FORMATION BÂTIMENT DURABLE

CHAUFFAGE ET EAU CHAUDE SANITAIRE : CONCEPTION

AUTOMNE 2019

Eau chaude sanitaire : choix des systèmes & conception des réseaux de distribution

Thomas LECLERCQ

INTERFACE SOLUTIONS

bruxelles environnement leefmilieu brussel .brussels

Sur base de la présentation conçue par Matriciel

Objectifs de la présentation

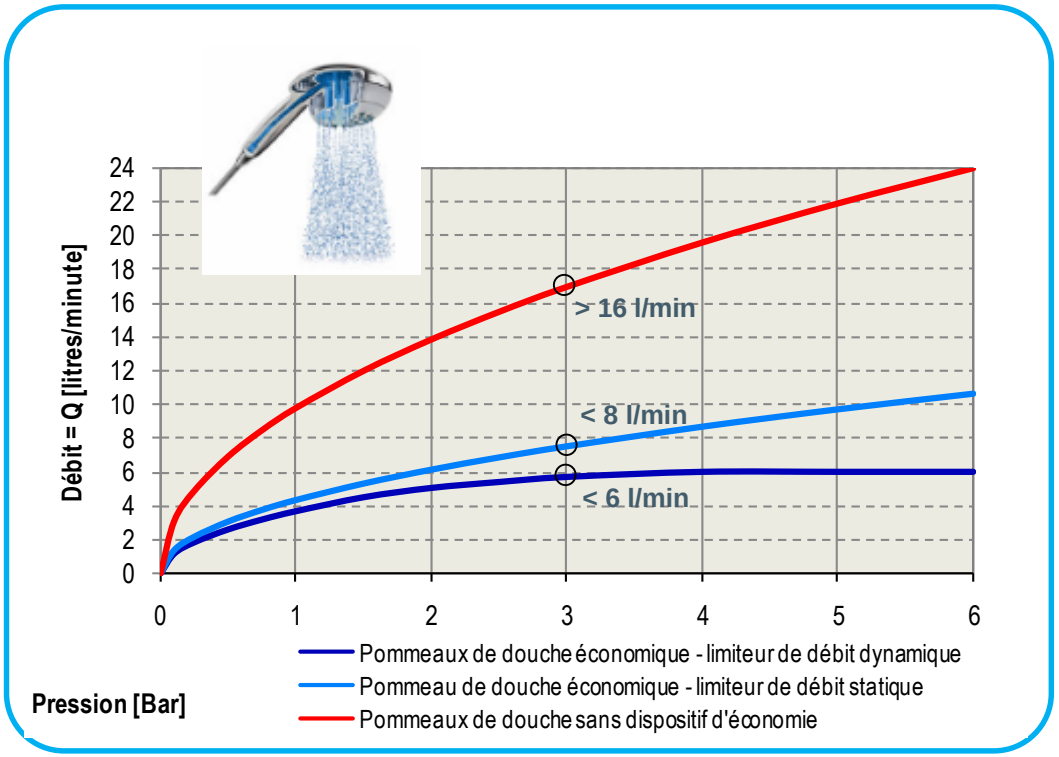
- Aborder les paramètres importants qui influencent la conception d'un réseau de distribution d'eau chaude sanitaire (ECS)
- Evaluer les différentes techniques de productions d'eau chaude sanitaire
- Chiffrer la performance énergétique d'une installation de production d'eau chaude

Plan de l'exposé

- Besoins en énergie
- Distribution
- Stockage
- Production
- Divers (auxiliaires)

Besoins nets en énergie

Une réflexion sur l'ECS est indispensable

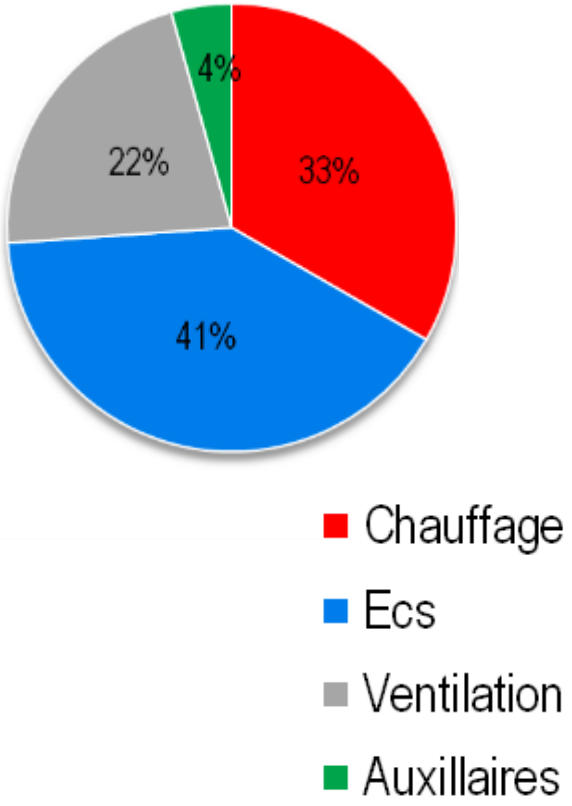


Gestion pression de réseau et choix équipement!

En rénovation, rentabilité du « pommeau de douche » économique: 6 mois!

Appartement passif

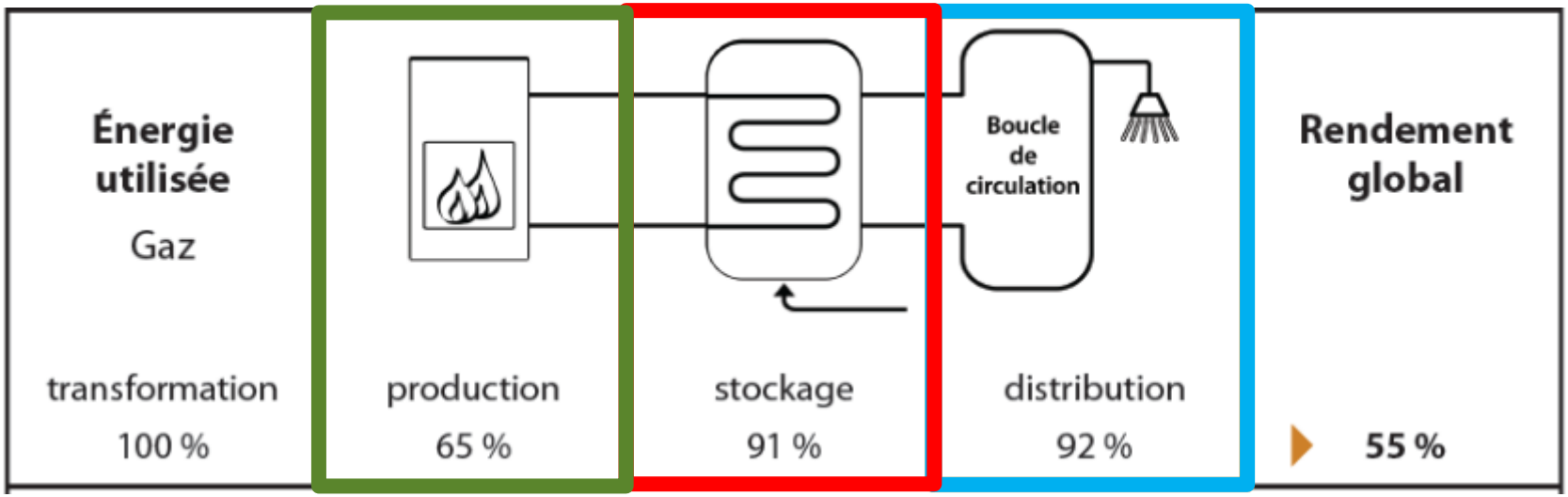
(hors renouvelable)



Performance énergétique – Fil rouge de ces slides

- L'efficacité énergétique d'une installation de production d'eau chaude sanitaire dépend aussi bien de sa performance au niveau de la
  - Production
  - Distribution (boucle, points de puisage)
  - Stockage

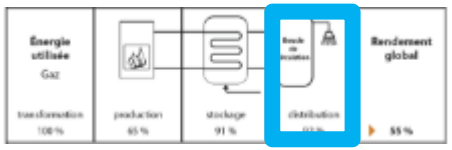
$$\eta_{global\ ECS} = \eta_{production,ECS} \times \eta_{stockage\ ECS} \times \eta_{distribution\ ECS}$$



Plan de l'exposé

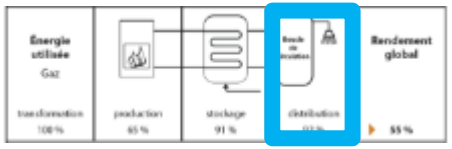
- Besoins en énergie
- Distribution
- Stockage
- Production
- Divers (auxiliaires)

Distribution ECS



- Eléments guidant la conception du réseau de distribution:
  - Performance énergétique / exigences PEB…
- … mais aussi:
  - Programmation des différents locaux (points d'eau et chaufferie);
  - Maîtriser les températures (légionelle / protection brûlures);
  - Temps d'attente;
  - Acoustique;
  - Pertes de charges du réseau / confort / débit;
  - Intégration d'un système de comptage des consommations;

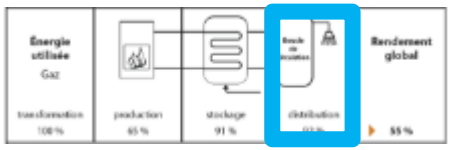
Distribution ECS – Légionelle



- La Legionella pneumophila:
  - naturellement présente dans l'eau potable
  - en concentrations pratiquement indétectables
  - risque quasi inexistant
- Principal facteur de prolifération:
  - la température
    - › sous les 20 °C, bactérie à l'état léthargique
    - › entre 20 °C et 45 °C, se développe de façon continue,
    - › pic de croissance entre 35 et 40 °C (température voisine de celle du corps humain)
    - › éradication au-delà de 50 °C (d'autant plus rapidement que la température est élevée)
    - › supérieure à 55 °C: plus de risque de prolifération.

Source: http://www.wikipedia.org

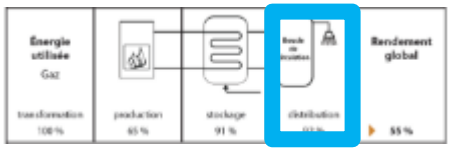
Distribution ECS – Légionelle



- Principal facteur de prolifération:
  - Présence de de nutriments « appropriés »: biofilm tapissant les parois intérieures des canalisations, tartre, calcaire, fer en forte concentration (corrosion conduites en acier galvanisé par exemple)…
  - Faible vitesse de circulation (favorise croissance du biofilm)
  - la stagnation de l'eau (bras morts, conduites desservant des prises d'eau peu utilisées)
- Pour aller plus loin (gestion de risque):
  - CSTC/Agence flamande 'Zorg en Gezondheid': 20 fiches illustrant les zones de l'installation d'eau sanitaire chaude et froide qui présentent des risques de contamination par la légionelle **
  - Gouvernement flamand arrêté relatif à la prévention de la maladie du légionnaire dans les lieux accessibles au public (arrêté du 9 février 2007 publié au Moniteur belge du 4 mai 2007).

** http://www.cstc.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=infofiches&pag=38&art=3

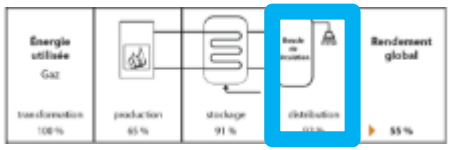
Distribution ECS – Légionelle



- Impact sur conception:
  - Eviter contact conduite eau froide / ECS!
  - Eau maintenue à 55°C au moins en tout point du réseau
  - Si stockage:
    - montée en température de l'eau à 60 °C minimum pendant au moins une heure et ce, à intervalles réguliers (quotidiennement dans les installations à haut risque, toutes les semaines dans les installations à risque moyen selon CSTC)
    - entretien annuel indispensable
  - Point de puisage – règle de bonne pratique:
    - longueur de conduite < 5 m
    - contenu d'eau < 3 l
    - Remarque à titre d'information [CSTC]: l'utilisation de canalisations dont la longueur est supérieure à 5 m ne présente pas nécessairement plus de problèmes de légionelles **
- Remarque: température élevée et donc
  - renforcement de l'isolation
  - prévoir des robinets mitigeurs au point de puisage pour éviter les brûlures

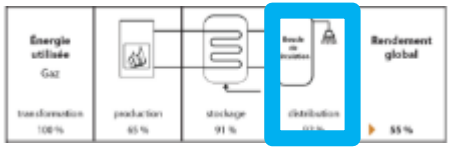
** http://www.cstc.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=bbri-contact&pag=Contact19&art=269&lang=fr

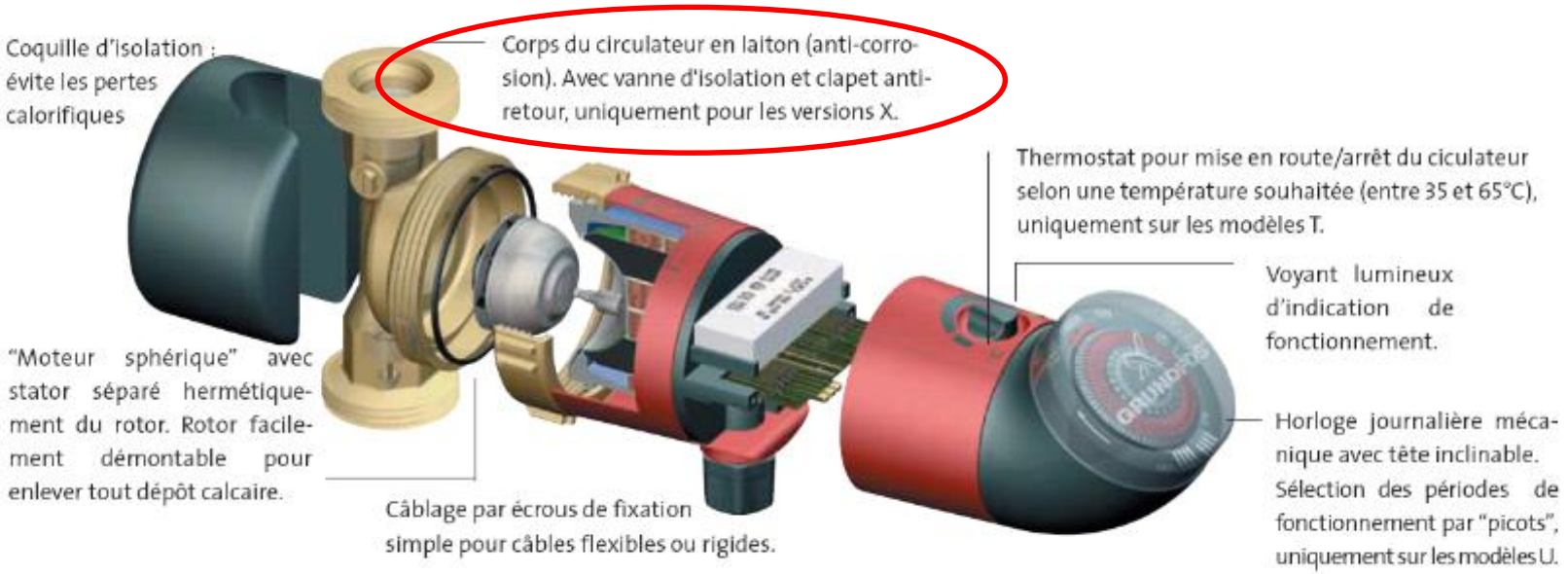
Distribution ECS – Boucle ECS



- La circulation des boucles sanitaires:
  - Historiquement, thermosiphon…
  - Aujourd'hui, conduites isolées ⇔ pompe de circulation indispensable
  - Légionelle (voir slides précédents)
- Critère de dimensionnement/choix (puissance des pompes):
  - 3 boucles horaires du contenu des tuyauteries
  - Vitesse de l'eau < 0,5 m/s (corrosions érosives)
  - Bactéries de légionelle: différence de température limités à 5°C
  - Perte de charge du circuit , hauteur du bâtiment ⇔ hauteur manométrique de la pompe
  - Règlementation ErP (n'intervient cependant pas en PEB actuellement)
  - Modèle spécifique ECS (matériau non corrosif tel que laiton) car ECS contient plus d'O2

