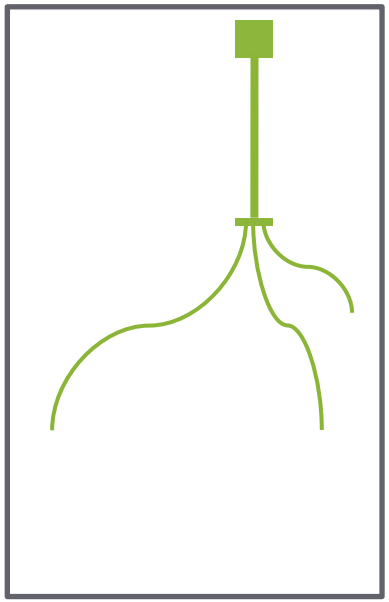
+ Longueur de conduites limitée
- Temps d'attente long
- Risque hygiénique
- Interférence entre les différents points de puisage

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 !

TABLE DES MATIÈRES

BESOINS ET EXIGENCES

DISTRIBUTION

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

PRODUCTION ET STOCKAGE

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**

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 !

TABLE DES MATIÈRES

BESOINS ET EXIGENCES

DISTRIBUTION

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

DISTRIBUTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE

Pertes d'énergie liées à la distribution

- Pertes d'énergie liée à la présence d'une boucle sanitaire
  - T_{eau} = 60°C – T_{amb} = **20°C** – DN 25 – 24h/24 : **~ 260** kWh/m/a
    + isolant (34 mm, λ = 0,035 W/mK) : **~ 50** kWh/m/a **(↓ 80 %)**

  - T_{eau} = 60°C – T_{amb} = **10°C** – DN 25 – 24h/24 : **~ 340** kWh/m/a
    + isolant (34 mm, λ = 0,035 W/mK) : **~ 70** kWh/m/a **(↓ 80 %)**

- Pertes d'énergie liée au refroidissement des bras
  - T_{eau} = 60°C – $T_{ambiante}$ = 20°C – DN 25 – $N_{puisage/an}$ = 3300 : **~ 120** kWh/m/a
  - T_{eau} = 60°C – $T_{ambiante}$ = 10°C – DN 25 – $N_{puisage/an}$ = 3300 : **~ 150** kWh/m/a

TABLE DES MATIÈRES

BESOINS ET EXIGENCES

DISTRIBUTION

PRODUCTION ET STOCKAGE

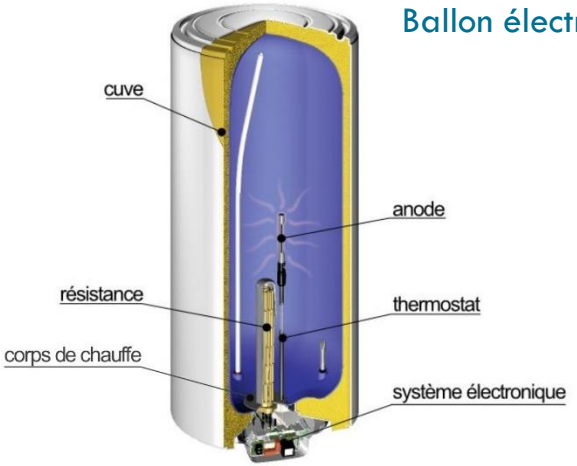
- **Mode de préparation**
- Production indépendante ou combinée au chauffage ?
- Production centralisée ou décentralisée ?
- Installation solaire

18

MODE DE PRÉPARATION

Appareils de production

Ballon électrique



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 émaillage Ceraprotect
4. Résistance électrique stéatite avec une anode 100 % magnésium (la résistance électrique est en accessoire sur la version WWKS)
5. Échangeur hydraulique à serpentin (uniquement sur la version WWKS)
6. Condenseur extérieur à la cuve
7. Isolation de 50 à 70 mm en mousse de polyuréthane à forte densité
8. Sondes Profil de soutirage eau chaude sanitaire L et XL 2 doigts de gant

Ballon thermodynamique

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

Chaudière gaz

Source : Viesmann

Chauffe-eau électrique instantané

Source : Junkers

19

MODE DE PRÉPARATION

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

Instantané (Ec = Ep)

