



ENERGY
advisors



ICEDD
INSTITUT DE CONSEIL ET D'ÉTUDES
EN DÉVELOPPEMENT DURABLE



AVEC LE SOUTIEN DE
bruxelles
environnement
.brussels

Séminaire

« Comprendre et améliorer mon installation d'eau chaude sanitaire »

27 novembre 2024



Programme



9h00	<i>Accueil</i>	
9h30	Partie 1 (1h20')	
	<u>01 – Introduction</u>	<u>02 – Quickwins</u>
	- Principe	- Réduire le besoin en ECS
	- Production, Stockage, Distribution	- Améliorer le rendement de distribution
	- Ordres de grandeur, Coût	- Réduire les pertes électriques
	- Contraintes	- Améliorer le rendement de production
10h50	<i>Pause (20')</i>	
11h20	Partie 2 (1h20')	
	<u>03 – Mesures à long terme</u>	<u>04 – Conclusion</u>
	- Revoir toute l'installation	<u>05 – Références</u>
	- Autres	<u>06 – Ateliers</u>
		<u>07 – Questions – réponses</u>
12h30	<i>Lunch</i>	



Objectifs



- Comprendre les divers modes de **production et de stockage** d'ECS
- Comprendre les différentes options pour la **distribution** de l'ECS
- Comment identifier les **gaspillages** et comment y remédier
- Identifier les **quick wins** applicables pour mon installation
- Soulever les points d'attention sur les aspects de **sécurité**
- Est-ce le moment pour **modifier mon installation** d'ECS ?
- **Exercices** pratiques pour proposer des améliorations et calculer les économies associées
- Répondre aux **questions** que vous vous posez.

01

Introduction



Coût de l'eau chaude sanitaire



- A votre avis?
 - 1 €/m³
 - 5 €/m³
 - 10 €/m³
 - 20 €/m³
 - 30 €/m³
 - 50 €/m³
 - 100 €/m³



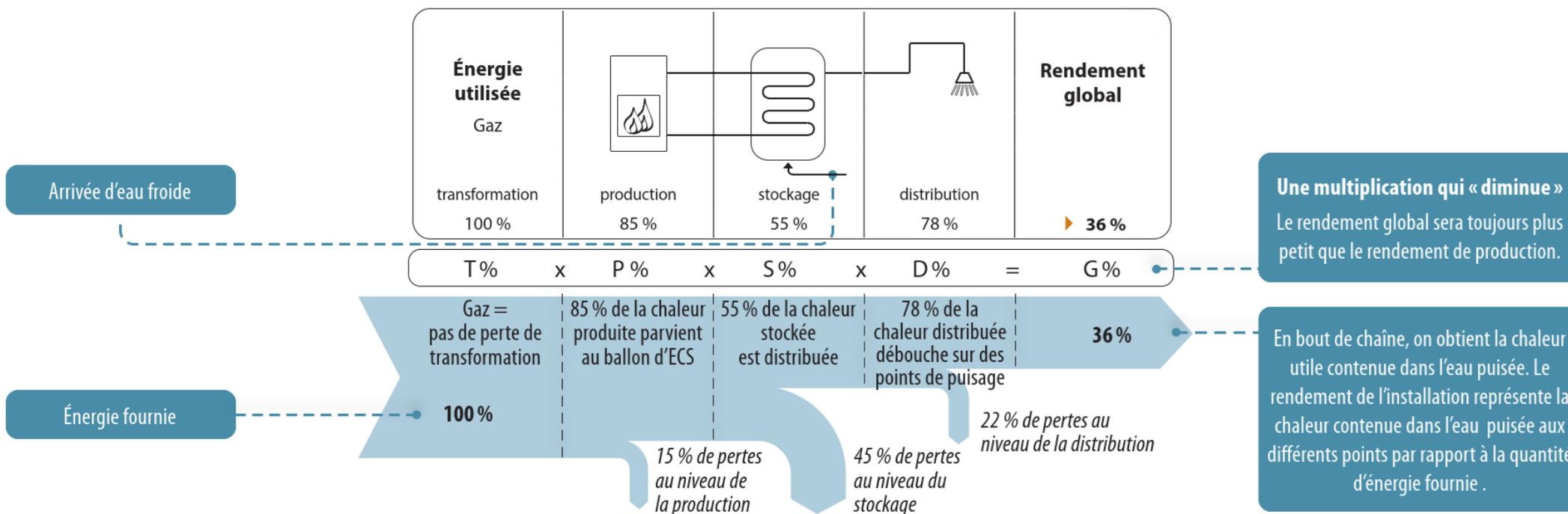
Principe d'une installation ECS

- (Transformation) → Production → Stockage → Distribution

$$\text{Consommation} = \frac{\text{Besoin}}{\eta_{\text{global}}}$$

$$\eta_{\text{global}} = \eta_{\text{prod}} \cdot \eta_{\text{sto}} \cdot \eta_{\text{dis}}$$

Toute installation d'ECS est schématisée comme ceci :



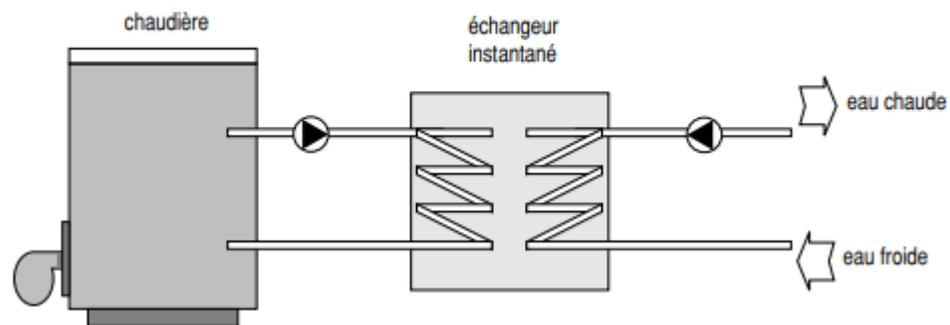


Production



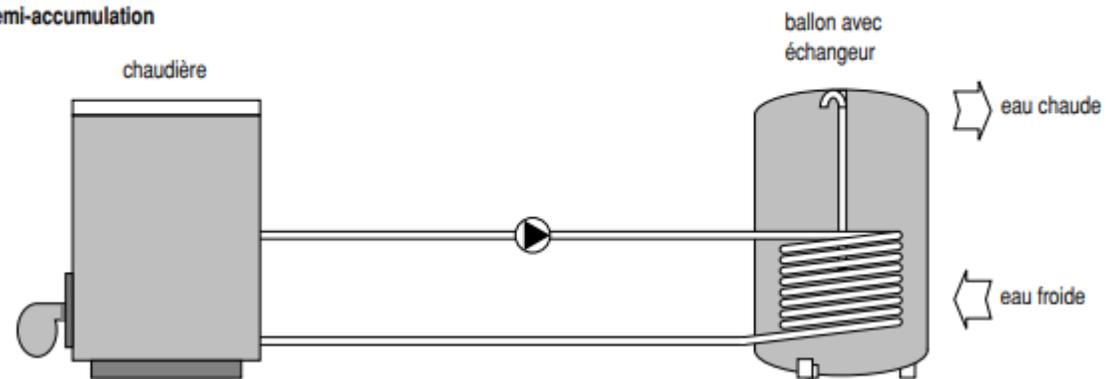
- **Instantanée**
 - Sans aucun stockage

Production indirecte instantanée



- **A accumulation**
 - Stockage = volume puisé journalier

Production indirecte en semi-instantané ou en semi-accumulation

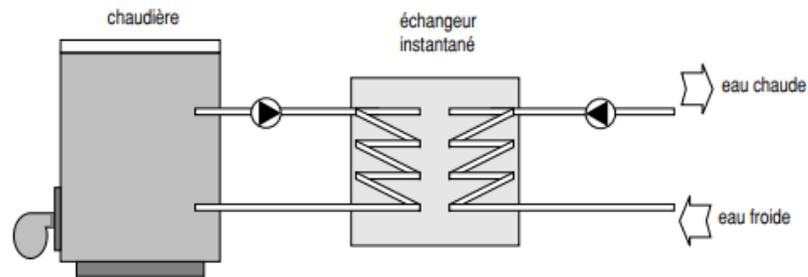


- **Semi-accumulation**
 - Stockage < certains appels mais puissance permettant de préparer le complément durant l'appel