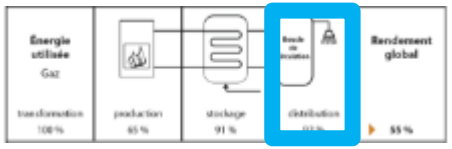
Distribution ECS – Boucle ECS





Source: Grundfos

Distribution ECS – Temps d'attente



- Données subjectives: tout le monde n'a pas la même patience!
- Littérature allemande: temps nécessaire à évacuer l'eau froide de la conduite (temps d'attente pour eau à 40 °C… + 50 à 60 % plus long surtout si acier galvanisé)

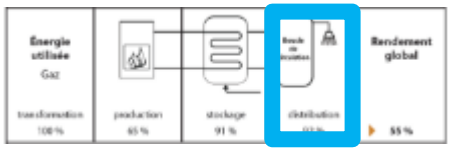
A | Temps d'évacuation préconisés en Allemagne pour différentes prises d'eau

Prise d'eau	Evier	Baignoire	Bidet	Douche	Lavabo
Temps d'attente maximum	5 à 8 s	15 à 25 s	8 à 10 s	10 à 15 s	8 à 10 s

- Enquêtes menées en France, % de satisfaction:
  - 90% si temps d'attente < 5 secondes
  - 75% si temps d'attente < 7 à 8 secondes
  - 10% si temps d'attente de 30 secondes pour obtenir de l'eau à 40 °C
- ➔ Conseillé: temps d'attente de l'ordre d'une dizaine de secondes maximum.

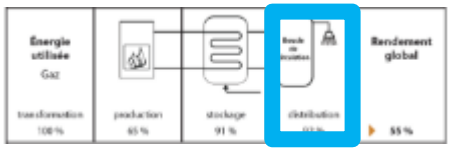
Source: Les Dossiers du CSTC 2014/2.12
http://www.cstc.be/homepage/download.cfm?dtype=publ&doc=cstc_artonline_2014_2_no12.pdf&lang=fr

Distribution ECS – Temps d'attente



- Compromis longueur de conduite et boucle d'eau chaude
- Cas pratiques
  - douche à 10m:
    - Conduite synthétique « 16 x 2 »
    - 10 mètres de conduites ⇔ 1,1 litres
    - 8 litres minutes ⇔ 8,5 secondes
  - Évier de cuisine à 15m:
    - Conduite synthétique « 16 x 2 »
    - 15 mètres de conduites ⇔ 1,7 litres
    - 6 litres minutes ⇔ 17 secondes

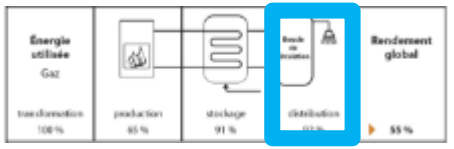
Distribution ECS – Acoustique

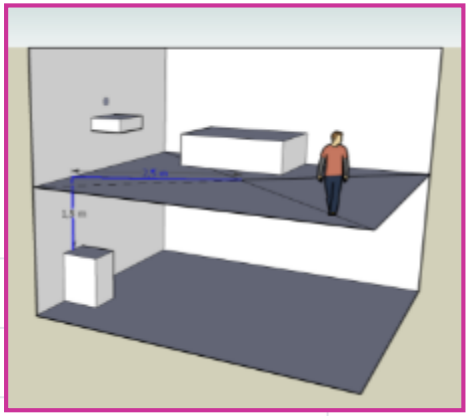


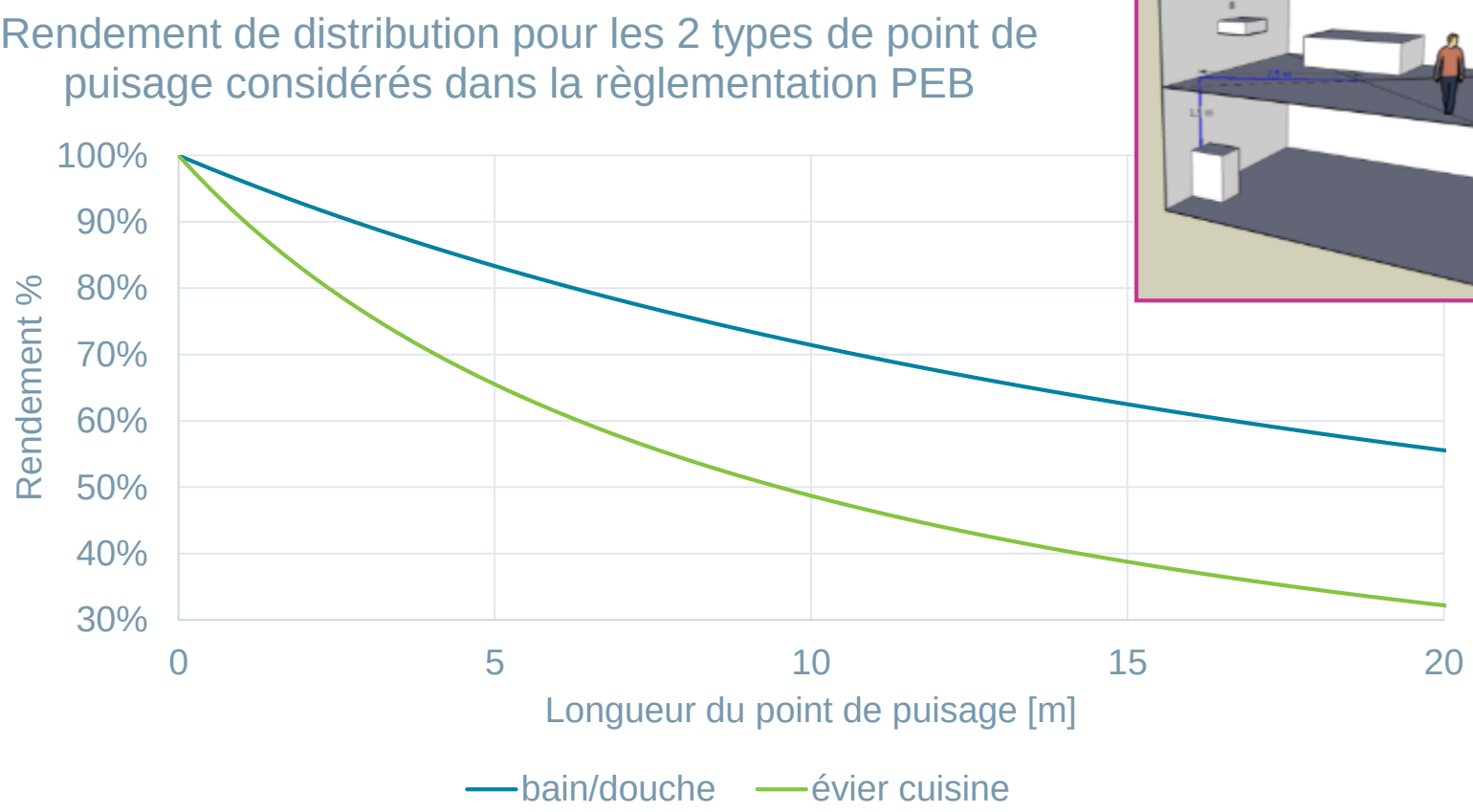
- Bruit installations de distribution d'eau:
  - turbulences au niveau des robinets voire dans les conduites (changements de section, coudes…) donnant lieu à des vibrations dans les conduites et la structure du bâtiment.
  - interruption brusque de la circulation d'eau (coup de bélier)
- Mesures à prendre:
  - Réduire la vitesse du flux :
    - 2 m/s pour les conduites en sous-sols et espaces techniques
    - 1,5 m/s pour les gaines verticales
    - 1 m/s pour les espaces habités
  - Pression au droit des robinets: fonction de l'équipement/marque et le plus bas possible (3 bar au maximum)
  - Choix des équipements (classe acoustique des robinets)
  - Rayon courbure, fixations dans les parois

Source: http://www.cstc.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=bbri-contact&pag=Contact47&art=715

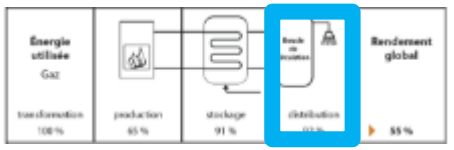
Distribution ECS – PEB « points de puisage »



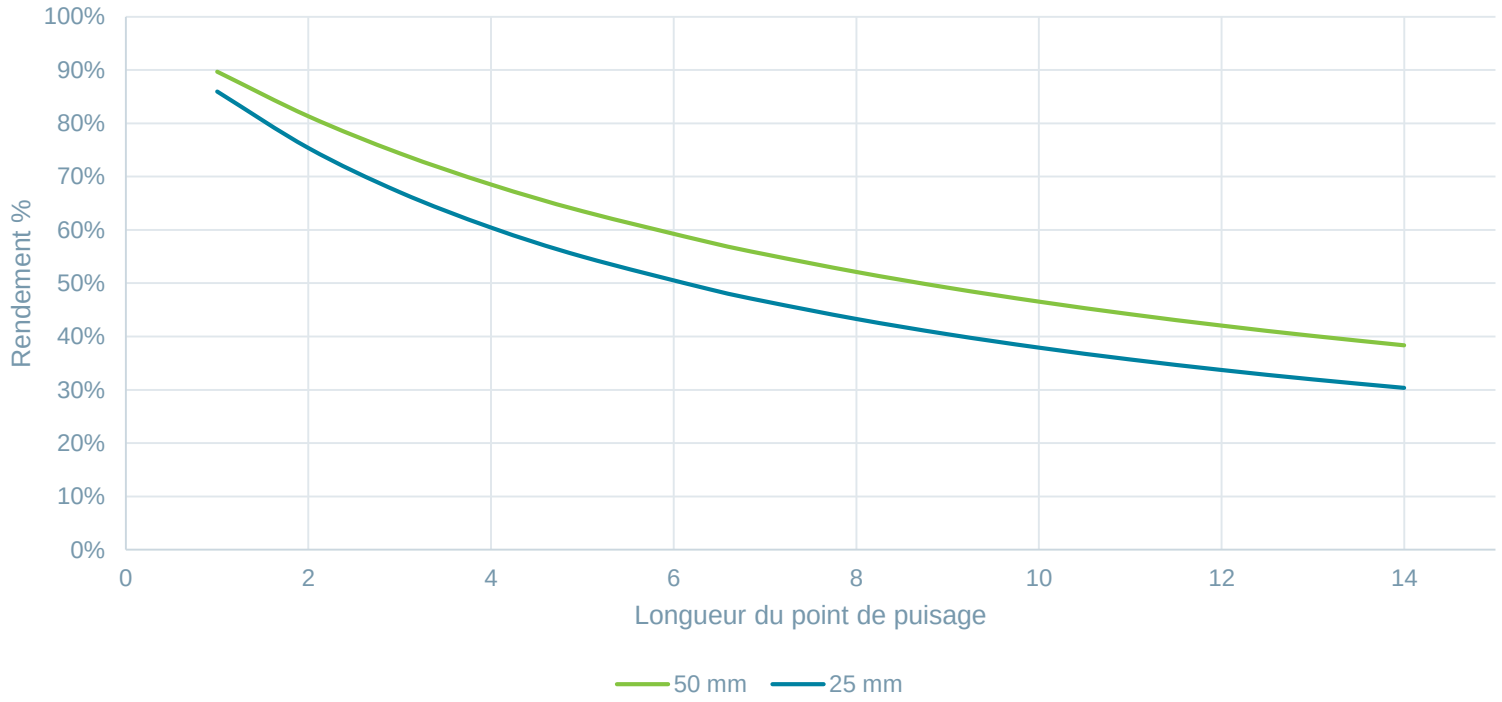




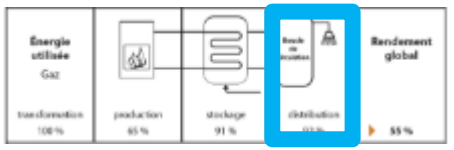
Distribution ECS – PEB boucle d'eau chaude



Rendement d'une boucle d'eau chaude sanitaire de 5cm de diamètre pour différentes épaisseurs d'isolation (calcul selon règlementation PEB, longueur des points de puisage 1m, appartement 90m², hauteur 3,2m)

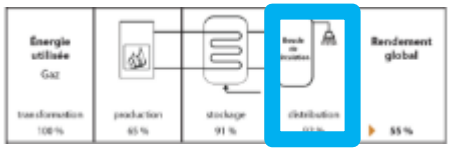


Distribution ECS – Petits exercices / questions



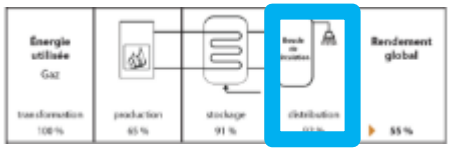
- Dans le cas d'un immeuble de 3 appartements de 90m² (hypothèse: 3,2m de hauteur sous plafond), avec chaudière située en cave:
  - Quel sera le rendement le rendement de distribution sans boucle pour un évier de cuisine situé au-dessus de la chaudière au 2ème étage?
  - Idem pour une douche?
  - Et qu'en sera-t-il pour le dernier étage si une boucle est installée (point de puisage à 1m du branchement de la boucle)?

Distribution ECS – Petits exercices / réponses



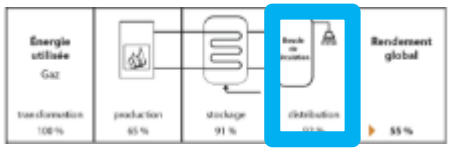
	Point de puisage	Boucle	Rendement puisage	Rendement boucle	Rendement de distribution
Evier cuisine	9,6	0			
Douche	9,6	0			
Evier de cuisine (25mm)	1	6,4			
Evier de cuisine (50mm)	1	6,4			
Douche (25mm)	1	6,4			
Douche (50mm)	1	6,4			

Distribution ECS – exigences PEB calorifugeage



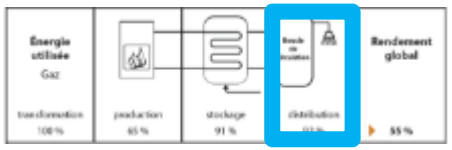
- Rappels/observations PEB:
  - Ne pas confondre règlementations PEB chauffage et PEB travaux
  - PEB travaux:
    - l'emplacement des conduites de points de puisage ECS (intérieur ou extérieur du volume protégé) et leur isolation n'ont pas d'influence
    - la boucle ECS est très vite pénalisante et aucune notion de temporisation/régulation horaire n'est intégrée à ce stade dans la règlementation
  - PEB chauffage:
    - L'arrêté s'appliquent à tous les systèmes de chauffage comprenant une ou plusieurs chaudières,
      - fonctionnant avec un combustible liquide ou gazeux non renouvelable et
      - chauffant de l'eau comme fluide caloporteur intermédiaire
    - Les chauffe-eau / chauffe-bain sont également concernés
    - En-dehors, le bon sens énergétique doit s'appliquer!