Demande continue

Semi-instantané

Plusieurs pointes journalières

Durée de réchauffage 20-30 min

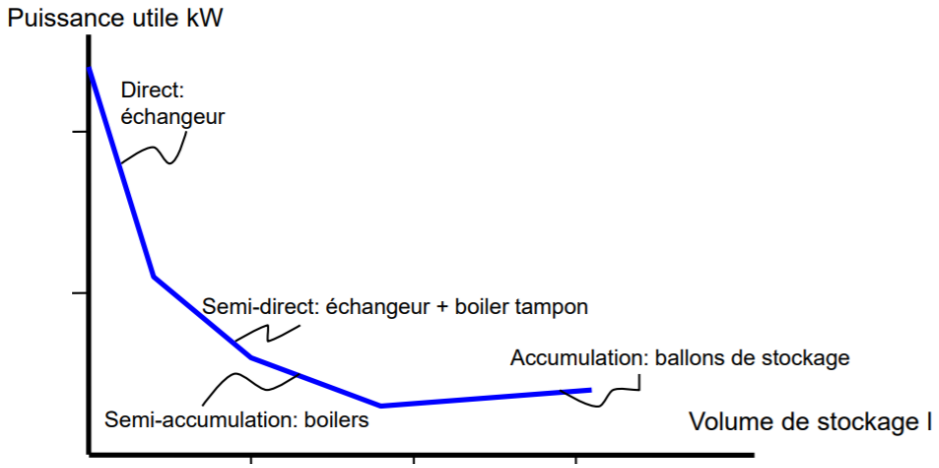
Semi-accumulation

Plusieurs pointes journalières

Durée de réchauffage 1-1h30

Accumulation (Ec = Es)

Demande par pointe



MODE DE PRÉPARATION

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

  ⇨ **$P\ [kW] = Q\ [m^3/h] \times c \times (\theta c - \theta f)$ avec $c = 1{,}16\ kWh/(m^3K)$**

MODE DE PRÉPARATION

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

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

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 ?

MODE DE PREPARATION

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

MODE DE PREPARATION

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

TABLE DES MATIÈRES

BESOINS ET EXIGENCES

DISTRIBUTION

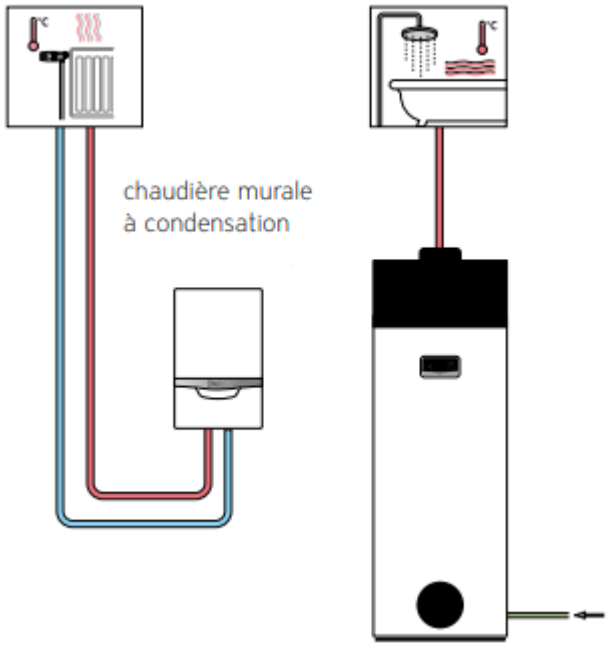
PRODUCTION ET STOCKAGE

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

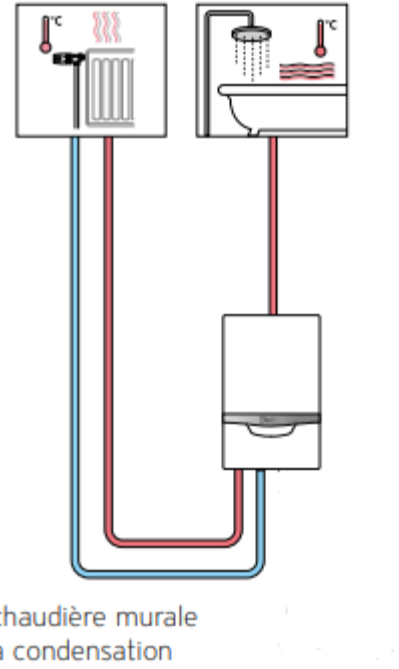
28

PRODUCTION INDÉPENDANTE OU COMBINÉE AU CHAUFFAGE ?