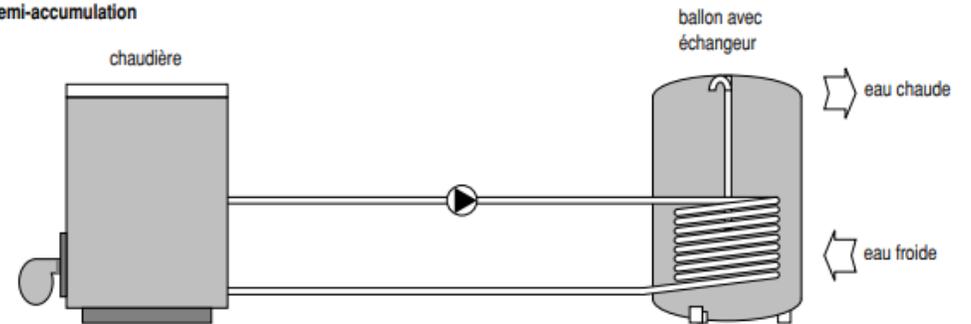
- **Instantanée**
 - Sans aucun stockage
 - + Peu encombrant
 - + Pas de pertes de stockage
 - - Confort (fluctuations)
 - - Faible rendement de production combinée
 - - Grande puissance requise

Production indirecte instantanée



- **A accumulation**
 - Stockage = volume puisé journalier
 - + Si pointes très importantes
 - - Pertes de stockage

Production indirecte en semi-instantané ou en semi-accumulation



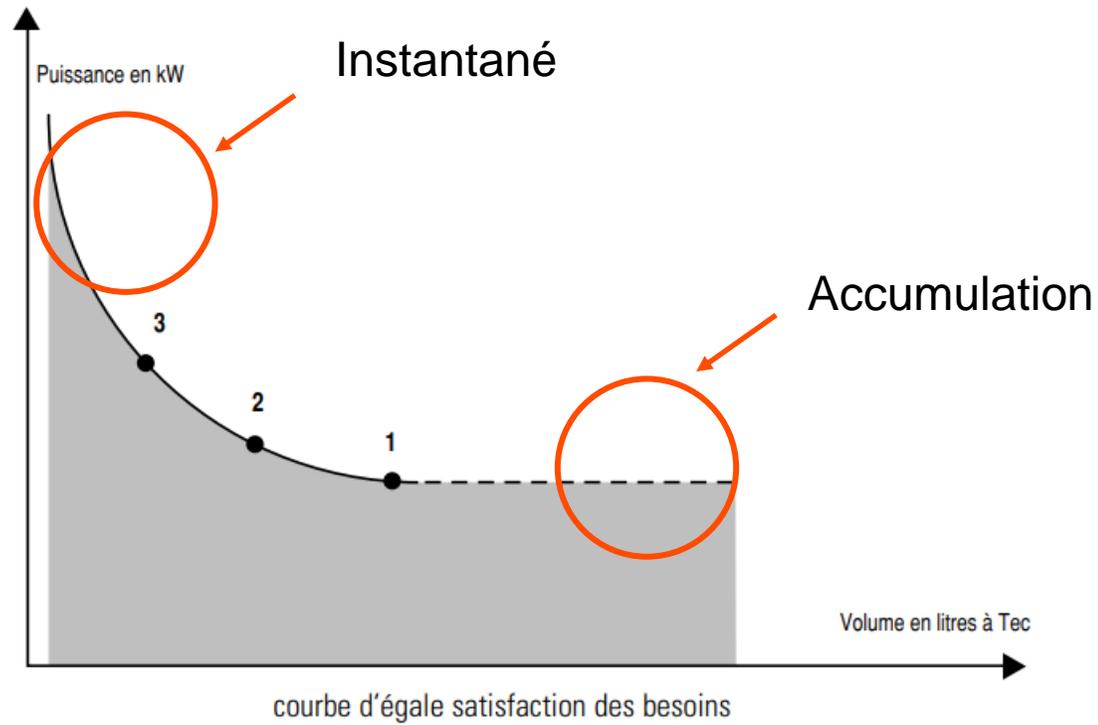
- **Semi-accumulation**
 - Bon compromis
 - Cas fréquent



Production



- Instantanée / à accumulation
 - Plusieurs solutions existent pour un même besoin





Production



- **Mode de production :**

- Chaudière
- Boiler électrique
- Boiler thermodynamique (PAC)
- Capteurs solaires



- **Couplage ECS / chauffage**

- **Avantages:**

- Bon rendement de production
- Vecteur énergétique bon marché (gaz / mazout)



- **Inconvénients:**

- La chaudière tourne tout l'été uniquement pour la production d'ECS
- Même le circuit de chauffage peut être irrigué en été si mal paramétré.





Production



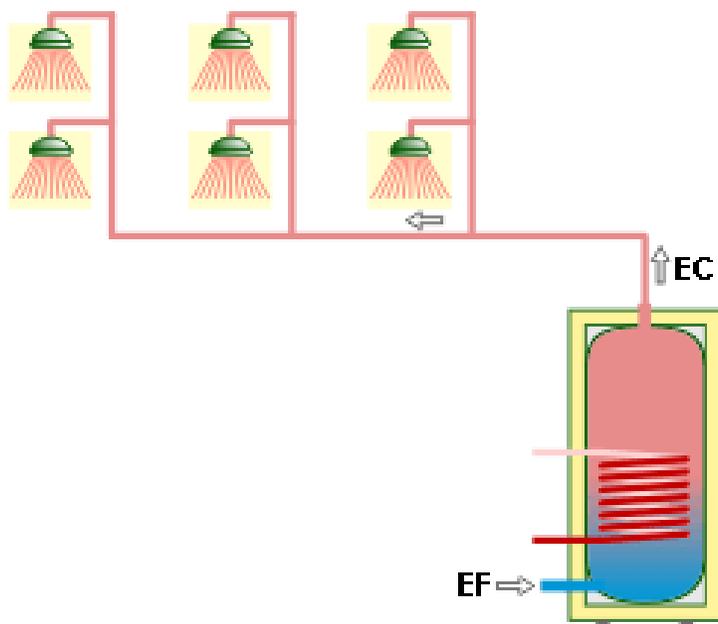
- **Centralisée**
 - Moindre investissement
 - Moindre encombrement
 - Meilleur rendement de production
 - Adaptée si
 - Besoin important
 - ET faible distance
- **Décentralisée**
 - Meilleur rendement de distribution
 - Adapté si
 - Besoin faible
 - OU distance importante
- **Un exemple de cas absurde:**
 - Production combinée (chaudière gaz)
 - Instantanée
 - Sans boucle
 - 30 m de conduites pour un lave-mains



Distribution

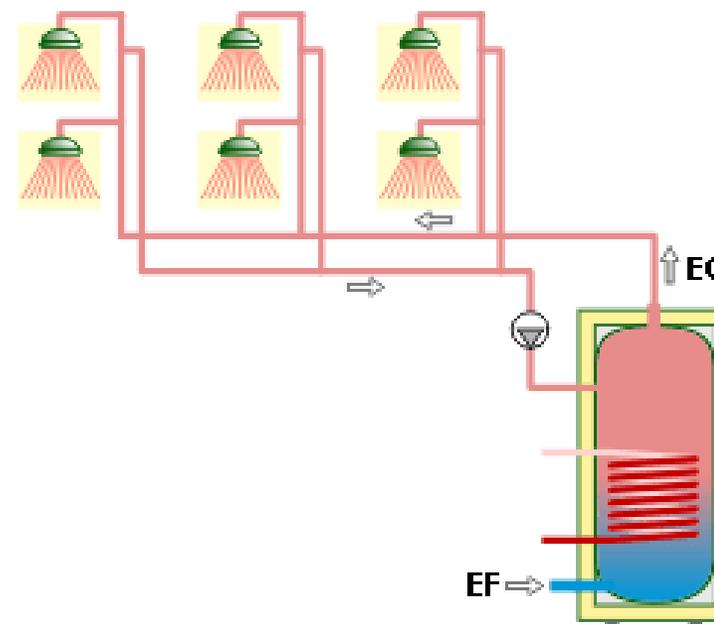


- Sans boucle sanitaire



- Avec boucle sanitaire

- Disponibilité rapide de l'ECS
- Pertes de distribution accrues
- Consommation du circulateur