Distribution ECS – exigences PEB calorifugeage



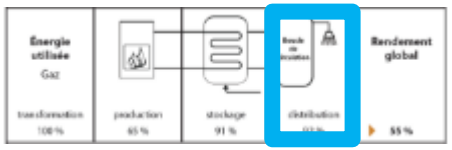
- PEB chauffage:
  - Quels sont les conduits à calorifuger?
    - › tout conduit, quelle que soit sa forme, quelle que soit la nature des matériaux constitutifs
    - › conduites et accessoires véhiculant de l'eau chaude de chauffage
    - › conduites et accessoires véhiculant de l'ECS, pour tout tronçon dont la circulation forcée est réalisée durant au moins 2 000 heures/an
  - Exceptions:
    - › Thermosiphon
    - › Conduits de petite dimension: Øext. < 20 mm
    - › conduits et accessoires existants avant l'entrée en vigueur en cas d'inaccessibilité.
    - › Hormis dans bâtiments neufs, si environnement direct des conduits et accessoires ne permet pas de placer l'épaisseur minimale prévue, calorifuger avec les épaisseurs maximales que possible

Distribution ECS – exigences PEB calorifugeage



- PEB chauffage:
  - Classes d'isolant:
    - › classe 1 : conductivité thermique < 0,035 W/mK
    - › classe 2 : 0,035 W/mK ≤ conductivité thermique ≤ 0,045 W/mK
    - › Remarques:
      - – conductivité thermique selon NBN EN ISO 8497 à 10°C
      - – matériaux avec conductivité supérieure à 0,045 W/mK ne sont pas considérés comme isolant.

Distribution ECS – exigences PEB calorifugeage



- PEB chauffage (Boucle ECS avec circulation forcée pendant min. 2000h/an)

Environnement I : Les conduits et accessoires situés:

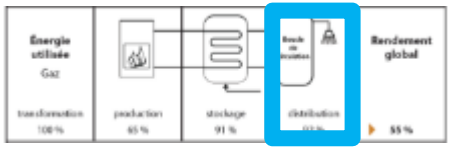
a. à l'extérieur (I.a);
b. dans le sol (I.b);
c. ou dans tout espace ne faisant pas partie du volume protégé du bâtiment (I.c),

Environnement II : Les conduits et accessoires situés dans le volume protégé du bâtiment:

a. dans un local de chauffe ou dans un local technique, dans des gaines techniques (II.a);
b. directement en apparent dans tout local dépourvu de système de chauffage et équipé ou non d'un système de climatisation (II.b);
c. directement en apparent dans tout local équipé d'un système de chauffage et d'un système de climatisation (II.c);
d. dans les faux-plafonds, dans les faux-planchers, les habillages continus d'unités terminales (II.d).

Environnement III : Les conduits et accessoires situés dans toutes les autres situations à l'intérieur du volume protégé (III)

Distribution ECS – exigences PEB calorifugeage



- PEB chauffage (Boucle ECS avec circulation forcée pendant min. 2000h/an)

Isolant de classe 1:

λ < 0,035 W/mK

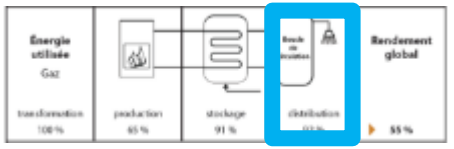
Isolant de classe 2:

0,035 ≤ λ ≤ 0,045 W/mK

	Environnement I		Environnement II	
Diamètre extérieur de la conduite en mm	épaisseur de l'isolant après pose en mm			
	Isolant de classe 1	Isolant de classe 2	Isolant de classe 1	Isolant de classe 2
de 20 à 24,9	13	23	11	19
de 25 à 29,9	17	29	13	22
de 30 à 39,9	22	35	16	26
de 40 à 60,9	27	42	21	32
de 61 à 89,9	35	54	25	37
de 90 à 114,9	39	59	28	41
de 115 à 159,9	42	62	32	46
de 160 à 229,9	47	68	36	50
de 230 à 329,9	49	70	38	53
≥ 330	60	80	50	60

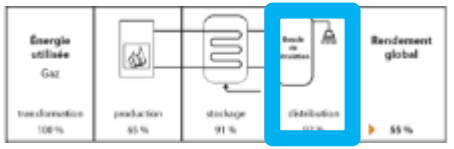
TABLEAU 1

Distribution ECS – Pertes de charge du réseau

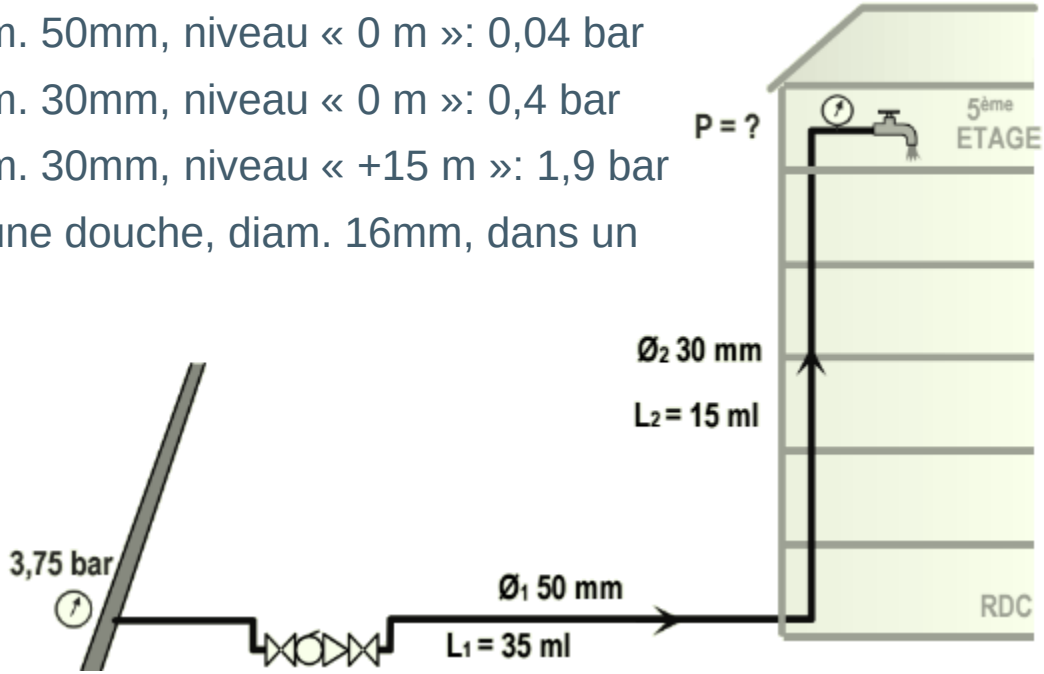


- Objectifs:
  - Pression dynamique suffisante aux points de puisages
    - > 1 bar pour les robinets
    - 2 bar pour les douches « classiques »
  - Eviter les coups de bélier (voir acoustique)
- La pression du réseau d'eau de ville (statique et dynamique) étant définie, il convient de concevoir le réseau pour atteindre ces objectifs.
- Pertes de charges dépend:
  - conduite (frottement/viscosité)
  - vitesse de l'eau (diamètre et section conduite)
  - Accessoires / coudes / jonctions
  - Echangeurs à plaque
  - Et surtout de la hauteur!

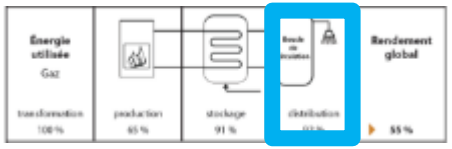
Distribution ECS – Pertes de charge du réseau



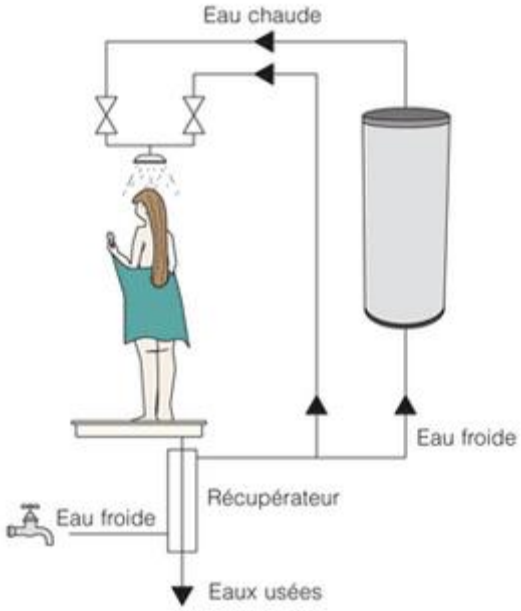
- Exemple:
  - Hypothèses:
    - 6 appartements chacun équipé d'une douche, d'une baignoire, d'un lavabo et d'un évier de cuisine
  - Perte de charge du réseau principal:
    - Tronçon de 35m, diam. 50mm, niveau « 0 m »: 0,04 bar
    - Tronçon de 15m, diam. 30mm, niveau « 0 m »: 0,4 bar
    - Tronçon de 15m, diam. 30mm, niveau « +15 m »: 1,9 bar
    - Tronçon de 3m vers une douche, diam. 16mm, dans un appartement: 0,1 bar



Distribution ECS – Intérêt d'un récupérateur



- Principe du récupérateur recueillant la chaleur de l'eau évacuée par la douche ou le bain.



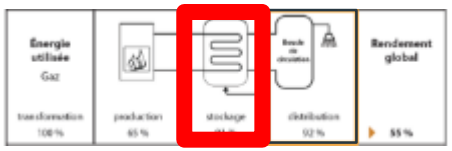
Source: CSTC

- PEB: méthode de détermination du facteur de réduction pas encore fixée
- Rentabilité?

Plan de l'exposé

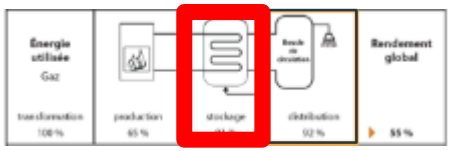
- Besoins en énergie
- Distribution
- Stockage
- Production
- Divers (auxiliaires)

Stockage ECS



- Dimensionnement et confort
- Contraintes
- Aspects énergétiques
  - Règlementation PEB
  - Paramètre intéressant pour le choix d'un produit
  - Impact sur rendement de combustion et condensation (si production = chaudière)

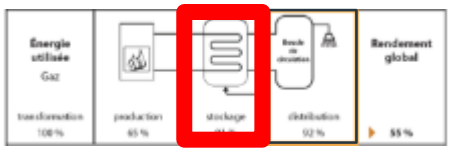
Stockage ECS – Confort/contraintes



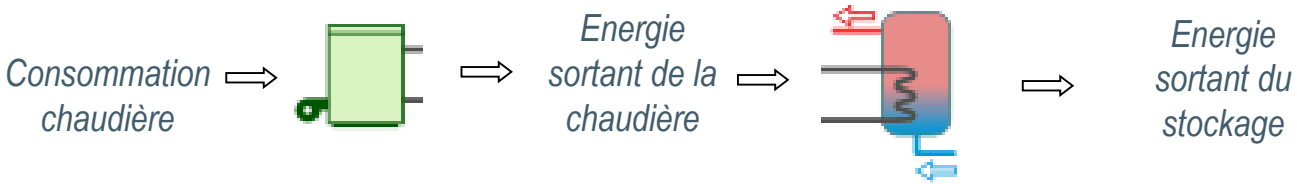
- Dimensionnement et confort:
  - diminution de la puissance de pointe et donc des générateurs (impact prix, plus large choix)
  - Moins de contrainte sur le débit
- Contraintes:
  - Encombrement
  - Charge structurelle
  - Risque sanitaire et gestion température (légionelle)

Source: Energie +

Stockage ECS – Règlementation PEB

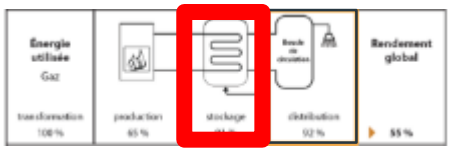


- Le rendement de stockage – Théorie



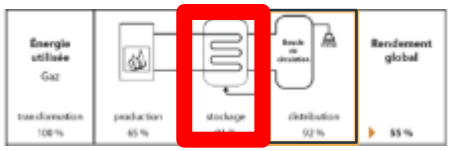
$$\eta_{stockage} = \frac{Energie\ sortant\ du\ stockage}{Energie\ sortant\ de\ la\ chaudière} = \frac{Energie\ sortant\ du\ stockage}{Energie\ sortant\ du\ stockage + Perte\ de\ stockage}$$

Stockage ECS – Choix d'un produit



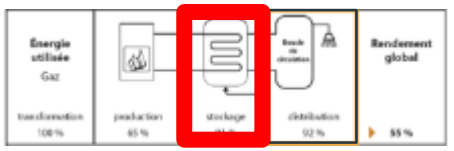
- Le rendement de stockage – La physique: notion de pertes d'entretien:
  - pertes ou consommations d'entretien (d'un stockage d'eau chaude) sont observées même en l'absence de soutirage d'eau chaude;
  - nécessaires pour maintenir le stock d'eau à sa température de consigne, et ainsi compenser les pertes thermiques (dissipation de la chaleur dans le milieu ambiant).
  - dépend du volume stocké (de son isolation) et de la différence de température entre « l'intérieur » et « l'extérieur ».
  - (souvent) exprimées en kWh/24h pour une différence de 45K (une température ambiante de +20°C et à une température ECS de 65 °C).
  - Norme de référence: DIN 4753/8, norme EN 12897 ou norme EN 12977-3