Production indépendante



Production combinée au chauffage

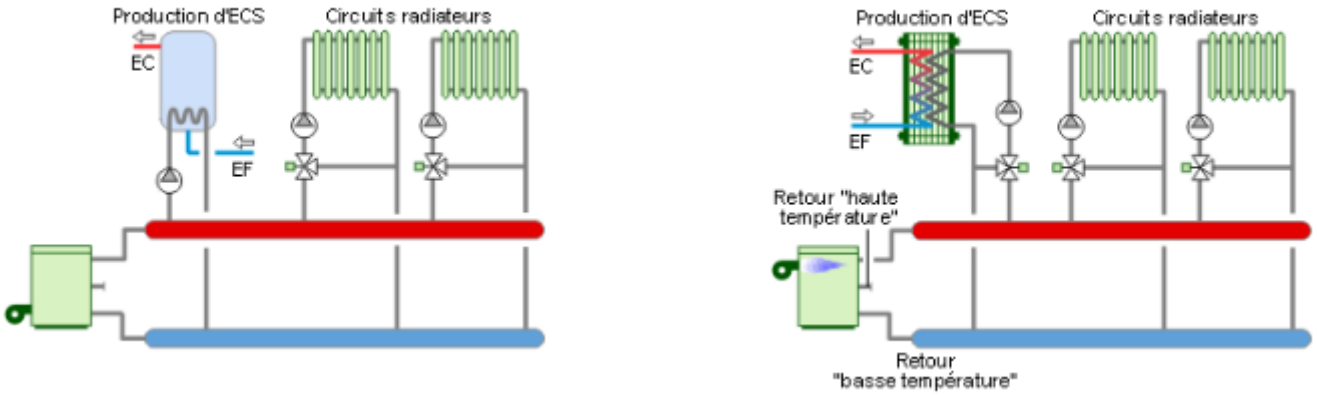


Source : Vaillant

PRODUCTION INDÉPENDANTE OU COMBINÉE AU CHAUFFAGE ?

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



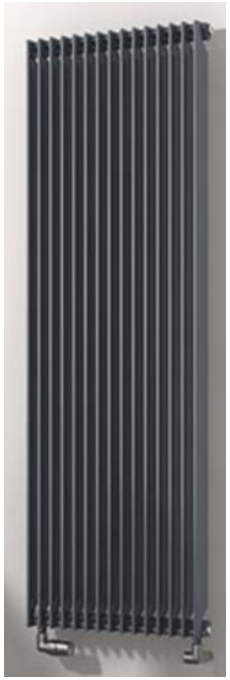
Source : Energie +

30

PRODUCTION INDÉPENDANTE OU COMBINÉE AU CHAUFFAGE ?

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

Ecart important

10-40 W/m²

Dépend des puisages
Min 25 kW (instant.)

?

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

PRODUCTION INDÉPENDANTE OU COMBINÉE AU CHAUFFAGE ?