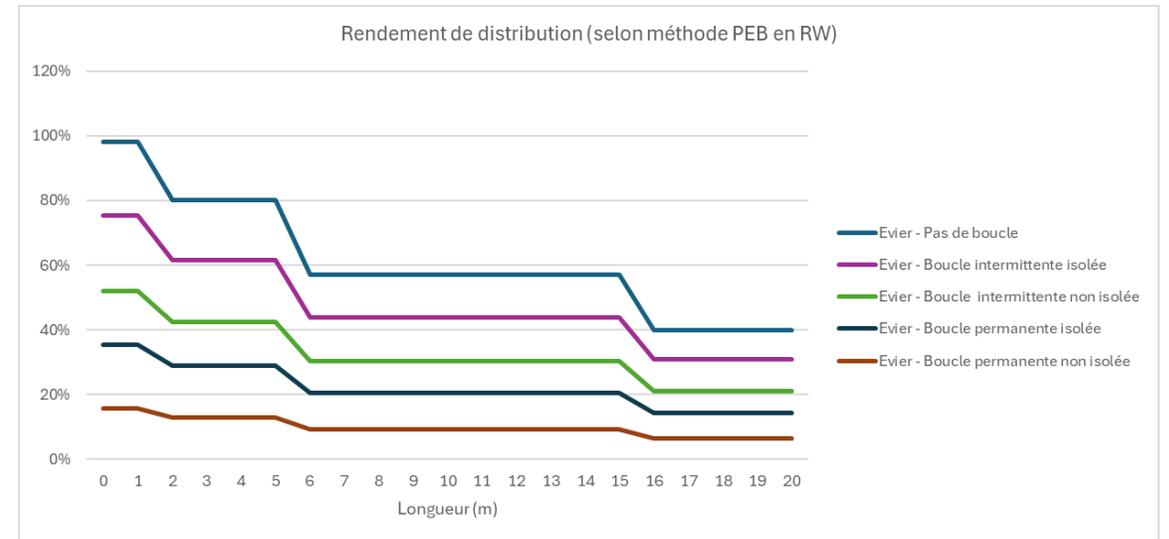
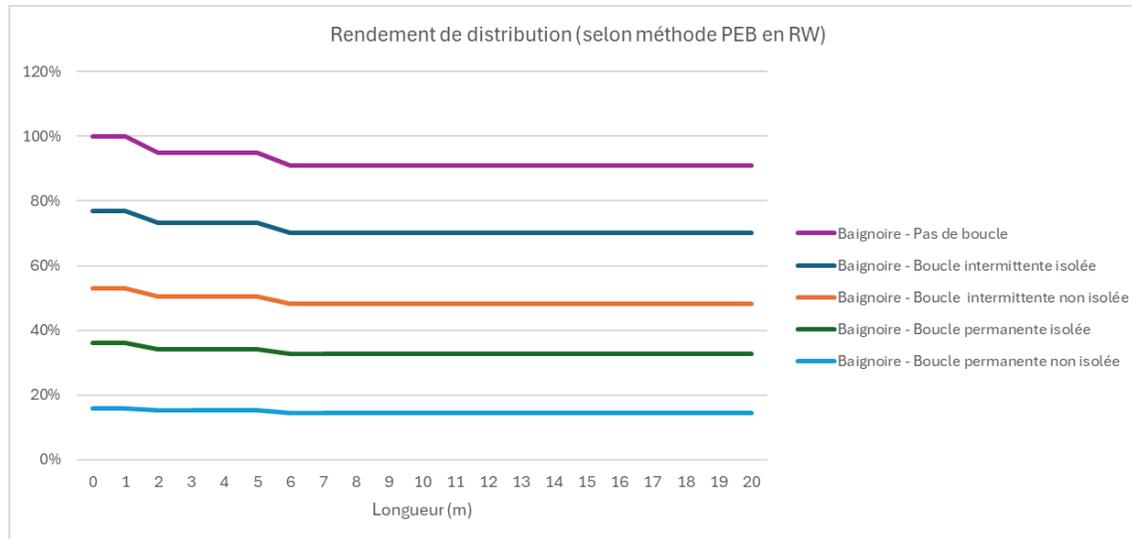




Distribution



- Avec ou sans boucle sanitaire
 - Le rendement de distribution peut atteindre des valeurs extrêmement faibles.





Quantifier un besoin en ECS

- Relation énergie – masse – température

- $Q = c V \Delta T$

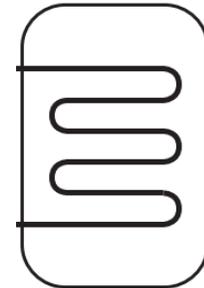
- Q : quantité de chaleur (kWh)
- c : chaleur massique de l'eau (1,163 kWh/m³/K)
- V : volume (m³)
- ΔT : écart de température entre eau chaude et eau froide (K)

- Attention: il s'agit du **besoin net**.

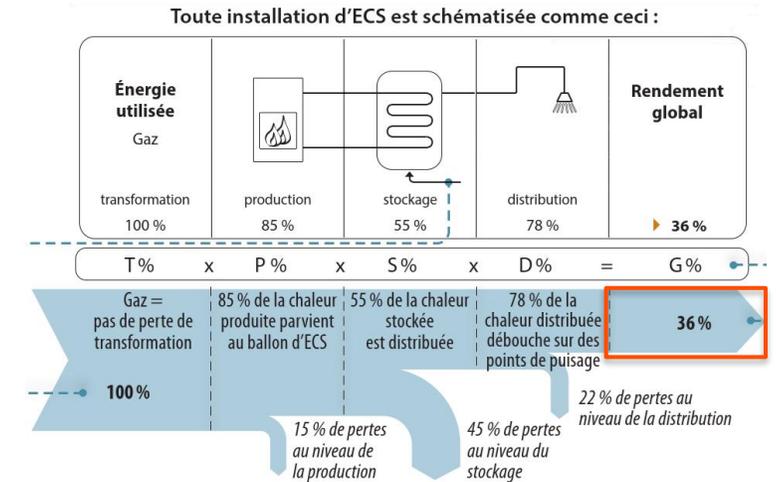
- L'énergie totale à fournir est > à cause des pertes (production, stockage, distribution).

- Exemple: chauffer un ballon

- Eau de ville à 10°C
- Température du stockage: 60°C
- Volume: 1.000 L
- $Q = 1,163 * 1 * (60 - 10) = \rightarrow 1 \text{ m}^3 \approx 58 \text{ kWh} + \text{pertes}$
- Si on dispose de 6 heures \rightarrow puissance utile $\approx 10 \text{ kW}$



\rightarrow Un ballon de **1000 L** à **60°C** contient environ **60 kWh**.