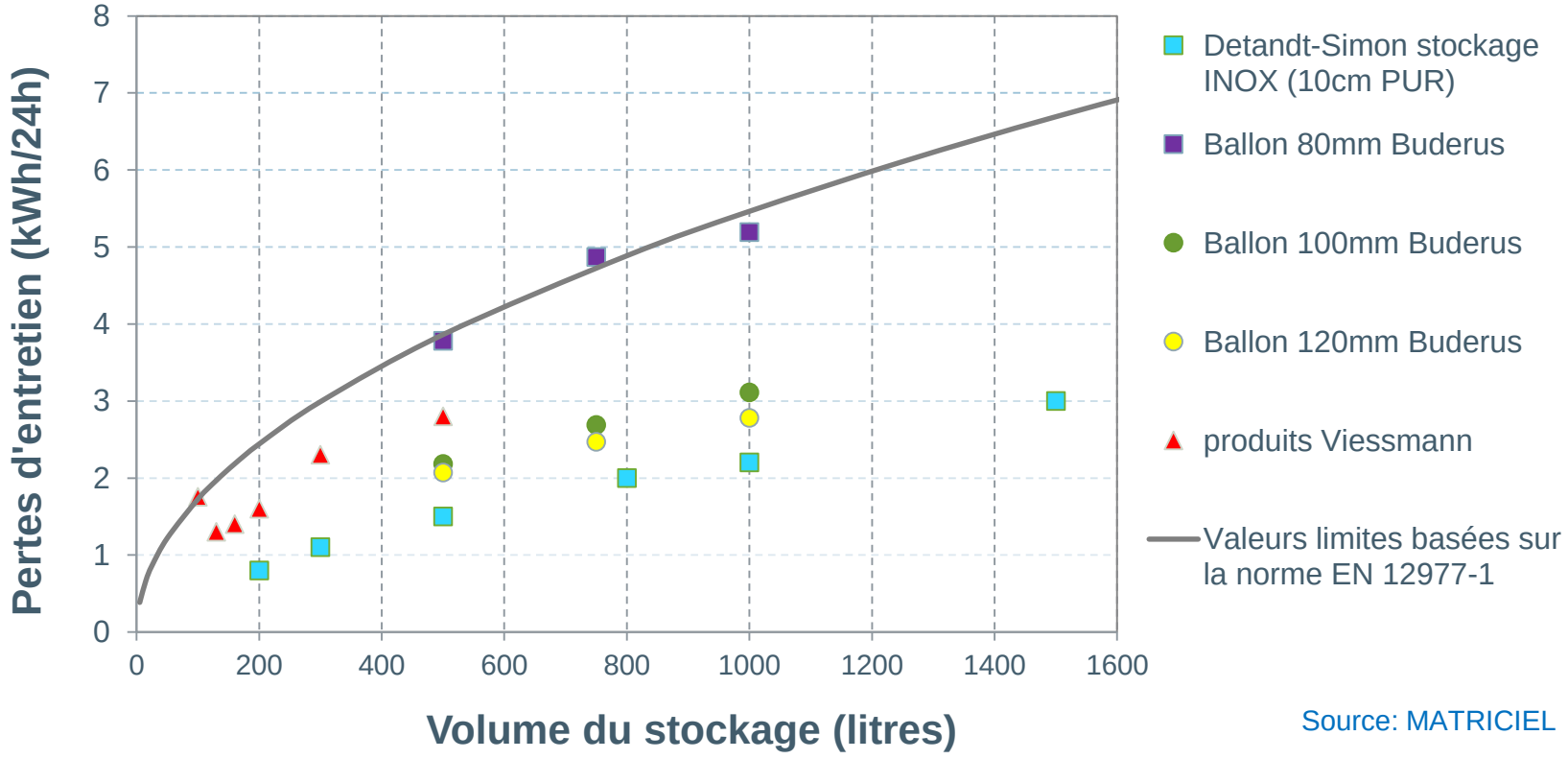
Stockage ECS – Choix d'un produit



- Ordres de grandeurs pertes annuelles:
  - Stockage de 100 litres intégré : 640kWh/an
  - Stockage de 100 à 150 litres standard : 500kWh/an
  - Stockage de 300 litres : 400kWh/an (isolation performante) à 840kWh/an (produit standard)
  - Stockage de 1000 litres : 800 (performant) à 1900kWh/an (peu performant)

Stockage ECS – Choix d'un produit

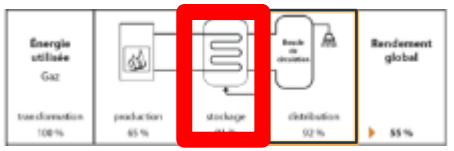




Source: MATRICIEL

Pertes d'entretien en kWh par 24h pour une différence de température de 45K pour différents produits (Buderus, Viessmann, Detandt-Simon) ainsi que les valeurs limites imposées par la norme EN 12977-1 Installations solaires thermiques et leurs composants (exigences générales pour chauffe-eau solaires et installations solaires combinées).

Stockage ECS – Choix d'un produit: exercice



- Quel est le coût annuel d'un chauffe eau de 15 litres sous un évier de cuisine? Et celui de 150 litres dans la SDB?
- Données:
  - kWh élec: 0,2 €/kWh
  - Fabricant:

litres	kWh/24h
5	0,21
15	0,37
150	2,9

- Résultats:
  - Cuisine: ……
  - SDB: ……..

SN(U) 5 SLI, 10 SLI, 15 SLI, 15 SL

SN : chauffe-eau pour montage sur évier avec une capacité de 5, 10 ou 15 litres (selon le modèle)

SNU : chauffe-eau pour montage sous évier avec une capacité de 5 ou 10 litres (selon le modèle)

Puissance de 2,0 à 3,3 kW (selon le modèle)

Température réglable de 35 à 83 °C

Tension : 230-V en monophasé, livré avec câble de raccordement et fiche de prise de courant.

Consommation d'entretien 0,21 / 0,37 kWh par jour selon le modèle

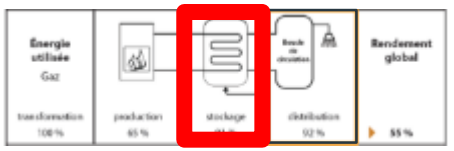
Voyant de fonctionnement

Position éco à 60°C

Protection : IP 24

Source: Stiebel-Eltron

Stockage ECS – Instantané, pas de pertes?



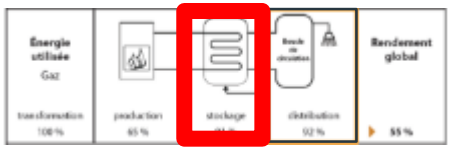
- En instantané pas de pertes de stockage, mais cela n'exclut pas d'isoler l'échangeur!
- La preuve par les chiffres…

650 kWh

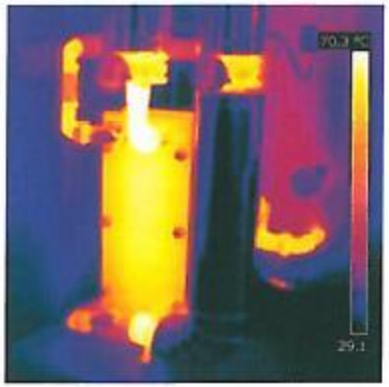
1350 kWh

Sources : MATRIciel.sa

Stockage ECS – Instantané, pas de pertes?



- La preuve par les images…

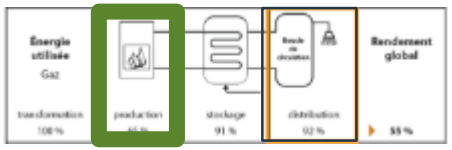


Sources : Hôpitaux Iris Sud

Plan de l'exposé

- Besoins en énergie
- Distribution
- Stockage
- Production
- Divers (auxiliaires)

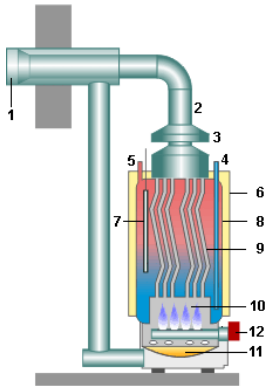
Production ECS

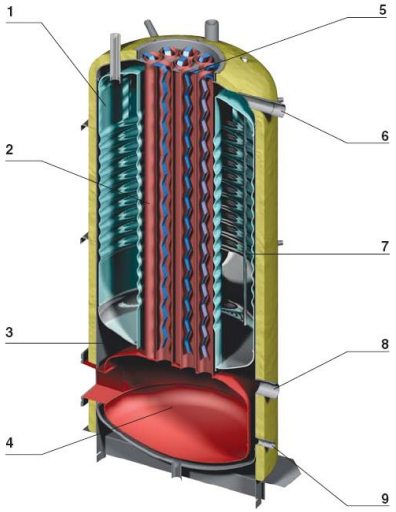


- Les techniques existantes:
  - Chauffe-eau
  - Chaudière
  - PAC
  - Cogénération
  - Solaire thermique
- Centralisé ou décentralisé: le choix
- Le système Combilus

Production ECS - Chauffe eau

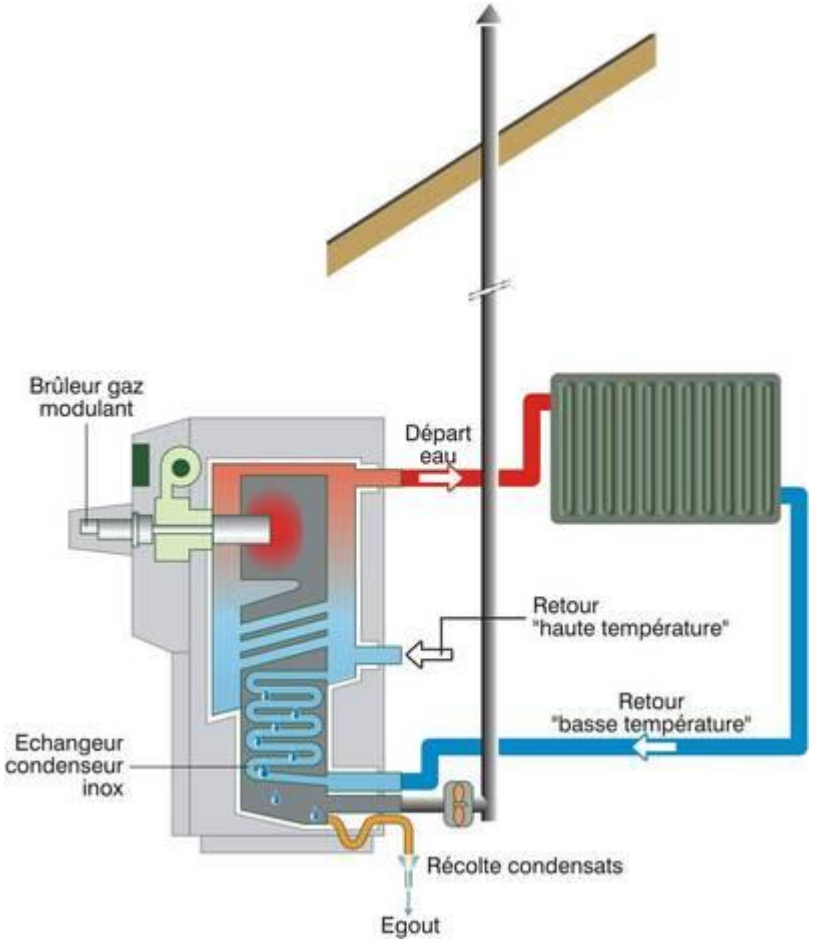
- Gaz:
  - Instantané
  - Avec stockage
  - À condensation
- Electricité:
  - Stockage quasi indispensable pour production électrique (sauf faible débit)





- ballon 185l
- conso d'entretien: 5.05 kWh/24h!

Production ECS - Chauffe eau condensation



Production ECS - Chauffe eau Rappel

Quelle est le lien entre 16.4 litres/min et 35°C?
La puissance calorifique à fournir à l'eau :

$$P = d \times C_P \times \Delta T$$

d = débit de l'eau à chauffer (en kg/s).
C_P = est la capacité calorifique de l'eau (C_P=4186 J/kg/°C)
ΔT est l'élévation de température

					Chaudières Combi:	
Pression minimale	bar					
Pression maximale	bar					
Refoulement disponible (ΔT=20K)	mbar	545	295	291	295	291
Circuit sanitaire						
Capacité de puisage (60°C) (ΔT=50K)	l/min	–	–	–	8,2	11,1
Capacité de puisage (40°C) (ΔT=30K)	l/min	–	–	–	13,7	19,5
Capacité de puisage (35°C) (ΔT=25K)	l/min	–	–	–	16,4	23,3
Rendement annuel ECS (Hi)	%	–	–	–	90,6*	92,3**
Circuit électrique						
Raccordement	V/Hz			230/50		
Puissance maximum absorbée – pleine charge	W	88	116	129	124	139
Puissance maximum absorbée – charge basse	W	21	21	22	21	22
Puissance maximale absorbée - stand-by	W			4		

Sources : Remeha

Production ECS - Chauffe eau Exercice

- Vérifier les données de la chaudière de 28kW. Les débits annoncés sont-ils réalistes

	Débit (l/min)	Delta T (K)	Puissance (kW)
Données 1	8,2	50	
Données 2	13,7	30	
Données 3	16,4	25	

		28c
Généralités		
Puissance nominale	(80/60°C) kW	5 - 24,1
	(50/30°C) kW	5,6 - 25,5
Rendement à charge partielle (EN 92/42) retour 30°C	%	108,0
Circuit gaz et gaz brûlés		
Catégorie de gaz		
Classification racc. combustion		, C53, C83, C93
Circuit chauffage		
Pression minimale	bar	
Pression maximale	bar	
Refoulement disponible (ΔT=20K)	mbar	295
Circuit sanitaire		
Capacité de puisage (60°C) (ΔT=50K)	l/min	8,2
Capacité de puisage (40°C) (ΔT=30K)	l/min	13,7
Capacité de puisage (35°C) (ΔT=25K)	l/min	16,4
Rendement annuel ECS (Hi)	%	90,6*
Circuit électrique		
Raccordement	V/Hz	
Puissance maximum absorbée – pleine charge	W	124
Puissance maximum absorbée – charge basse	W	21
Puissance maximale absorbée - stand-by	W	

Sources : Remeha

Production ECS - Chauffe eau Exercice

- Quelle est la température au point de puisage alimenté par l'appareil suivant?
  - 5,6 litre/min
  - 11,1 kW (16A)
  - Eau de ville: 10°C
  - ECS: …… °C

Modèle		DHB-E 11 SLi	DHB-E 18 SLi 25 A
		232013	232015
Puissance de raccordement	kW		
Puissance nominale 1	kW	11,1	18
Courant nominal 1	A	16	26
Courant nominal	A		
Phases		3/PE	3/PE
Fréquence	Hz	50/60	50/60
Température d'arrivée max.	°C	60	60
Débit d'eau chaude sanitaire	l/min	5,6	9,2
Réglage de la température	°C	env. 30–60	env. 30–60
Indice de protection (IP)		IP25	IP25
Couleur		blanc	blanc
Hauteur	mm	478	478
Largeur	mm	225	225
Profondeur	mm	105	105
Poids	kg	3,6	3,6

Sources : Stiebel Eltron

Production ECS - Chaudière

- Techniquement, toute chaudière peut produire de l'eau chaude via un stockage ou un échangeur à plaque, intégré ou non à la chaudière.
- Le choix dépendra:
  - Des combustibles disponibles (gaz de ville)
  - De l'encombrement « acceptable » pour le projet (stockage pellet par exemple)
  - Du choix effectué pour le chauffage
  - De la performance énergétique… et donc la rentabilité
- Eléments abordés:
  - Rendement et performance
  - Condensation et ECS

Production ECS - Chaudière

		Chaudières Solo: Chauffage seul			Chaudières Combi: Chauffage et production d'eau chaude sanitaire instantanée	
		15S	25S	35S	28C	40C
Généralités						
Puissance nominale	(80/60°C) kW	5 - 14,5	5 - 24,1	6,3 - 34	5 - 24,1	6,3 - 34
	(50/30°C) kW	5,6 - 15,8	5,6 - 25,5	7 - 35,9	5,6 - 25,5	7 - 35,9
Rendement à charge partielle (EN 92/42) retour 30°C	%	108,5	108,0	108,2	108,0	108,2
Circuit gaz et gaz brûlés						
Catégorie de gaz		$I_{2E(S)B}$, I_{3P}				
Classification racc. combustion		B23, B23p, B33, C13, C33, C43, C53, C83, C93				
Circuit chauffage						
Pression minimale	bar	0,8				
Pression maximale	bar	3				
Refoulement disponible (ΔT=20K)	mbar	545	295	291	295	291
Circuit sanitaire						
Capacité de puisage (60°C) (ΔT=50K)	l/min	–	–	–	8,2	11,1
Capacité de puisage (40°C) (ΔT=30K)	l/min	–	–	–	13,7	19,5
Capacité de puisage (35°C) (ΔT=25K)	l/min	–	–	–	16,4	23,3
Rendement annuel ECS (Hi)	%	–	–	–	90,6*	92,3**
Circuit électrique						
Raccordement	V/Hz					
Puissa						
Puissa						
Puissa						