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

TABLE DES MATIÈRES

BESOINS ET EXIGENCES

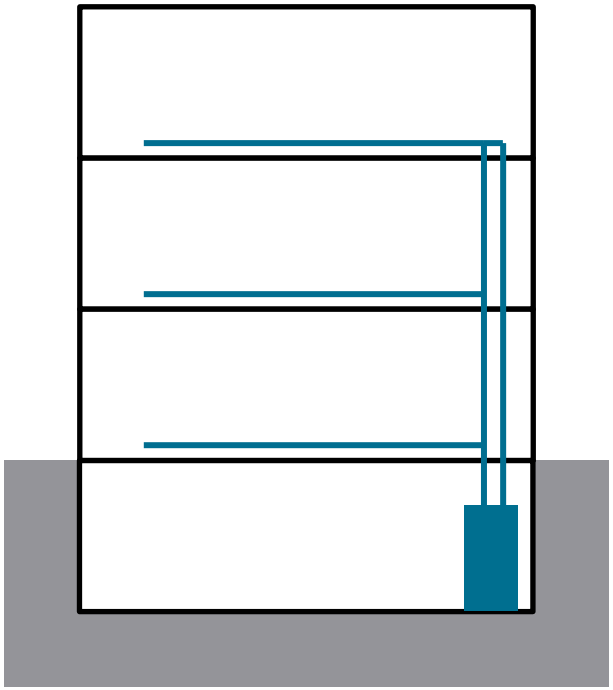
DISTRIBUTION

PRODUCTION ET STOCKAGE

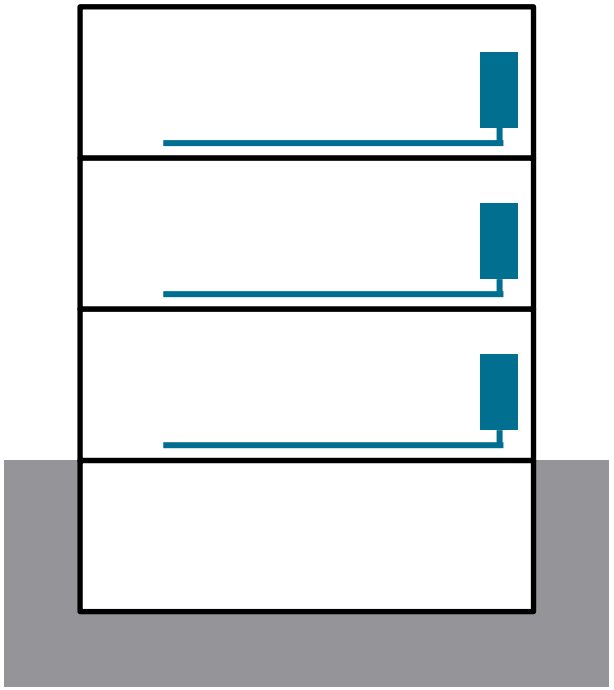
- Mode de préparation
- Production indépendante ou combinée au chauffage ?
- **Production centralisée ou décentralisée ?**
- Installation solaire

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)