Quantifier un besoin en ECS

- Relation puissance – débit – température

- $P = c \dot{V} \Delta T$

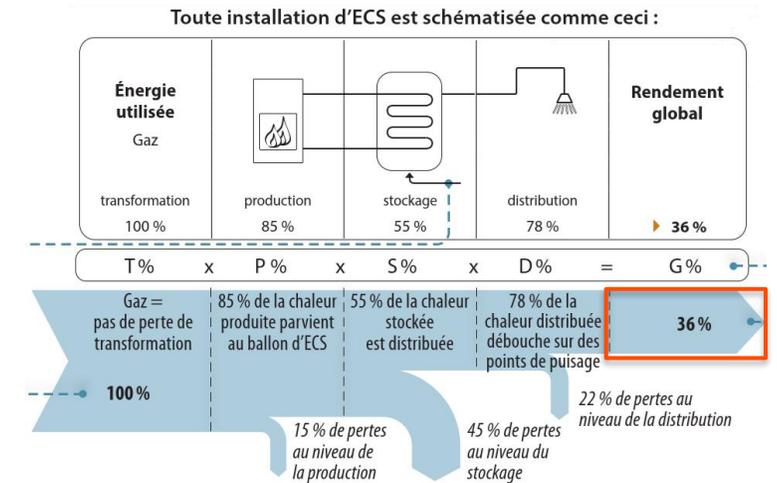
- P : puissance (kW)
 - c : chaleur massique de l'eau (1,163 kWh/m³/K)
 - \dot{V} : débit volumique (m³/h)
 - ΔT : écart de température entre eau chaude et eau froide (K)

- Attention: il s'agit de la **puissance nette**.

- La puissance réelle à fournir est > à cause des pertes (production, stockage, distribution)

- Exemple: prendre une douche

- Eau de ville à 10°C
 - Température au point de puisage (après mélange) : 40°C
 - Débit: 8 L/min (pompeau de douche économique)
 - $P = 1,163 * 0,008 * 60 * (40 - 10) = 16.800 \text{ W} = 16,8 \text{ kW} \rightarrow 1 \text{ douche} \approx 20 \text{ kW} + \text{pertes}$
 - Si la douche dure 10 minutes $\rightarrow Q = 16,8 \text{ kW} * 10/60 = 2,8 \text{ kWh} + \text{pertes}$



→ Une production **instantanée** demande une **puissance** très importante.



Coût de l'eau chaude



- **Eau froide**
 - Environ 5 €/m³ (tarif Vivaqua 2023 non domestique, hors terme fixe ≈ 30 €)
- **Chauffage de l'eau**
 - 1 m³ = un besoin net d'environ 60 kWh
 - Hypothèse: pertes de distribution négligeables (pas toujours vrai)
 - Production instantanée au gaz
 - 0,10 €/kWh
 - Rendement de production: 90%
 - Coût = $60 / 0,9 * 0,10 = 6,7$ €
 - Production instantanée électrique
 - 0,50 €/kWh
 - Rendement de production: 100%
 - Coût = $60 / 1,0 * 0,50 = 30$ €
- **Coût total de l'ECS**
 - **12 €/m³ (gaz) à 35 €/m³ (électricité)**, voire plus si pertes de stockage / distribution.

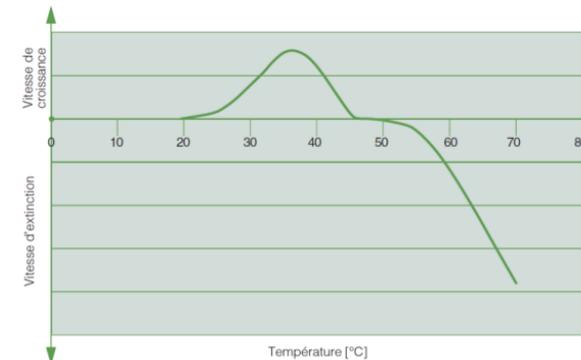
→ **Coût de l'ECS n'est pas négligeable, surtout pour les grandes installations (halls sportifs, hôpitaux...)**



- **Limite haute: toujours**
 - Surcoût
 - Dépôts de calcaire
 - Risque de brûlures
 - **Max. 60°C** aux points de puisage
- **Limite basse si l'installation dessert des douches**
 - Risque d'inhalation de légionelles
 - Approche sécuritaire:
 - **Production à min. 60°C** en permanence
 - **Retour à min. 55°C** en permanence
 - Si pas de douches: production à 45°C possible
- **La sécurité prime toujours l'économie.**

La légionellose

- Infection pulmonaire
- Létalité: 10% des cas
- 235 cas de légionellose en 2017 en Belgique
- Légionelles : bactéries présentes en petite quantité à l'état léthargique dans l'eau froide et proliférant dans les eaux dont la température est comprise **entre 25°C et 50°C** et particulièrement lorsque l'eau **stagne**.
- Danger en cas d'inhalation (douche)



Influence de la température sur le développement des légionelles
Source : les dossiers du CSTC, cahier n°10, 4^e trimestre 2004

02

Quick-wins



- Réduire le besoin en ECS
 - Réduire la durée d'utilisation (boutons poussoirs)





- Réduire le besoin en ECS

- Ne pas appeler d'ECS pour les puisages très brefs (< temps d'attente)

- Positionner le mitigeur sur 100% froid

$$V = L \frac{\pi D^2}{4}$$

- V = volume d'attente (m³)
- L = longueur (m)
- D = diamètre (m)

$$t = V/Q$$

- t = temps d'attente (s)
- Q = débit (m³/s)

Temps d'attente d'un conduit d'eau chaude sanitaire

- encodez les données relatives à votre situation dans les cases bleues.
- les résultats sont repris dans les cases jaunes.

Type de matériau	Acier - tubes filetés NBN A 25-103
Diamètre du conduit	DN20 - 3/4"
Diamètre intérieur correspondant	0,0216 mètre
Longueur du conduit	20 mètres
Débit du point de puisage	8 litres/minute
Volume d'eau froide	7,3 litres
Temps d'attente de l'eau chaude	54,9 secondes

Le "volume d'eau" correspond à l'eau froide qui s'écoulera avant l'arrivée de l'eau chaude du ballon, (ce temps peut être augmenté du temps de mise en température du préparateur instantané).
Le "temps d'attente" correspond au temps d'écoulement de cette eau par le point de puisage.

Temps de soutirage admissibles suivant recommandation suisse SIA 385/3 :		
- Lavabo, bidet	10	sec.
- Evier de cuisine	7	sec.
- Douche	10	sec.
- Bain	15 - 20	sec.

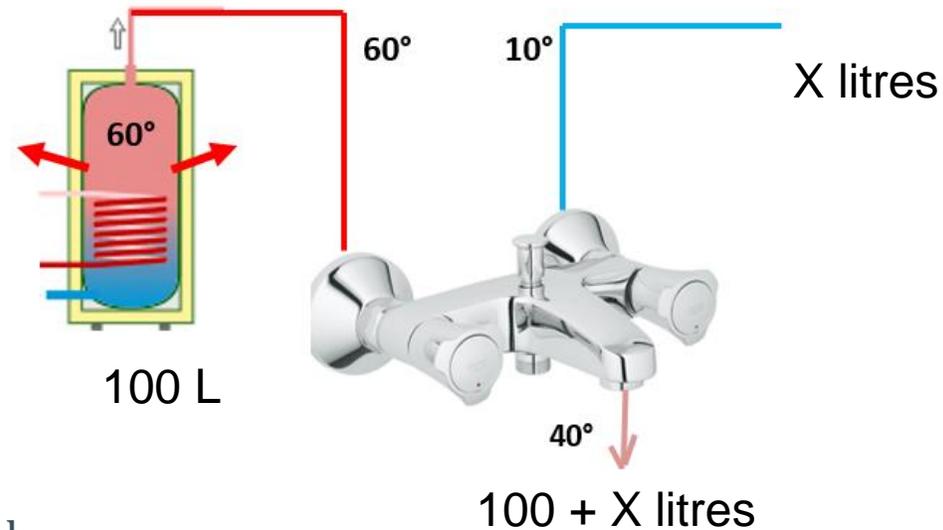


- Réduire le besoin en ECS
 - Réduire la température de puisage (mitigeur asymétrique)





- Réduire le besoin en ECS
 - Réduire la température du puisage (usage du mitigeur)
 - (Ne pas confondre avec la température de production/stockage → légionelles)



- Addition des quantités de chaleur:

$$c \cdot 100 \cdot (60 - 10) + c \cdot X \cdot 10 = c \cdot (100 + X) \cdot 40$$

$$\rightarrow X = 40 \text{ litres}$$

→ 167 L d'eau mitigée à 40°C pour 100 L d'ECS stockée à 60°C.