Une production d'eau chaude sanitaire n'a pas forcément le même rendement que la production de chauffage…

Production ECS - Chaudière

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	30	340	395
- 30% de la puissance nominale	W	35	50	55	5	60	65

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

Une production d'eau chaude sanitaire n'a pas forcément le même rendement que la production de chauffage…

Production ECS - Chaudière

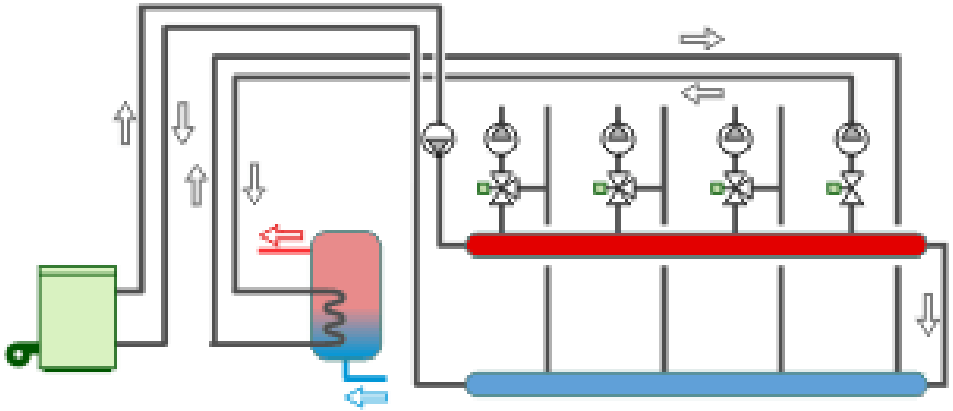
- Fiche produit suivant règlement UE
- Exemple pour un produit soumis à règlement UE n°811/2013

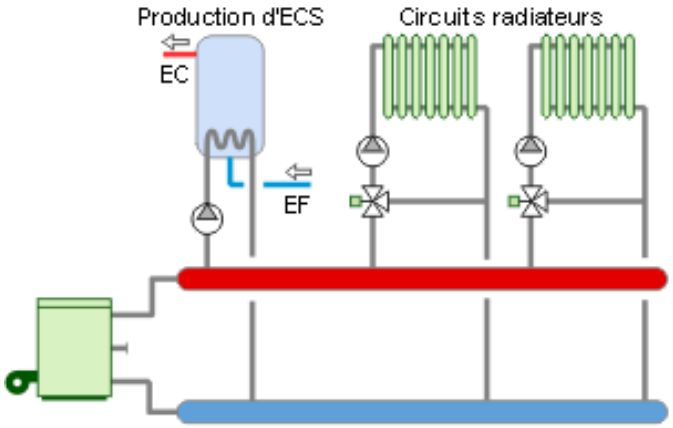
Product Information as required by EU regulations No 811/2013 and No 813/2013

Product Fiche (according to EU regulation No 811/2013)

(a)	Supplier's name or trademark	*Baxi*					
(b)	Supplier's model identifier	*Baxi 128 Combi*					
(c)	Space heating: medium temperature application	*0*		Water heating: declared load profile		*XL*	
(d)	Seasonal space heating energy efficiency class	*A*		Water heating energy efficiency class		*A*	
(e)	Rated heat output, including the rated heat output of any supplementary heater	*24*	*kW*				
(f)	Space heating: annual energy consumption	*20,556*	*kWh*	and/ or	*74*	*GJ*	
	Water heating: annual electricity and/ or fuel consumption	*51*	*kWh*	and/ or	*17*	*GJ*	
(g)	Seasonal space heating energy efficiency	*93*	*%*	water heating energy efficiency	*86*	*%*	
(h)	Sound power level, indoors	*50*	*dB(A)*				
(i)	Combination heater is able to work only during off-peak hours	*no*					
(j)	Specific precautions for assembly, installation and maintenance	Before any assembly, installation or maintenance the user and installation manual has to be read attentively and to be followed					

Production ECS - Chaudière



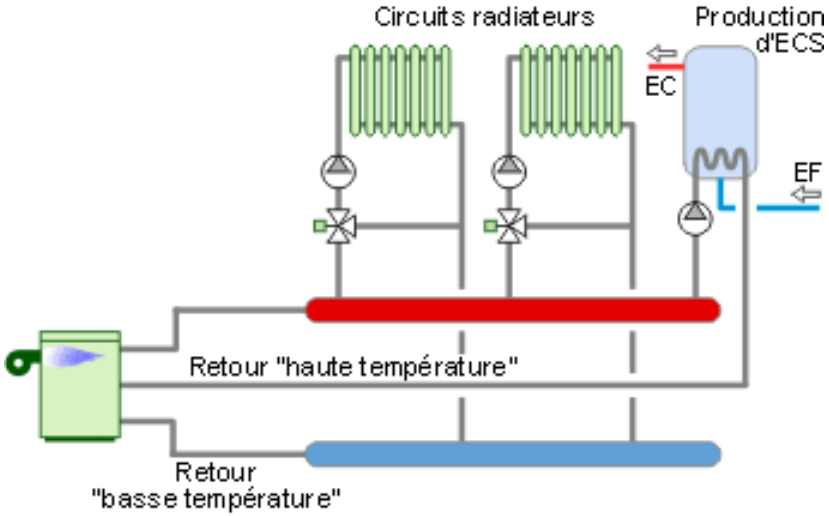


- Inconvénients:
  - Pertes de distributions
  - Production en été

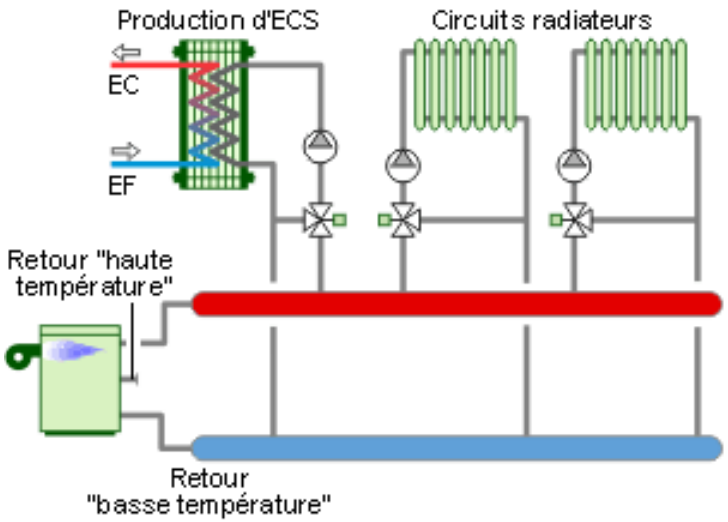
- A préférer avec priorité ECS et régulation en température glissante en-dehors des périodes de charge du ballon

Sources : Energie+

Production ECS - Chaudière condensation



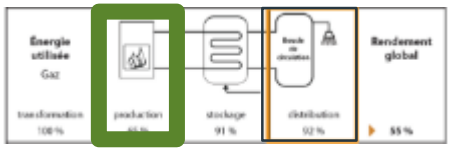
- Option 1: deux retours sur chaudière



- Option 2: dimensionnement de l'échangeur pour assurer un retour inférieur au point de rosée

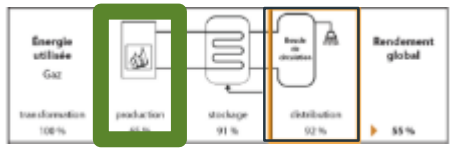
Sources : Energie +

Production ECS - PAC



- Stockage indispensable PAC vu la puissance électrique
- 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
- Légionnelle: résistance électrique d'appoint

Production ECS - PAC: analyse de spécifications techniques

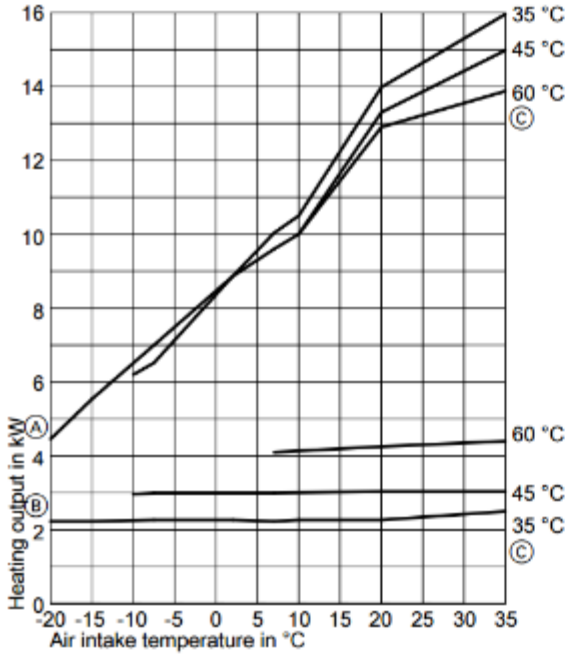


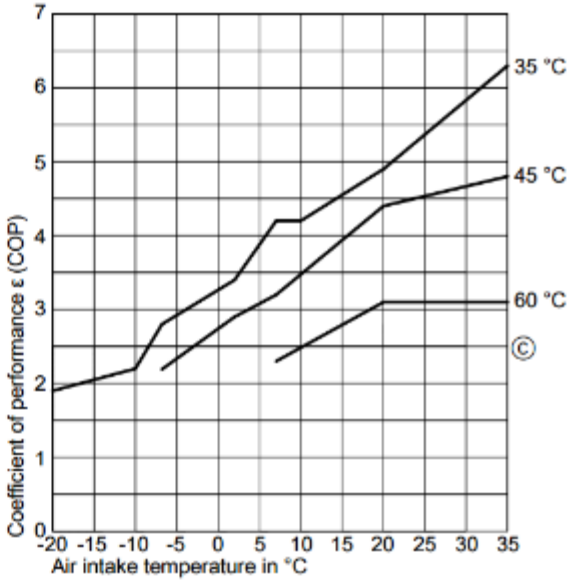
- COP? Dans quelles conditions? Comment recalculer le COP avec les données fournies?
- T° ECS max compatible légionelle?
- Consommation pendant une semaine de congé?

Vitocal 160-A		Type WWK	Type
Performances de la pompe à chaleur pour la production d'ECS de **15 à 45 °C** et une température de l'air de 15 °C			
Puissance nominale	kW	1,52	
Coefficient de performance ∈ (COP)		3,54	
Données de puissance électriques			
Puissance électr. absorbée de la pompe à chaleur	kW	0,43	
Puissance électr. absorbée du système chauffant électrique	kW	1,5	
Récupération de chaleur			
Débit volumique de l'air max.	m^3/h	250	
Préparateur d'eau chaude sanitaire			
Capacité du préparateur	l	285	
Pression de service maximale admissible	bar	10	
Consommation d'entretien q_{BS}	kWh/24 h	2,48	
Déperditions calorifiques selon EnV	kWh/24 h	2,70	
Production d'ECS uniquement via la pompe à chaleur			
Température ECS maximale	°C	55	
Coefficient de performance N_L *1*2		1,1	
Quantité disponible*2 (température de l'eau mélangée 45 °C, débit de soutirage 15 l/min)	l	260	
Production d'ECS via la pompe à chaleur et appoint de chauffage par système chauffant électrique			
Température ECS maximale	°C	65	
Coefficient de performance N_L *1*2		1,8	
Quantité disponible*2 (température de l'eau mélangée 45 °C, débit de soutirage 15 l/min)	l	320	

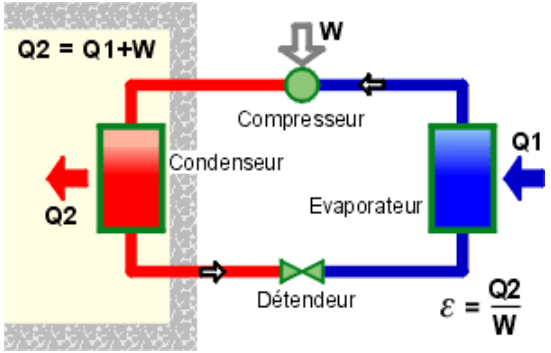
Production ECS - PAC: analyse de spécifications techniques

Vitocal 300-A, 230 V





Ⓐ Heating output
Ⓑ Power consumption
Ⓒ Heating water flow temperatures T_{HV}



Heating output data

Operating point	W	°C	35								45						60		
	A	°C	-20	-15	-7	2	7	10	20	35	-10	-7	2	7	20	35	7	20	35
Heating output		kW	4.6	5.4	7.0	8.6	10.1	10.6	13.9	15.8	6.2	6.7	8.6	9.6	13.3	14.9	9.6	12.9	13.7
Power consumption		kW	2.4	2.4	2.5	2.5	2.4	2.5	2.6	2.5	2.9	3.0	3.0	3.0	3.1	3.1	4.1	4.2	4.4
Coefficient of performance ε (COP)			1.9	2.2	2.8	3.4	4.2	4.2	5.4	6.3	2.1	2.2	2.9	3.2	4.4	4.8	2.3	3.1	3.1

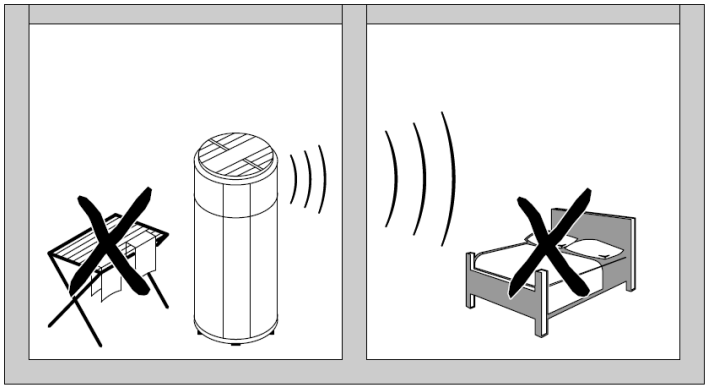
Cooling capacity data

Operating point	W	°C	18		7	
	A	°C	35	27	35	27
Cooling capacity		kW	9.4	10.4	7.4	8.6
Power consumption		kW	3.4	3.0	3.3	2.8
Performance factor EER			2.7	3.5	2.3	3.1

Production ECS - PAC: analyse de spécifications techniques

Niveau de puissance acoustique en cas d'utilisation sur air ambiant, à un débit volumique de l'air de 250 m^3/h

	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 la chaufferie	40	45	53	52	52	55	44	37	60

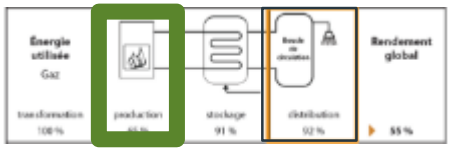


Source sonore	Lw (dB)
Bruissement des feuilles	30
Chuchotement	40
Conversation à voix basse	50
Conversation normale	70
Conversation à haute voix	80