TABLE DES MATIÈRES

BESOINS ET EXIGENCES

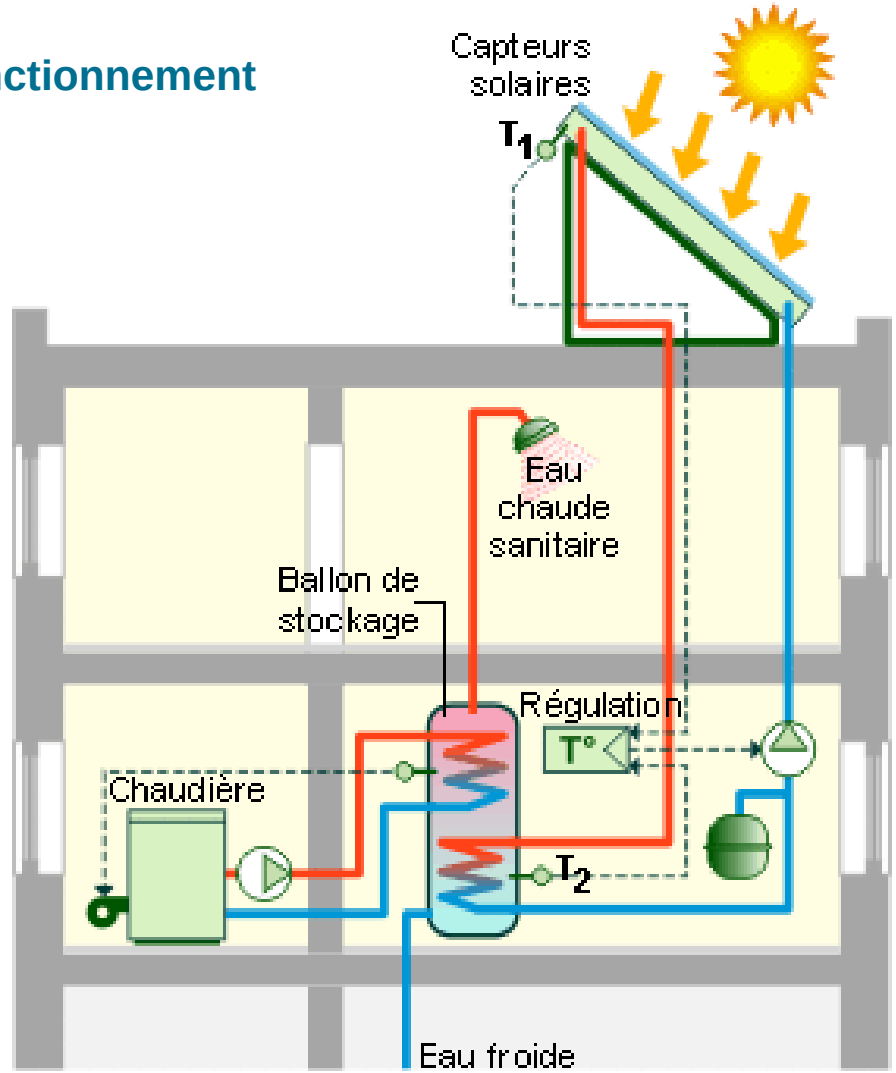
DISTRIBUTION

PRODUCTION ET STOCKAGE

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

INSTALLATION SOLAIRE

Principe de fonctionnement



Source : Energie +

INSTALLATION SOLAIRE

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

INSTALLATION SOLAIRE

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

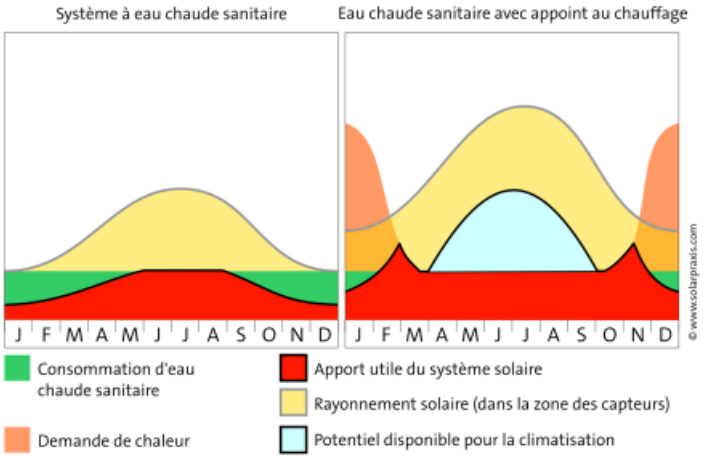
Source : Energie +

- 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

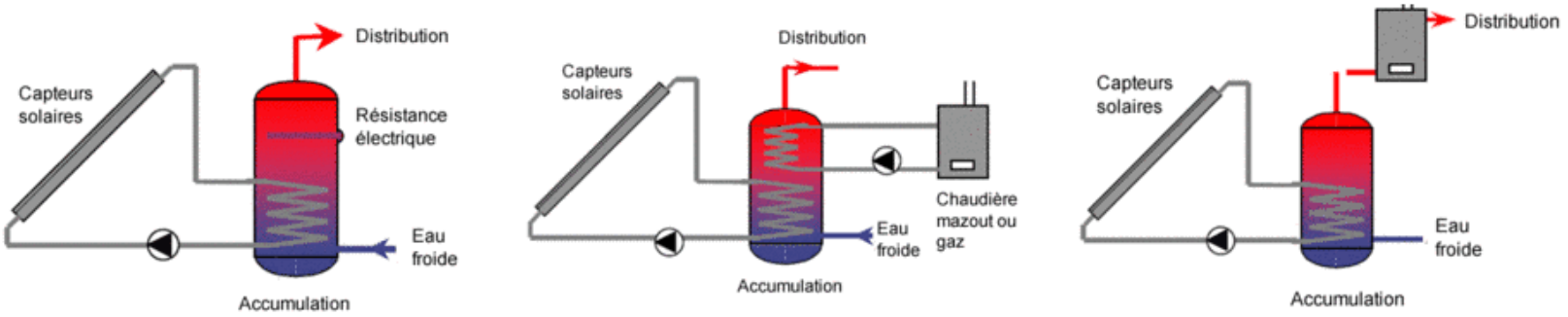
INSTALLATION SOLAIRE

Composants d'une installation solaire

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



Source : Solarpraxis.com

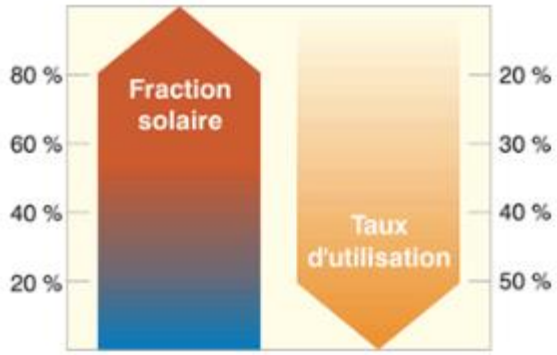


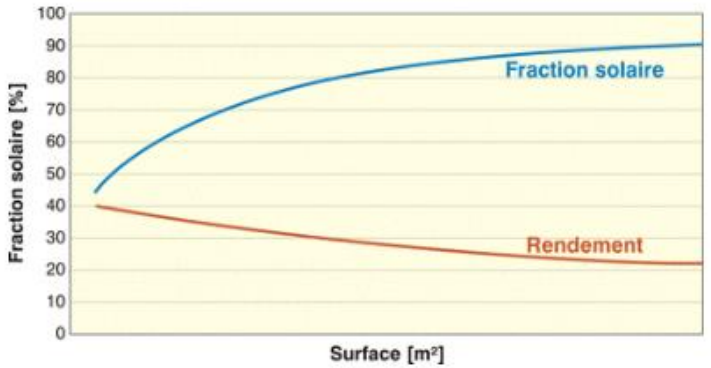
Source : Energie +

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 !**

CE QU'IL FAUT RETENIR DE L'EXPOSÉ

- 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

OUTILS

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

OUTILS

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

CONTACT

Sophie HAINE

Ingénieur projet

écorce sa

+ 32 4 226 91 60

info@ecorce.be

?

MERCI POUR VOTRE ATTENTION