- Réduire le besoin en ECS
 - Réduire la pression
 - Un réducteur pour l'ensemble de l'installation
 - Inutile d'excéder la hauteur manométrique du point de puisage de plus élevé (1 bar = 10 m d'eau)





- Réduire le besoin en ECS
 - Réduire le débit
 - Mousseurs
 - Pommeaux économiques
 - Mitigeurs à butée
 - Astuce: n'ouvrir qu'en partie le robinet d'ECS sous l'évier





- Réduire le besoin en ECS
 - Réparer les fuites
 - Groupes de sécurité des boilers
 - Laisser 2 cm → fuites visibles





- Réduire le besoin en ECS
 - Supprimer l'ECS dans les sanitaires

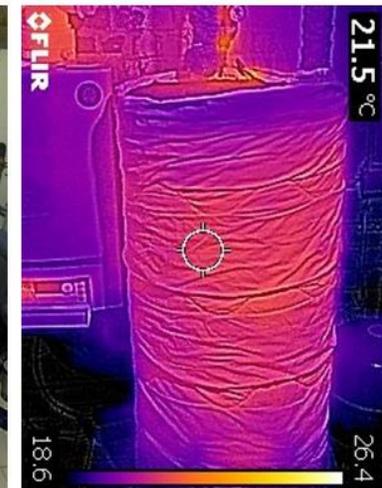
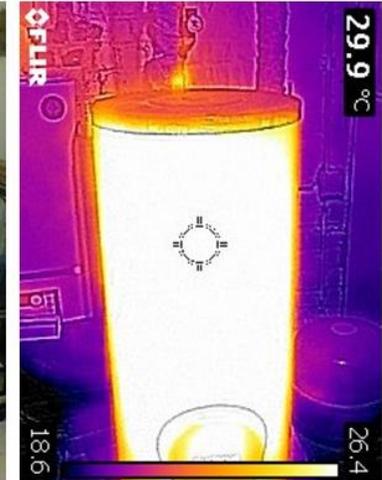




- Réduire les pertes de distribution
 - (Ré-)isoler le ballon de stockage
 - L'épaisseur d'isolant devrait être d'au moins 10 cm
 - Ordre de grandeur pour un ballon de 150 L :

Isolation	Consommation d'entretien [kWh/24h]	Pertes de stockage [kWh / an]
Ancien ballon, <1990	2.88	1050
Nouveau ballon bien isolé	1.34	490
Gain	2.40	560 kWh/an = 56 €/an

https://energieplus-lesite.be/wp-content/uploads/2015/06/RentabIsolationBallon_CUSTOMIZE.xlsm





- Réduire les pertes de distribution
 - (Ré-)isoler les conduites

Diamètre du tuyau	DN20 - 3/4" - diam = 27 mm		
Longueur du conduit	1	m	
T° moyenne de l'eau	60	°C	(boucle ECS : 60°C; chauffage à T° glissante : 43°C)
T° moyenne de l'ambiance	20	°C	
Nbre heures fonct./an	8760	heures	(année : 8760 h; saison chauffe : 5800 h)
Vecteur énergétique	Gaz		
Prix du kWh	1	Euro/m³	(électricité 0,5 Euro/kWh, fuel : 1 Euro/l, gaz : 1 Euro/m³ - donnée : février 2023)

Solution 1		
	aucun isolant	
Lambda Isolant	aucun	W/m.K
Epaisseur	0,010	m
Coût total de l'isolation	5	Euro/m
Coefficient kL du tuyau	0,85	W/m.K
Puissance par mètre	33,9	W/m
Déperdition annuelle	297,2	kWh
Coût annuel des pertes	29,72	Euro

Solution 2		
	laine minérale	
Lambda Isolant	0,035	W/m.K
Epaisseur	0,03	m
Coût total de l'isolation	5	Euro/m
Coefficient kL du tuyau	0,18	W/m.K
Puissance par mètre	7,0	W/m
Déperdition annuelle	61,6	kWh
Coût annuel des pertes	6,16	Euro



Pour estimer le gain réalisé grâce à l'isolation d'un tuyau non isolé, comparez une solution 1 sans isolant et une solution 2 avec isolant. Vous pouvez également comparer deux solutions avec des épaisseurs d'isolant différentes et calculer la rentabilité de la surépaisseur.

Economie sol. 2 / sol. 1	707	Euro/30 ans
Temps de retour	0,2	ans

https://energieplus-lesite.be/wp-content/uploads/2015/06/RentabilisationConduit-1_CUSTOMIZE.xlsm



- Réduire les pertes de distribution
 - (Ré-)isoler les conduites
 - Exigences PEB chauffage : épaisseur minimale = f(environnement, type d'isolant, diamètre)

ENVIRONNEMENT I						
Eau Chaude		Épaisseur minimale après pose de l'isolant à placer, mm				
DN acier	Diamètre extérieur de la conduite en mm	Classe 1 $\lambda \leq 0,025$ W/(m.K)	Classe 2 $\lambda \leq 0,030$ W/(m.K)	Classe 3 $\lambda \leq 0,035$ W/(m.K)	Classe 4 $\lambda \leq 0,040$ W/(m.K)	Classe 5 $\lambda \leq 0,045$ W/(m.K)
DN ≤ 10	D ≤ 17,2	8	12	15	20	26
10 < DN ≤ 15	17,2 < D ≤ 21,3	11	14	19	24	31
15 < DN ≤ 20	21,3 < D ≤ 26,9	13	18	23	29	37
20 < DN ≤ 25	26,9 < D ≤ 33,7	16	21	27	34	43
25 < DN ≤ 32	33,7 < D ≤ 42,4	19	25	32	40	49
32 < DN ≤ 40	42,4 < D ≤ 48,3	21	27	34	43	52
40 < DN ≤ 50	48,3 < D ≤ 60,3	24	31	39	48	58
50 < DN ≤ 65	60,3 < D ≤ 76,1	27	34	43	53	64
65 < DN ≤ 80	76,1 < D ≤ 88,9	29	37	46	56	67
80 < DN ≤ 100	88,9 < D ≤ 114,3	32	40	50	60	72
100 < DN ≤ 125	114,3 < D ≤ 139,7	34	43	53	64	75
125 < DN ≤ 150	139,7 < D ≤ 168,3	36	45	55	66	78
150 < DN ≤ 200	168,3 < D ≤ 219,1	39	48	58	69	81
200 < DN ≤ 250	219,1 < D ≤ 273,0	41	50	60	71	83
250 < DN ≤ 300	273,0 < D ≤ 323,9	42	52	62	73	84
300 < DN ≤ 350	323,9 < D ≤ 355,6	42	52	62	73	85
350 < DN	355,6 < D	48	58	68	77	87