Production ECS - Petit exercice de choix…

	Mars 2018	Prix TVAC	Unité	PCI / PCS	PrixTVAC cEUR/kWh	Tendance 12 derniers mois TCAM*	Tendance 5 dernières années TCAM*	Autres frais	Données sources
Bois	Bûches (refendu 33, séchées sous abri 1 an)	81	€/stère	PCI	4,5	6,5%	3,3%	Livraison incluse (max 30 km)	ValBiom
	Plaquettes (30%HR, camion 30 m³)	25	€/map	PCI	3,1	8,5%	-0,5%		
	Pellet (vrac, minimum 4 t)	247	€/t	PCI	4,9	0,6%	-1,4%		
	Pellet (sac) minimum 1 palette 975 kg	265	€/t	PCI	5,3				
Mazout chauffage	Livraison supérieur à 2000 l	*0,61*	€/l	PCS	5,7	15,8%	-10,8%	Livraison incluse	SPF economie
Propane Butane	Propane vrac	0,50	€/l	PCS	6,9	17,4%	-6,8%	Livraison incluse	SPF economie
Gaz naturel	Marché en Wallonie	6,5	c€/kWh	PCS	6,5	5,8%	-2,5%		
	Marché en Région bruxelloise	5,8	c€/kWh	PCS	5,8	8,3%	-4,7%	Redevance incluse	CREG
	Marché en Région flamande	5,4	c€/kWh	PCS	5,4	7,3%	-5,8%		
Electricité mono-horaire	Marché en Wallonie	26,4	c€/kWh		26,4	5,5%	3,1%		
	Marché en Région bruxelloise	23,0	c€/kWh		23,0	13,0%	1,3%	Redevance incluse	CREG
	Marché en Région flamande	29,6	c€/kWh		29,6	-5,8%	12,0%		
	Inflation mensuelle	xxxx	%			1,5%	1,2%		SPF économie

Production ECS - Petit exercice de choix…



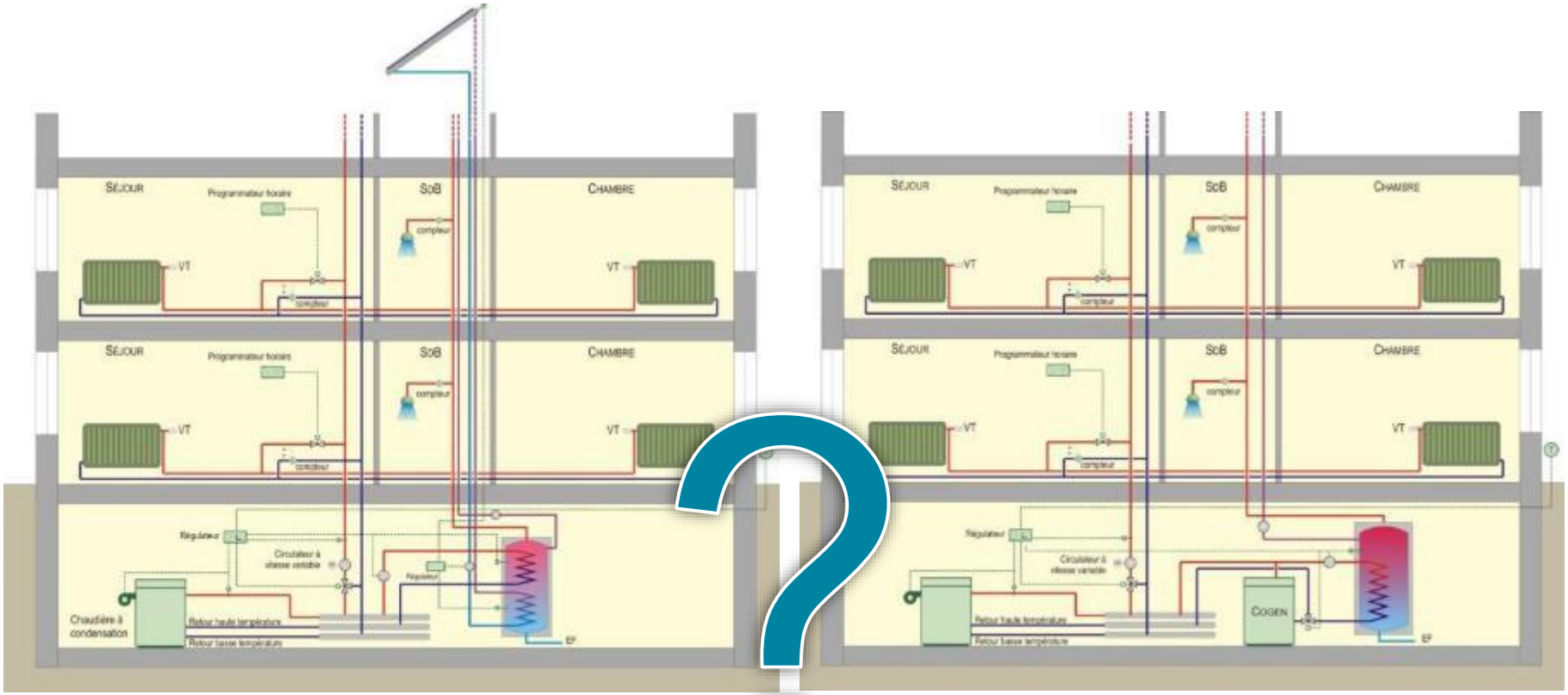
- En prenant comme rendement:
  - Chaudière pellets: 90% PCI ⇔
  - Chaudière gaz à 100% charge: 97% PCI ⇔ 87,5% PCS
  - PAC sol/eau: COP 2,8
  - PAC air/eau + stockage: COP 1,68
  - Stockage de 150 litres externe: pertes de 1,4 kWh/24h
  - Instantané gaz: 91% PCI ⇔ 82% PCS
  - Boiler électrique (pertes: 2,9kWh/24h): 100%
- Et les données économiques du slide précédent
- Quelle installation semble la plus performante à l'utilisation pour produire 18m³ d'eau chaude à 38°C (eau froide supposée à 10°C) sur une période de 6 mois (180 jours)?

Production ECS - Petit exercice de choix…

- Puissance moyenne pendant 6 mois: …… W
- Energie contenue dans 6 mois d'ECS à 38°C: …… kWh
- Perte de stockage de 150L sur les 6 mois? …… kWh
- Rendement du stockage: …… %
- Consommations en kWh, pellets, €:

Générateur	Pertes de stockage kWh	Besoins nets kWh	Besoins bruts kWh	Rendement (PCS) %	Consommations kWh (PCS)	c€/kWh	Coût énergétique €
Chaudière pellets				85%		4,9	
Chaudière gaz				87%		5,9	
PAC sol/eau				280%		18	
PAC air/eau				168%		18	
Instantané gaz				82%		5,9	
Boiler électrique				100%		18	

Production ECS - Cogénération & solaire thermique



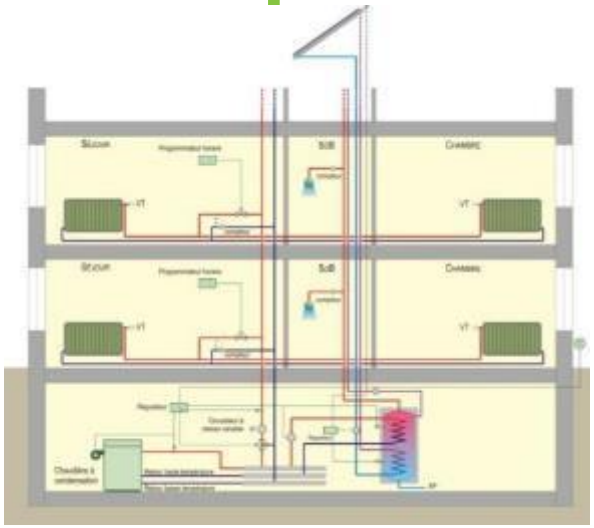
Solaire thermique **Cogénération**

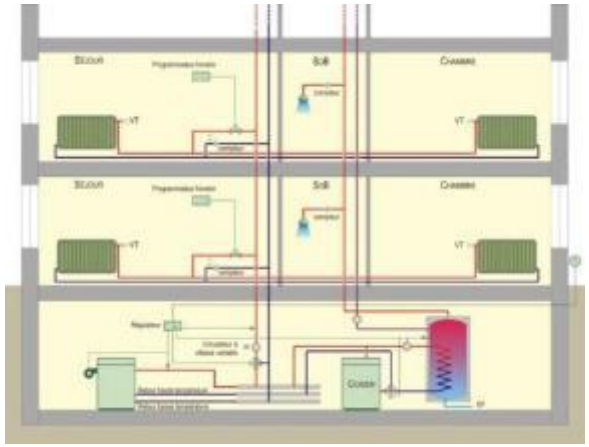
La cogénération doit tourner le plus longtemps possible.

⇨ adaptée pour la **production d'ECS** dont le profil est homogène.

⇨ permet de couvrir 95 % des besoins

Production ECS - Cogénération & solaire thermique





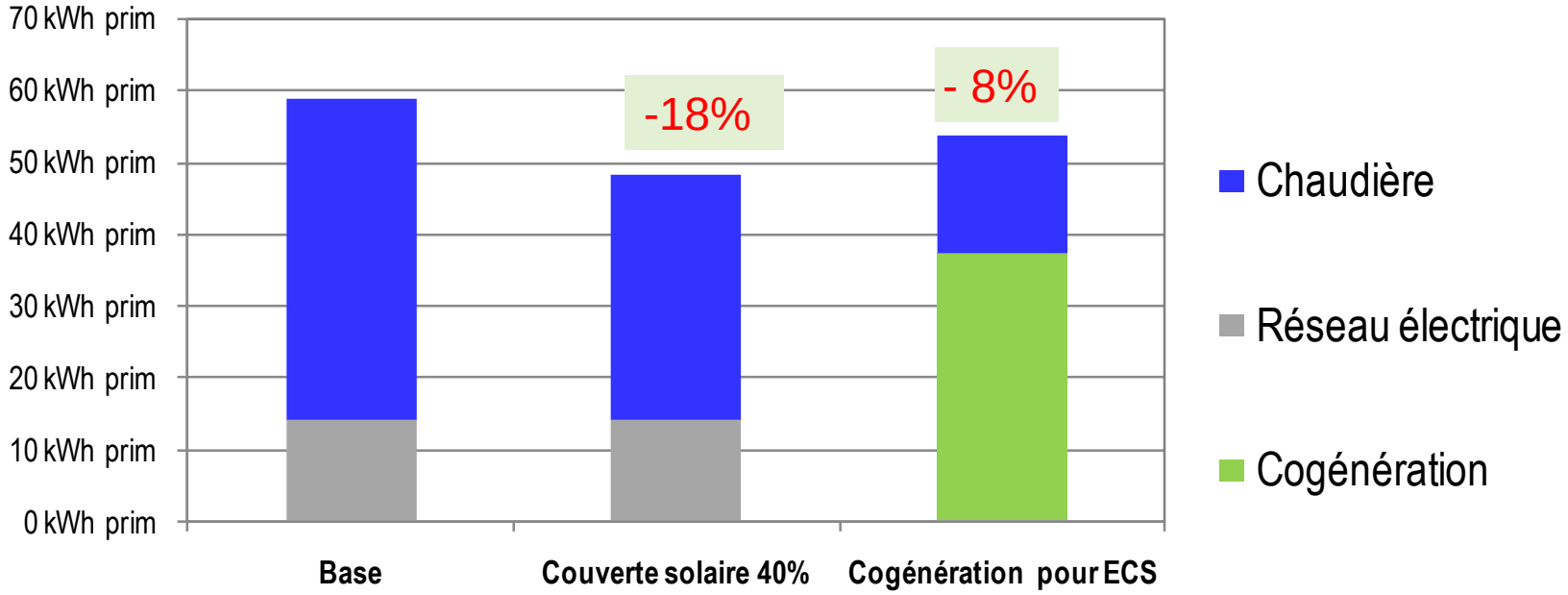
Choix fortement dépendant de l'échelle du projet et des primes ou certificats verts disponibles

Projets de petite et moyenne échelle → **Solaire thermique**

Lorsque le besoin de chaleur augmente, la rentabilité de la cogénération augmente

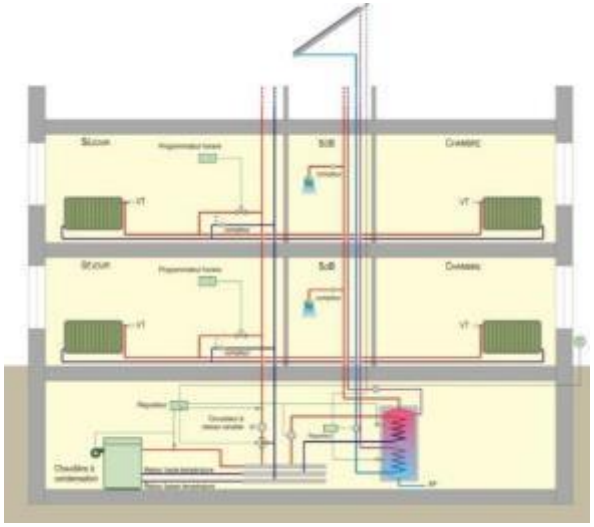
- L'investissement (€/kW) diminue fortement avec la puissance
- Frais d'entretien (€/kW) diminue fortement avec la puissance
- Le rendement électrique d'un cogénérateur de grosse puissance est plus élevé que le rendement électrique d'un cogénérateur de petite puissance

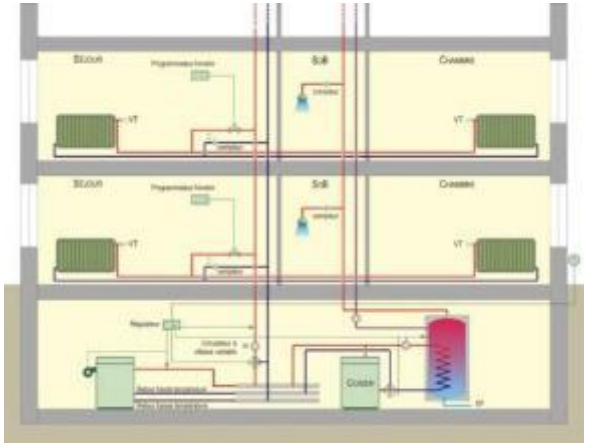
Production ECS - Cogénération & solaire thermique



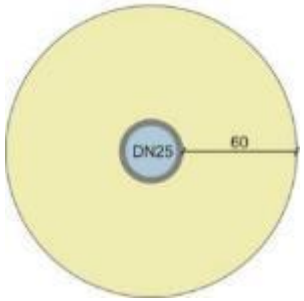
D'un point de vue Environnemental

Cas de 31 appartements

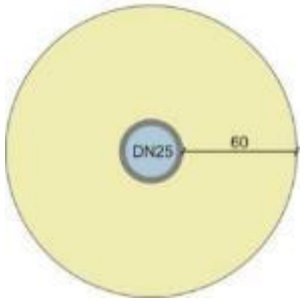




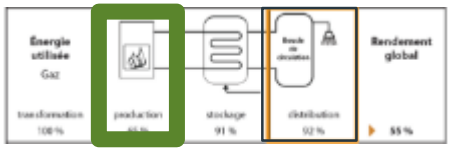
Production ECS - Cogénération & solaire thermique