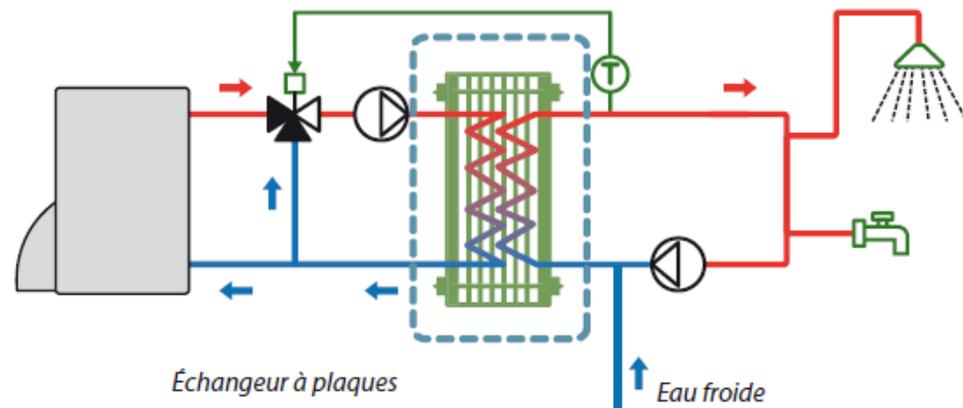
ENVIRONNEMENT II						
Eau Chaude		Épaisseur minimale après pose de l'isolant à placer, mm				
DN acier	Diamètre extérieur de la conduite en mm	Classe 1 $\lambda \leq 0,025$ W/(m.K)	Classe 2 $\lambda \leq 0,030$ W/(m.K)	Classe 3 $\lambda \leq 0,035$ W/(m.K)	Classe 4 $\lambda \leq 0,040$ W/(m.K)	Classe 5 $\lambda \leq 0,045$ W/(m.K)
DN ≤ 10	D ≤ 17,2	6	8	11	14	18
10 < DN ≤ 15	17,2 < D ≤ 21,3	8	11	14	18	22
15 < DN ≤ 20	21,3 < D ≤ 26,9	10	13	17	21	26
20 < DN ≤ 25	26,9 < D ≤ 33,7	12	16	20	25	31
25 < DN ≤ 32	33,7 < D ≤ 42,4	14	19	24	29	35
32 < DN ≤ 40	42,4 < D ≤ 48,3	16	20	25	31	38
40 < DN ≤ 50	48,3 < D ≤ 60,3	18	23	29	35	42
50 < DN ≤ 65	60,3 < D ≤ 76,1	20	26	32	38	46
65 < DN ≤ 80	76,1 < D ≤ 88,9	22	28	34	41	49
80 < DN ≤ 100	88,9 < D ≤ 114,3	24	30	37	44	52
100 < DN ≤ 125	114,3 < D ≤ 139,7	26	32	39	46	54
125 < DN ≤ 150	139,7 < D ≤ 168,3	27	34	41	48	56
150 < DN ≤ 200	168,3 < D ≤ 219,1	29	36	43	50	58
200 < DN ≤ 250	219,1 < D ≤ 273,0	30	37	44	52	60
250 < DN ≤ 300	273,0 < D ≤ 323,9	31	38	45	53	61
300 < DN ≤ 350	323,9 < D ≤ 355,6	31	39	46	53	61
350 < DN	355,6 < D	35	42	49	56	63



Quickwins



- Réduire les pertes de distribution
 - Isoler l'échangeur à plaques





- Réduire les pertes de distribution

- Programmer un horaire sur la boucle sanitaire

- Quel phénomène l'emporte?

- Energie nécessaire pour **maintenir** à 60°C un volume d'eau donnée dans une conduite

- » Déperditions linéiques de la conduite : $Q = \pi \times D \times U \times \Delta T \times \Delta t$

- » Si isolée : $Q \text{ [W/m]} = \pi \times 0.05 \text{ [m]} \times 0.78 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]} \times (60 - 20) \text{ [K]} \times 1 \text{ [h]} = \mathbf{5 \text{ Wh/m/h}}$

- » Si non isolée : $Q \text{ [W/m]} = \pi \times 0.05 \text{ [m]} \times 6 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]} \times (60 - 20) \text{ [K]} \times 1 \text{ [h]} = \mathbf{38 \text{ Wh/m/h}}$

- Energie nécessaire pour **réchauffer** de 10°C à 60°C le même volume d'eau dans la même conduite

- » $Q = C_{\text{eau}} \times (\pi \times D^2 / 4) \times \Delta T :$

- » $Q \text{ [Wh/m]} = 1.16 \text{ [kWh/(m}^3\cdot\text{K)]} \times (\pi \times 0.05^2 / 4) \text{ [m}^2\text{]} \times (60-10) \text{ [K]} = \mathbf{114 \text{ Wh/m}}$

- Conclusion:

- Un arrêt de 17h à 8h (durée = 15 heures) est

- » **intéressant pour une boucle non isolée** (qui, sinon, perdrait $15 * 38 = 570 \text{ Wh/m} \gg 114$)

- » Pas intéressant pour une boucle isolée (qui perd seulement $15 * 5 = 75 \text{ Wh/m} < 114$)



- Réduire les pertes de distribution

- Placer un adoucisseur d'eau

- Entartrage: précipitation du calcaire dissous dans l'eau lors de l'échauffement de l'eau (solubilité diminue avec T°)
 - Conséquences:
 - Echange thermique diminue
 - Volume utile diminue
 - Durée de vie diminue
 - Surconsommation
 - Intérêts d'un adoucisseur:
 - Durée de vie accrue
 - Préservation des équipements électroménagers
 - Economie d'énergie



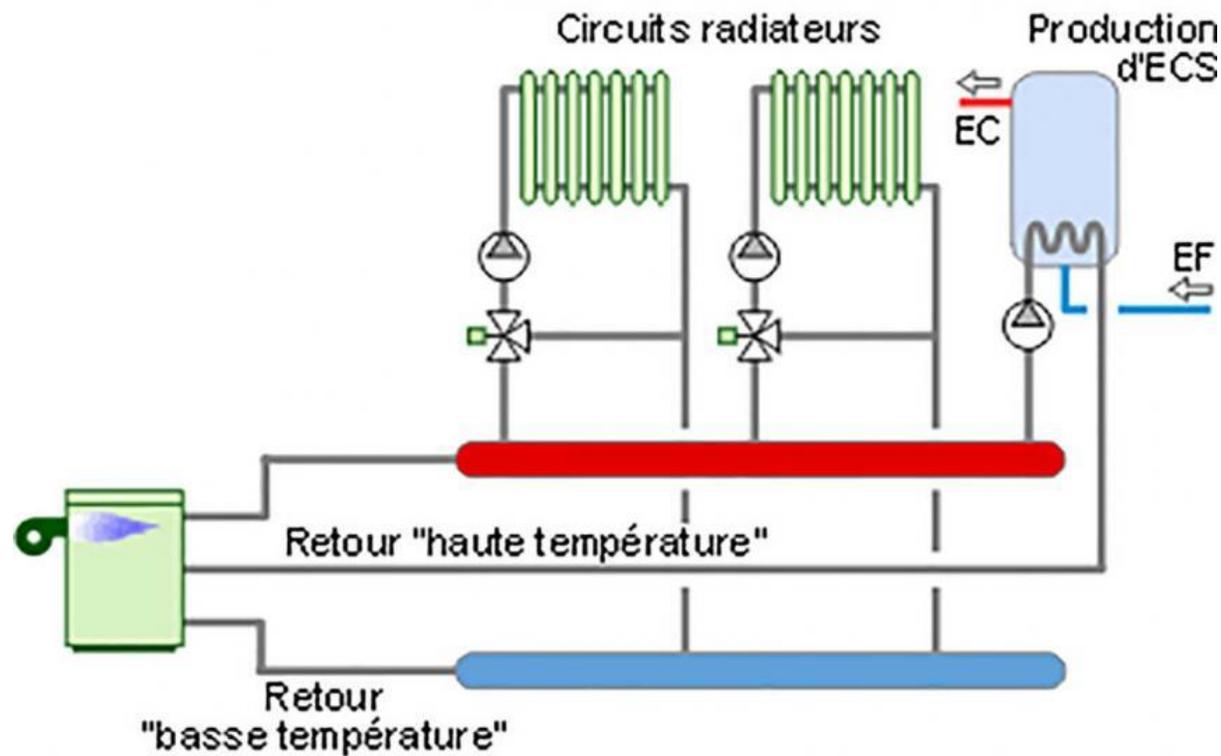


- Réduire les pertes électriques
 - Remplacer le circulateur à vitesse fixe par un circulateur à vitesse variable



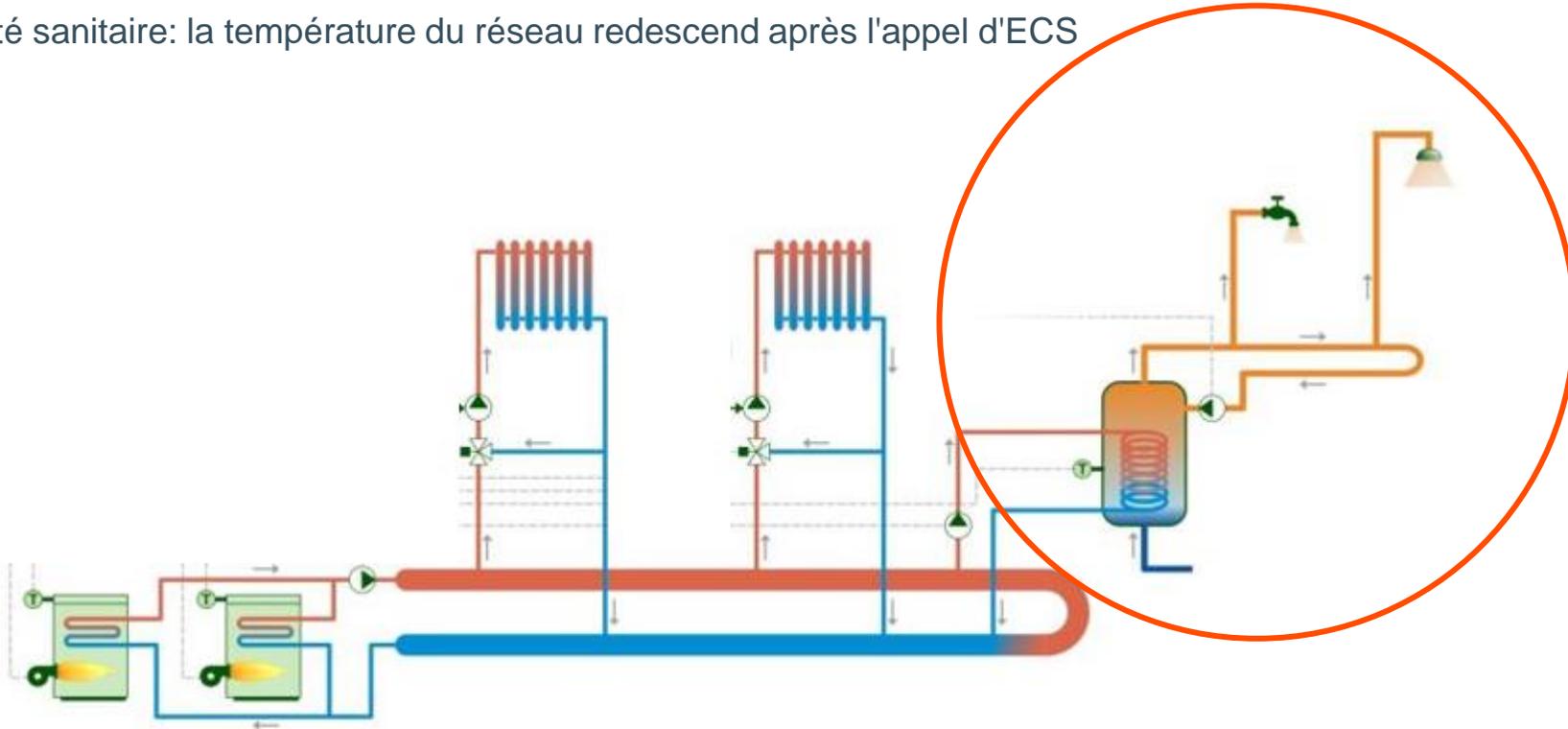


- Améliorer le rendement de production
 - Chaudières à condensation: favoriser les retours froids
 - Chaudières à deux retours: possibilité bien exploitée?





- Améliorer le rendement de production
 - Priorité sanitaire
 - En cas de production combinée au chauffage
 - Si le réseau et la chaudière sont à très basse température ou à condensation
 - Priorité sanitaire: la température du réseau redescend après l'appel d'ECS



03

A plus long
terme



Revoir toute l'installation



- **Indiqué lorsque**
 - Installation vétuste
 - Installation sur- ou sous-dimensionnée par rapport au besoin
 - Installation ayant subi des évolutions incohérentes
 - Ajout de points de puisage très éloignés
- **A réévaluer:**
 - Le besoin en ECS (actuel ou futur)
 - L'éventuelle décentralisation
 - L'éventuel stockage
 - Le couplage avec le chauffage
 - Le type de producteur (choisir une technologie compatible avec la stratégie de rénovation)



Revoir toute l'installation



- Un cas fréquent: décentraliser la production
 - Points de puisage distants
 - Puisages modérés
 - Petits boilers électriques au plus près des points de puisage
 - Alimentation sur horloge programmable
 - Ne chauffer que 1h avant l'usage

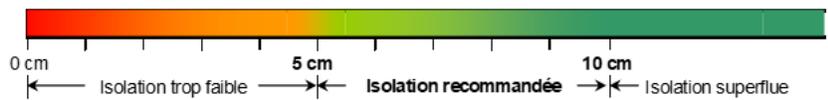


Mesures à long terme



- **Autres**
 - Remplir le questionnaire (ou l'utiliser comme check-list)

<https://energieplus-lesite.be/wp-content/uploads/2009/07/AuditECS-1.xlsx>

Production	oui	non	occurrence	?	sans objet
S'il y a stockage d'eau chaude sanitaire					
<ul style="list-style-type: none">● Le volume du ballon est-il adéquat par rapport aux besoins (volume ballon < puisage journalier) ?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<ul style="list-style-type: none">● Si non, le volume puisé est-il nettement inférieur au volume total des ballons ? (Volume puisé tel que, parmi les ballons installés, 1 ou 2 ballons sont excédentaires.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<ul style="list-style-type: none">● L'isolation des parois du ballon est-elle de 5 cm minimum ? 	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



Mesures à long terme



- Choisir un nouveau producteur
 - Boiler thermodynamique (PAC)
 - Très bien isolés (moins de perte par déperdition)
 - Rendement électrique 3 x meilleur que boiler électrique
 - Rendement très sensible aux températures (T_{ext} et T_{ECS})
 - Contraintes pour l'installation
 - Faible puissance de chauffe → plus lent pour régénérer l'ECS
 - Chauffe-eau solaire
 - Production aléatoire, très faible en hiver → nécessité d'appoint
 - Surchauffe en été → nécessité d'un mitigeur
 - En Belgique, opter pour des tubes sous vide plutôt que des panneaux (/rayonnement diffus)
 - ECS et photovoltaïque
 - Boiler électrique utilisé comme batterie d'accumulation de la chaleur

04

Conclusion



Conclusion



- **Sécurité**
 - Ne jamais prendre de risques en matière de légionelles.
- **Quick wins:**
 - Réduire le besoin
 - Débits (réducteur de pression, pommeaux économiques, mousseurs)
 - Température de puisage
 - Couper certains points de puisage (lave-mains)
 - Optimiser les rendements
 - Production: température de production (sauf si douches), horaire de production
 - Stockage: détartrage du boiler (simple pour un chauffagiste)
 - Distribution: très bien calorifuger la boucle, horaire de la boucle
- **Mesures à long terme:**
 - Repenser le schéma du circuit selon la distance production-puisage et décentraliser certains points
 - Remplacer les tuyaux par des plus fins (double gain: temps d'attente et débit réduits)
 - Dimensionner les producteurs selon les besoins et profils de puisage.

05

Références



Pour aller plus loin



- **Légionellose**
 - https://www.buildwise.be/umbraco/surface/publicationitem/DownloadFile?file=31850%2Ffr%2Funprotected%2Fcstc_artonline_2020_4_no10_produire_de_l_ecs_a_60_c_est_ce_necessaire_pour_empecher_le_developpement_des_legionelles.pdf
- **Questionnaire d'évaluation d'une installation d'ECS**
 - <https://energieplus-lesite.be/wp-content/uploads/2009/07/AuditECS-1.xlsx>
- **Estimation du temps d'attente lors d'un puisage d'ECS**
 - <https://energieplus-lesite.be/wp-content/uploads/2015/06/TempsAttenteECS-1.zip>
- **Autres outils de calcul ECS**
 - <https://energieplus-lesite.be/calculs/eau-chaude-sanitaire-d13/>
- **Guide au dimensionnement des appareils de production ECS**
 - https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/Appareils_de_produc.PDF?IDR=400
- **Outil d'aide au dimensionnement ECS (logements)**
 - <https://waterdim.buildwise.be/>

06

Ateliers



Ateliers



- **Consignes**
 - Par groupes de 3 ou 4 personnes
 - 3 exercices de 10 minutes chacun
 - Correction: 15 minutes
- **Exercice 1 – Pertes annuelles**
- **Exercice 2 – Boucle sanitaire**
- **Exercice 3 – Décentralisation**