	Longueur de boucle - 100 m T° boucle - T° ambiante = 40°C	Pertes en ligne (accessoires compris)	Pertes annuelles	Surface équivalente de capteurs solaires (Production solaire 500 kWh/m²)
Pas isolée				
Peu isolée		=	?	
Bien isolée				

Production ECS - Cogénération & solaire thermique

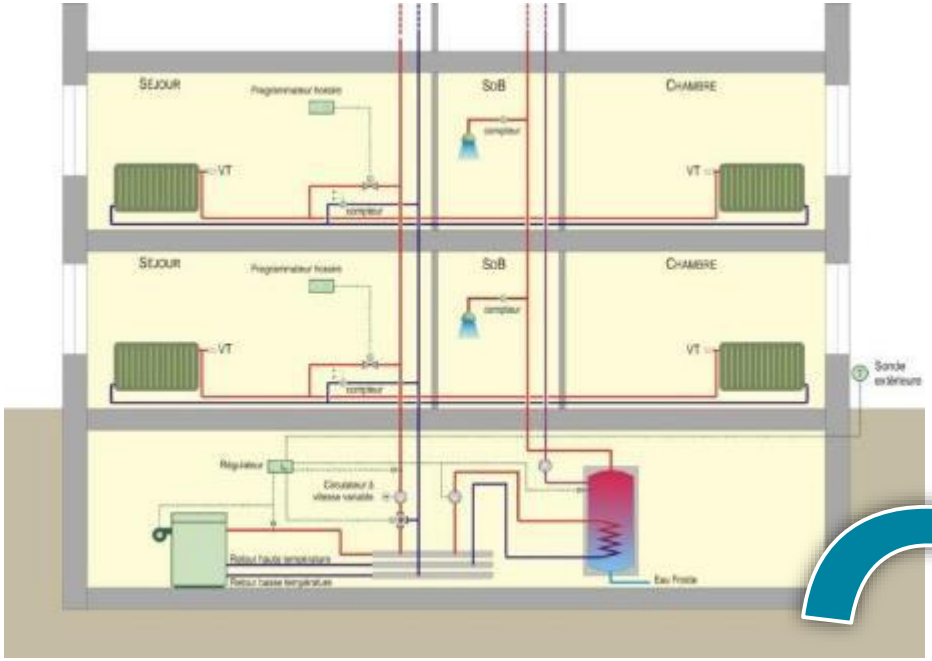
Longueur de boucle - 100 m T° boucle - T° ambiante = 40°C		Pertes en ligne (accessoires compris)	Pertes annuelles	Surface équivalente de capteurs solaires (Production solaire 500 kWh/m²)
Pas isolée		5.700 W	50.000 kWh	**100 m²**
Peu isolée		1.500 W	13.500 kWh	**27 m²**
Bien isolée		850 W	7.500 kWh	**15 m²**

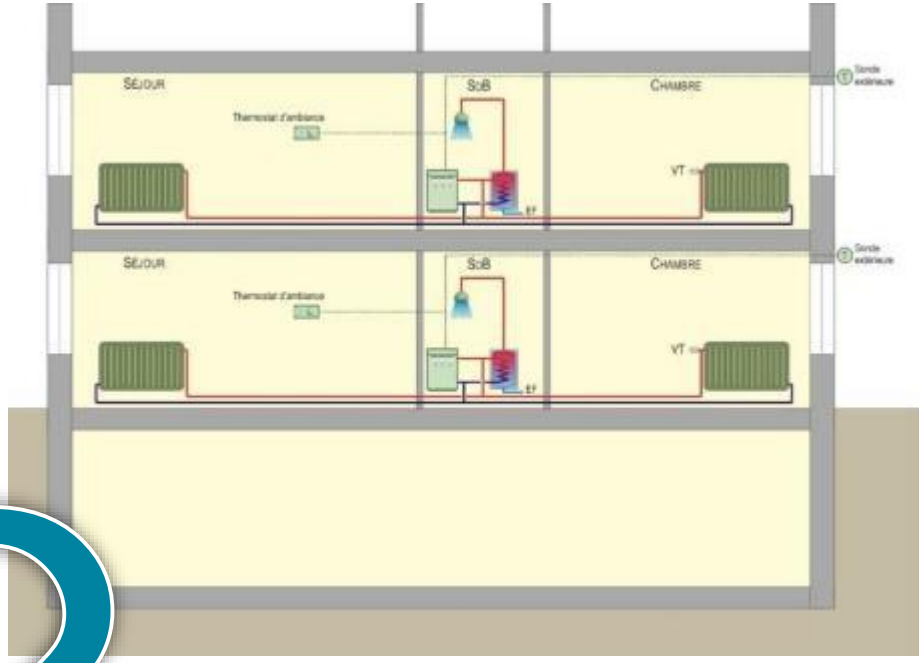
Production ECS



- Les techniques existantes:
  - Chauffe-eau
  - Chaudière
  - PAC
  - Cogénération
  - Solaire thermique
- Centralisé ou décentralisé: le choix
- Le système Combilus

Production centralisée ou décentralisée ?

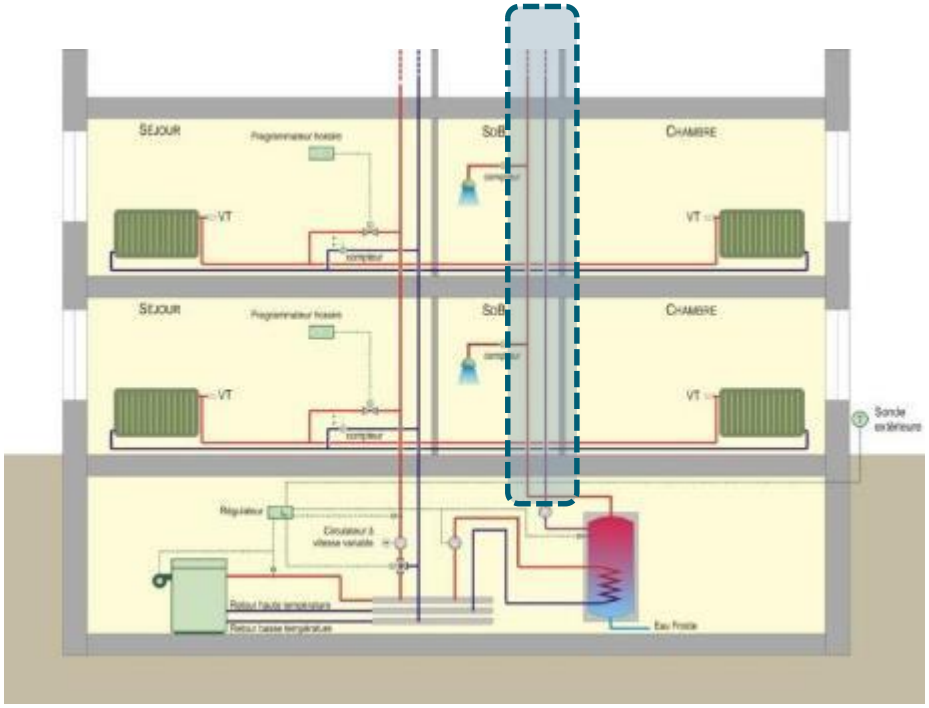


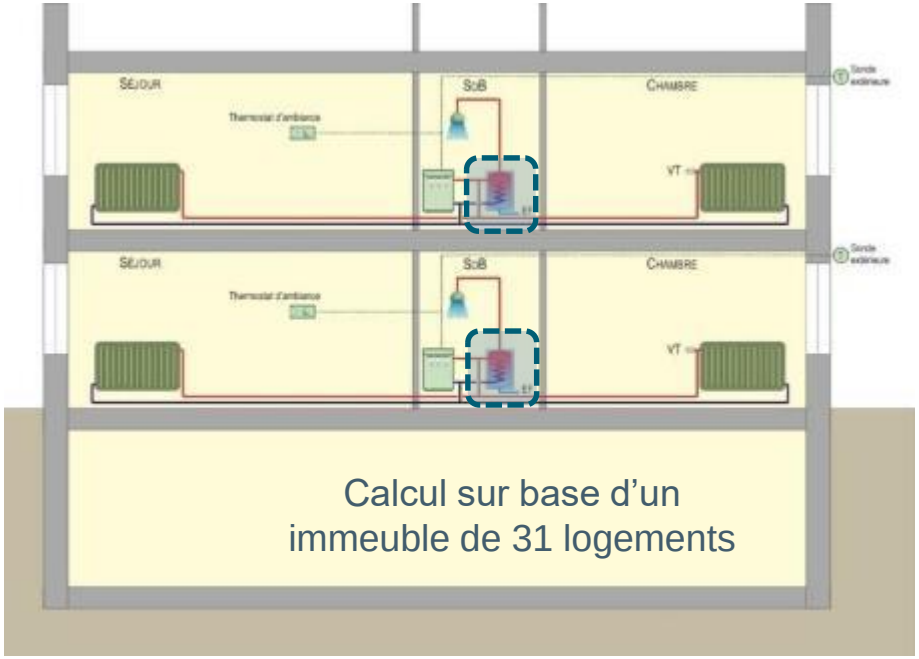


production centralisée – **production décentralisée**

Thèse : le choix est principalement déterminé par la production d'eau chaude sanitaire

Production centralisée ou décentralisée ?

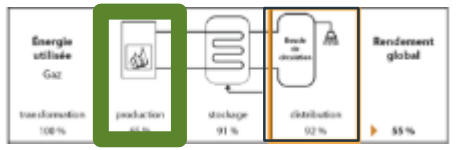




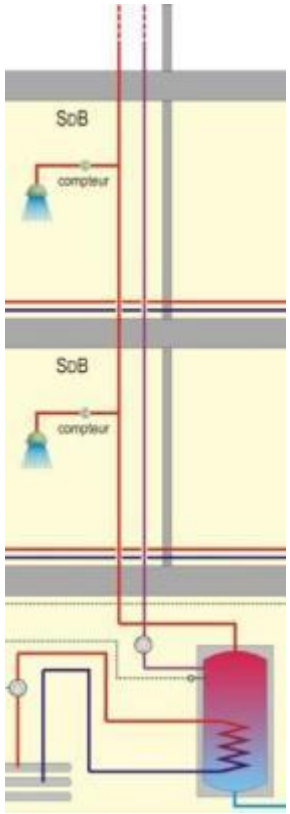
production centralisée – production décentralisée

Pertes de la boucle ECS >< pertes des ballons de stockage individuels

Production centralisée ou décentralisée ?



pertes en chaufferie + boucle ECS 90 m

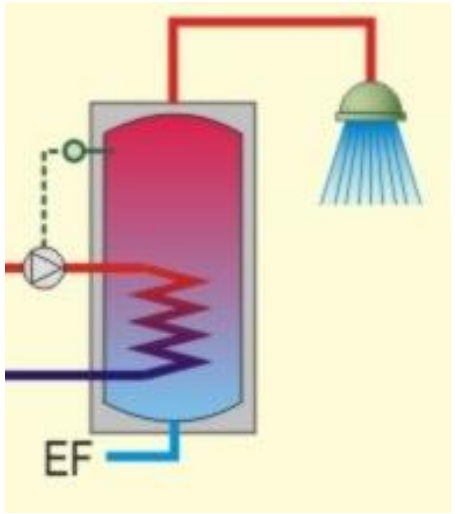


Conclusion : dans ce cas particulier, les pertes sont globalement équivalentes.

Remarque : la PEB est généralement défavorable aux installations avec boucles… ce qui joue en défaveur du centralisé

Déperditions ?

31 ballons ECS de 100 litres



4.200 + 7.200 = 11.400 kWh

3.600 pertes valorisées

7.800 pertes réelles

31 x 440 = 15.500 kWh

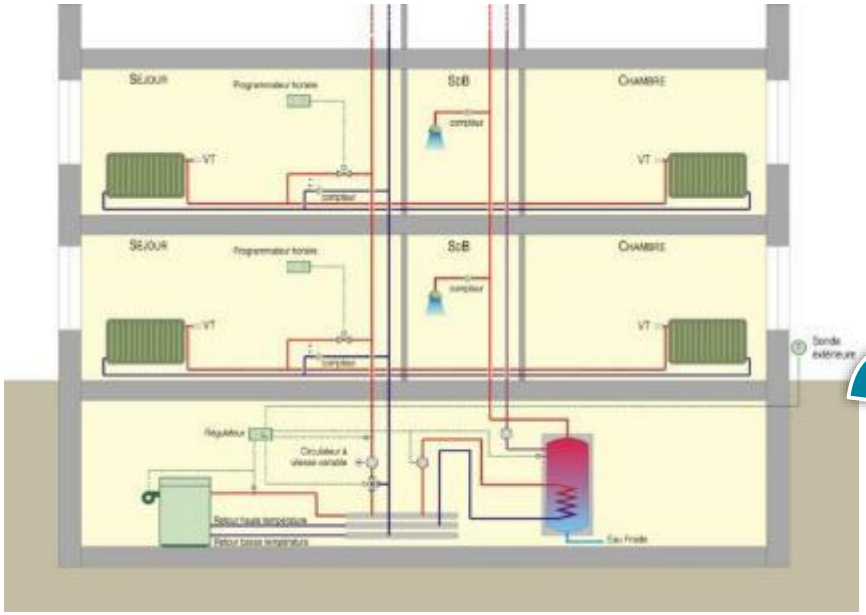
7.750 kWh valorisés

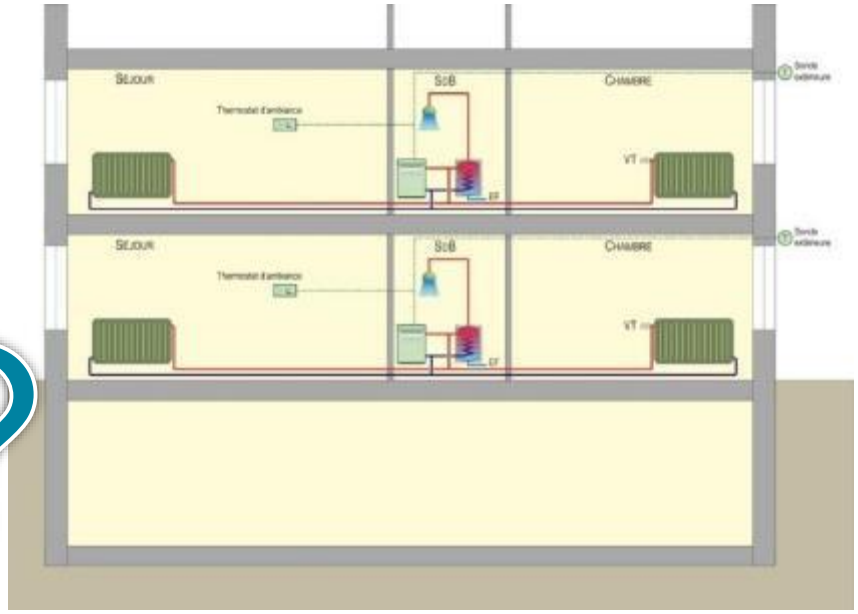
7.750 kWh pertes réelles

Production centralisée ou décentralisée ?

- Puissance chaudière individuelle (24kW – modulation 30% à 100% donc fonctionne souvent en « tout ou rien »)
- Contraintes techniques des conduits CLV et types de chaudière
- À chaque type de chaudière, correspond un conduit qui lui est propre
- Normes/règlementation à respecter:
  - NBN EN 61-002
  - NBN D 51-003 et
  - Installation PEB
  - …

Production centralisée ou décentralisée ?