- **Exercice 1 – Pertes annuelles**

- Calculer les pertes annuelles en kWh et en € dans les cas suivants:

- Pertes de stockage
 - Boiler électrique de 200 L
 - Pertes de stockage: 2 kWh / 24h
 - Prix de l'électricité: 0,50 €/kWh
- Pertes à l'attente
 - Longueur de conduites: 15 m
 - Diamètre intérieur: 1 cm
 - Débit du robinet: 12 L/min
 - Chaleur massique de l'eau: 1,163 Wh/L/K
 - Température de l'eau froide: 10°C
 - Température de l'ECS produite: 60°C
 - Température de puisage: 40°C
 - L'utilisateur met le mitigeur sur 100% chaud en attendant l'eau chaude
 - Fréquence: 20 fois par jour, tous les jours



- Exercice 1 – Pertes annuelles – SOLUTION

- Calculer les pertes annuelles en kWh et en € dans les cas suivants:

- Pertes de stockage

- Boiler électrique de 200 L

- Pertes de stockage: 2 kWh / 24h

- Prix de l'électricité: 0,50 €/kWh

- **Pertes = $365 * 2 = 730$ kWh/an**

- **Coût = $730 * 0,50 = 365$ €/an (et c'est un minimum car les pertes sont conformes à EN 12977-1)**

- Pertes à l'attente

- Longueur de conduites: 15 m

- Diamètre intérieur: 1 cm

- Débit du robinet: $q = 12$ L/min

- Chaleur massique de l'eau: 1,163 Wh/L/K

- Température de l'eau froide: 10°C

- Température de l'ECS produite: 60°C

- Température de puisage: 40°C

- L'utilisateur met le mitigeur sur 100% chaud en attendant l'eau chaude

- Fréquence: 20 fois par jour, tous les jours

- **Volume d'attente = $L * \pi * d^2 / 4 = 15 * 3,14 * 0,01^2 / 4 = 1,18 \text{ E-3 m}^3 = 1,18$ L**

- **Durée d'attente = $V / q = 1,18 / 12 = 0,1$ min = 6 s**

- **Quantité de chaleur perdue = $365 * 20 * 1,18 * 1,163 * (60 - 10) = 500$ kWh/an**

- **Coût = $500 * 0,5 = 250$ €/an (totalement évitable si le puisage ne dure pas plus de 6 s)**



- **Exercice 2 – Boucle sanitaire**

- Hébergement avec douches utilisées dans 2 créneaux horaires: 7h-9h et 17h-20h.
- Longueur de conduites: 2 x 20 m (aller-retour)
- ECS produite au gaz (tarif: 0,1 €/kWh)
- Comparer les pertes annuelles (en kWh et en €) des solutions suivantes:
 - Boucle ECS permanente non isolée (dia 21 mm, pertes 26 W/m)
 - Boucle ECS programmée non isolée (dia 21 mm, pertes 26 W/m)
 - Boucle ECS programmée et isolée (dia 21 mm, pertes 6 W/m)



- **Exercice 2 – Boucle sanitaire – SOLUTION**

- Hébergement avec douches utilisées dans 2 créneaux horaires: 7h-9h et 17h-20h.
- Longueur de conduites: 2 x 20 m (aller-retour)
- ECS produite au gaz (tarif: 0,1 €/kWh)
- Comparer les pertes annuelles (en kWh et en €) des solutions suivantes:
 - Boucle ECS permanente non isolée (dia 21 mm, pertes 26 W/m)
 - **Pertes = $0,026 * 40 * 24 * 365 = 9110 \text{ kWh/an}$**
 - **Coût = $9110 * 0,1 = 911 \text{ €/an}$**
 - Boucle ECS programmée non isolée (dia 21 mm, pertes 26 W/m)
 - **Pertes = $0,026 * 40 * \underline{5} * 365 = 1898 \text{ kWh/an}$**
 - **Coût = $9110 * 0,1 = 190 \text{ €/an}$**
 - Boucle ECS programmée et isolée (dia 21 mm, pertes 6 W/m)
 - **Pertes = $0,006 * 40 * 5 * 365 = 438 \text{ kWh/an}$**
 - **Coût = $9110 * 0,1 = 44 \text{ €/an (soit -95%)}$**



- **Exercice 3 – Décentralisation**

- Besoin pour la petite vaisselle: 2L/tasse, 20 personnes, 3 cafés/jour/personne, 200 jours/an

- Configuration actuelle (centralisée)

- Chaudière gaz en sous-sol avec stockage intégré: $\eta_{\text{prod-sto}} = 90 \%$
- Réservoir de stockage: $\eta_{\text{sto}} = 60 \%$
- Boucle ECS de 15 m non isolée : $\eta_{\text{dis}} = 20 \%$
- Prix du gaz: 0,10 €/kWh
- $C_{\text{eau}} = 1,163 \text{ Wh/L/K}$
- $T_{\text{froide}} = 10^\circ\text{C}$
- $T_{\text{puisage}} = 40^\circ\text{C}$

$$\text{Consommation} = \frac{\text{Besoin}}{\eta_{\text{global}}}$$

$$\eta_{\text{global}} = \eta_{\text{prod}} \cdot \eta_{\text{sto}} \cdot \eta_{\text{dis}}$$

- Configuration envisagée (décentralisée)

- Boiler électrique sous évier: $\eta_{\text{prod}} = 100 \%$
- Rendement de stockage (avec prise programmable) : $\eta_{\text{sto}} = 80 \%$
- Pas de boucle, 1m de conduites: $\eta_{\text{dis}} = 90 \%$
- Prix de l'électricité: 0,50 €/kWh

- Chiffer le gain associé à la décentralisation (en kWh et en €)



- **Exercice 3 – Décentralisation – SOLUTION**

- Besoin pour la petite vaisselle: 2L/tasse, 20 personnes, 3 cafés/jour/personne, 200 jours/an

- Configuration actuelle (centralisée)

- Chaudière gaz en sous-sol avec stockage intégré: $\eta_{\text{prod-sto}} = 90 \%$
- Réservoir de stockage: $\eta_{\text{sto}} = 60 \%$
- Boucle ECS de 20 m intermittente isolée : $\eta_{\text{dis}} = 20 \%$
- Prix du gaz: 0,10 €/kWh
- $C_{\text{eau}} = 1,163 \text{ Wh/L/K}$
- $T_{\text{froide}} = 10^\circ$
- $T_{\text{puisage}} = 40^\circ$

- Configuration envisagée (décentralisée)

- Boiler électrique sous évier: $\eta_{\text{prod}} = 100 \%$
- Rendement de stockage (avec prise programmable) : $\eta_{\text{sto}} = 80 \%$
- Pas de boucle, 1m de conduites: $\eta_{\text{dis}} = 90 \%$
- Prix de l'électricité: 0,50 €/kWh

- Chiffer le gain associé à la décentralisation (en kWh et en €)

- **Besoin net: $BNE = 2 * 20 * 3 * 200 * (40 - 10) * 1,163 = 837 \text{ kWh}$**
- **$\eta_{\text{global actuel}} = 0,90 * 0,60 * 0,20 = 11\%$**
- **$\eta_{\text{global décentralisé}} = 1,00 * 0,80 * 0,90 = 72\%$**
- **Consommation actuelle = $BNE / \eta_{\text{global}} = 837 / 0,11 = 7753 \text{ Wh/an} \rightarrow 775 \text{ €/an}$**
- **Consommation décentralisée = $BNE / \eta_{\text{global}} = 837 / 0,72 = 1163 \text{ kWh/an} \rightarrow 582 \text{ €/an}$**
- **Economie: 6590 kWh/an... mais seulement 194 €/an (car électrification)**

$$\text{Consommation} = \frac{\text{Besoin}}{\eta_{\text{global}}}$$

$$\eta_{\text{global}} = \eta_{\text{prod}} \cdot \eta_{\text{sto}} \cdot \eta_{\text{dis}}$$

07

Questions?