Avantage de la centralisation

- Gains de place dans les appartements
- Recours facilité au **renouvelable**
- Entretien unique commun (+ si location)
- Prise air / rejet gaz combustion

Avantage de la décentralisation

- Décompte individuel facilité
- Entretien individuel (+ si propriétaire)

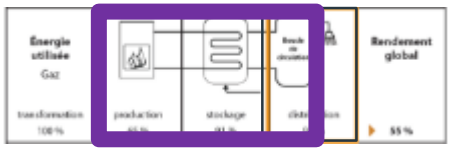
Choix?

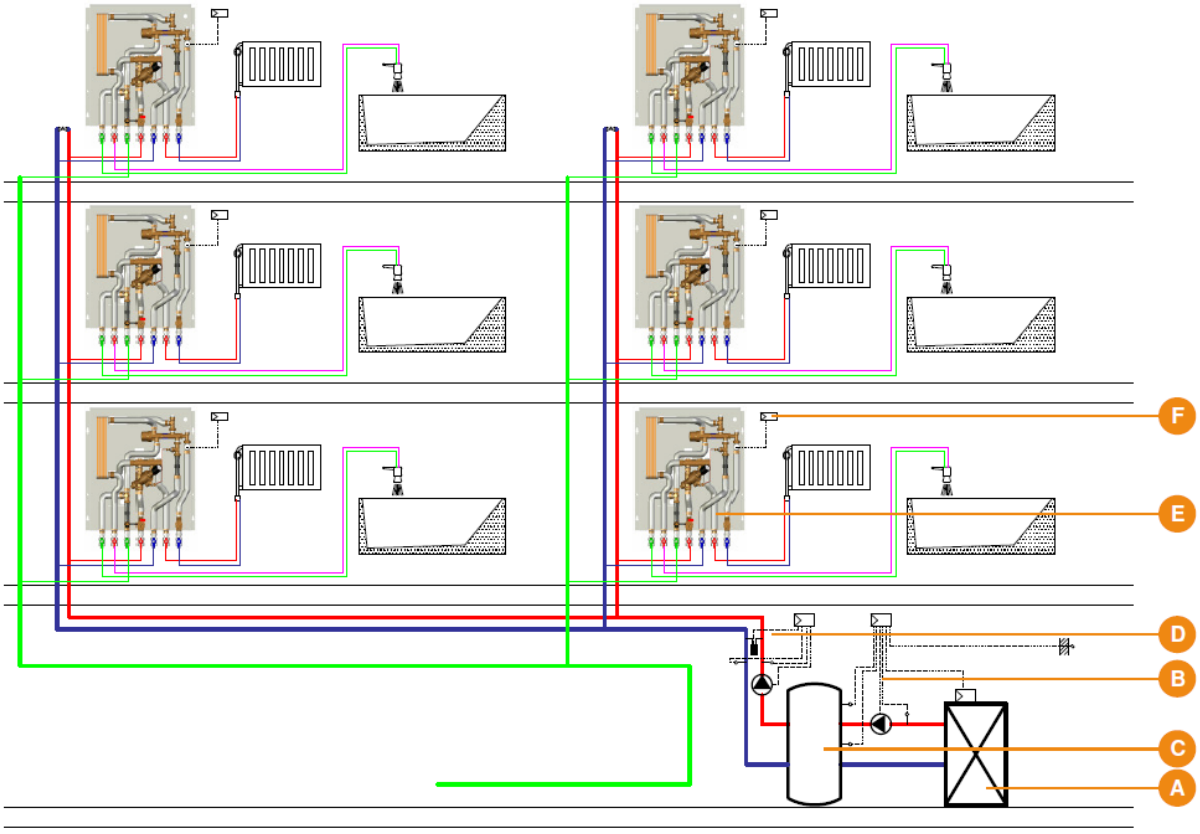
- Fonction des consommations
- impact des pertes (stockage et/ou boucle) à répartir sur une consommation plus ou moins importante
- Impact des auxiliaires (voir après)
- …

Production ECS

- Les techniques existantes:
  - Chauffe-eau
  - Chaudière
  - PAC
  - Cogénération
  - Solaire thermique
- Centralisé ou décentralisé: le choix
- Le système Combilus

Production ECS – Combilus: principe



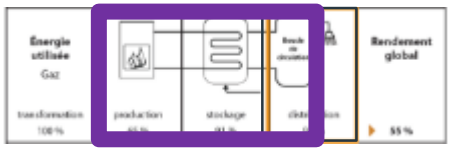


Système complet:

- A Chaudière
- B Groupe de pompe de charge
- C Ballon tampon
- D Groupe de pompe pour circuit d'eau chaude primaire
- E Station individuelle
- F Thermostat d'ambiance

source: Viessmann – Meibes Logotherm

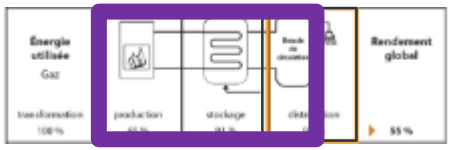
Production ECS – Combilus: chiffres clés



source: Viessmann – Meibes Logotherm

- Chiffres clés:
  - Puissance ECS: 35 kW (si 65°C)
  - Débit: 12 à 17 l/min à 50°C
  - Puissance chauffage: max 15 kW
  - Echangeur de chaleur: 0,6m², isolation 20mm (0,038W/mK)
  - Equipé de compteurs (monitoring et respect règlementation PEB)

Production ECS – Combilus: points faibles/forts



- Points faibles:
  - Performance PEB par rapport à solution centralisée équivalente mais sans sous-station
  - Coût (une chaufferie centralisée et une station par logement) selon certains concepteurs mais pas selon fabricant
- Points forts… principalement par rapport à solution type « chaudière individuelle »
  - Puissance chauffage station (10 à 15kW) plus faible que chaudière individuelle (24kW – modulation 30% à 100% donc fonctionne souvent en « tout ou rien »)
  - Encombrement station plus faible que chaudière individuelle (évacuation fumée, conduite gaz)
  - Pas d'appareil de combustion dans logement
  - Peu ou pas d'entretien (si ce n'est au niveau de la chaufferie centralisée)

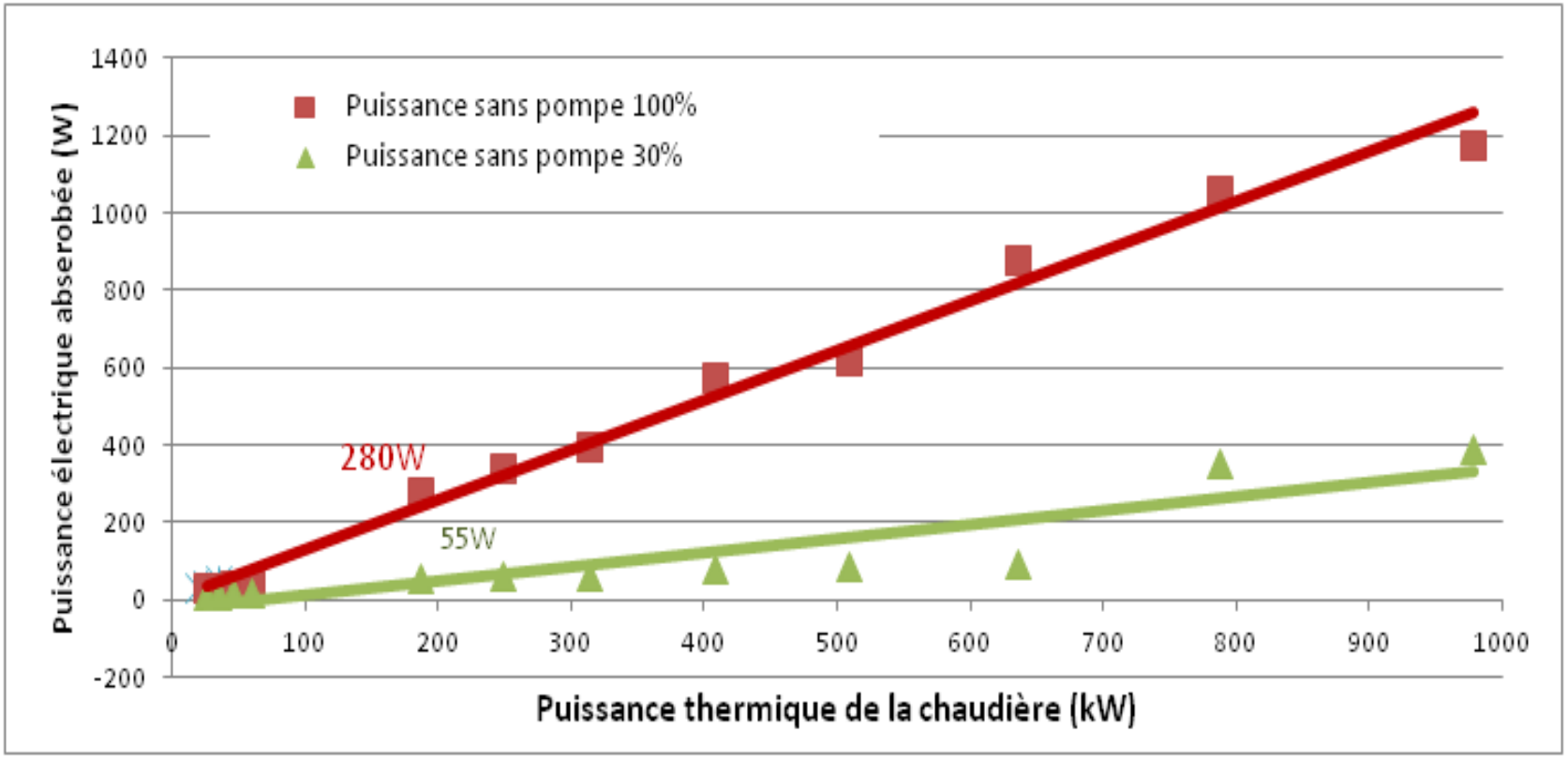
Plan de l'exposé

- Besoins en énergie
- Distribution
- Stockage
- Production
- Divers (auxiliaires)

Auxilaires ECS

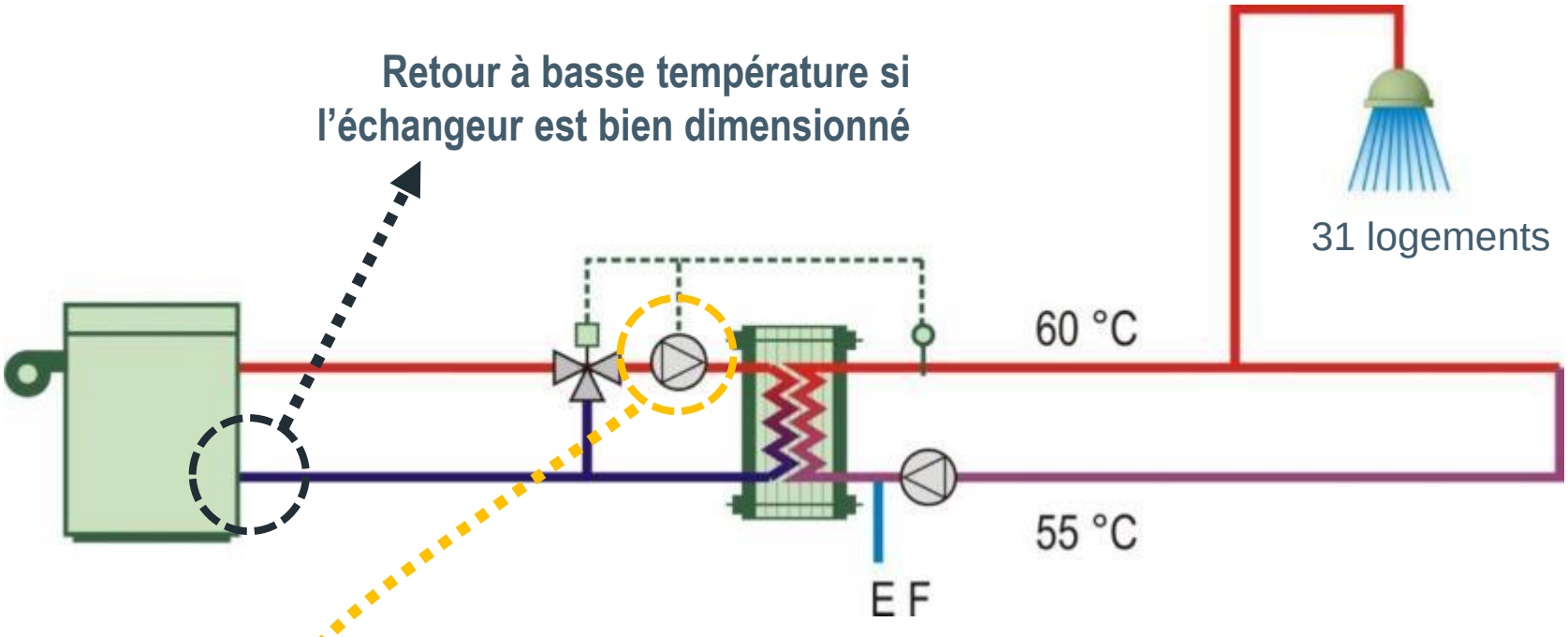
- Les auxiliaires:
  - Au niveau PEB:
    - non pris en compte de façon explicite
    - éventuellement intégrés dans les rendements des appareils… mais cela reste discutable (sauf pour PAC)
  - Réalité?
    - Difficile d'être exhaustif…
    - Quelques points d'attentions

Auxilaires ECS – Puissance électrique des chaudières



Puissance électrique absorbée par une chaudière, hors circulateur, pour différentes puissances (à 100% et 30% de la charge de la chaudière). Basé sur les fiches techniques des chaudières Viessmann Vitocrossal 300 (brûleur MatriX).

Auxilaires ECS – Puissance électrique des chaudières



25 m²
solaire PV

Calcul sur base d'un immeuble de 31 logements

Soit 0,8 m² de panneau par logement

Outils, sites internet, etc… intéressants :

- Le Recknagel
- Site internet de fabricants (Viessmann, Remeha, Gundfos, Wilo…)
- CSTC:
  - www.cstc.be
- APERE
  - http://www.apere.org/observatoire-des-prix
- Règlementation PEB:
  - http://www.environnement.brussels/thematiques/batiment/la-peb
  - http://www.leguidepeb.be/ (attention, règlementation Wallonne mais illustrations didactiques)
- Energie+
  - www.energieplus-lesite.be
  - Réalisé par la cellule de recherche *Architecture et Climat, Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme (LOCI), Université catholique de Louvain (Belgique), avec le soutien de la Wallonie - DGO4*

Références Guide Bâtiment Durable et autres sources :

Guide Bâtiment Durable

www.guidebatimentdurable.brussels

Thème ENERGIE

- Dossier I Optimiser la production et le stockage pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire
- Dossier I Choisir les meilleurs modes de production de refroidissement renouvelable
- Dossier I Garantir l'efficience des installations de chauffage et ECS (distribution et émission)

Thème EAU

- Dossier I Faire un usage rationnel de l'eau

Contact

Thomas LECLERCQ

Consultant énergie / développement durable

Coordonnées

☎ : +32.478.21.30.42

E-mail : tl@interfacesolutions.be

https://www.linkedin.com/in/leclercq-thomas/