FORMATION BATIMENT DURABLE

POMPE À CHALEUR : CHOIX ET CONCEPTION

AUTOMNE 2022

La pompe à chaleur : principes généraux

Pierre GUSTIN

écorce

bruxelles environnement leefmilieu brussel .brussels

OBJECTIFS DE LA PRÉSENTATION



- Rappel des principes fondamentaux de la pompe à chaleur
- Présentation des différentes technologies (types de pompe à chaleur, source chaude, source froide, réversibilité et simultanéité…) et cas particulier de l'eau chaude sanitaire.
- Définition du rôle et de l'influence de la régulation sur la performance des pompes à chaleur
- Présentation du contexte réglementaire dans lequel s'inscrivent les pompes à chaleur ainsi que les démarches nécessaires à leur intégration dans un projet
- Explication des différents paramètres intervenants dans l'encodage d'une PAC dans le Logiciel PEB et optimiser l'installation afin de minimiser son impact sur le CEP
- Présentation les mécanismes de soutien disponibles en Région Bruxelloise

TABLE DES MATIÈRES

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT
PRÉSENTATION DES TECHNOLOGIES
EMISSION
EAU CHAUDE SANITAIRE
RÉGULATION
RÉVERSIBILITÉ ET SIMULTANÉITÉ
RÉGLEMENTATIONS ET SOUTIENS

INTRODUCTION

Il y a de la chaleur dans l'air, l'eau et le sol.

- Il est possible de récupérer cette énergie « inépuisable » et de s'en servir pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire grâce aux pompes à chaleur.
- La conception d'une installation intégrant une pompe à chaleur diffère des installations «traditionnelles» de la phase de sélection jusqu'à son fonctionnement.
- La mise en œuvre de la pompe du système complet (capteur, pompe à chaleur, émetteur de chaleur) a également une influence majeure sur sa performance.

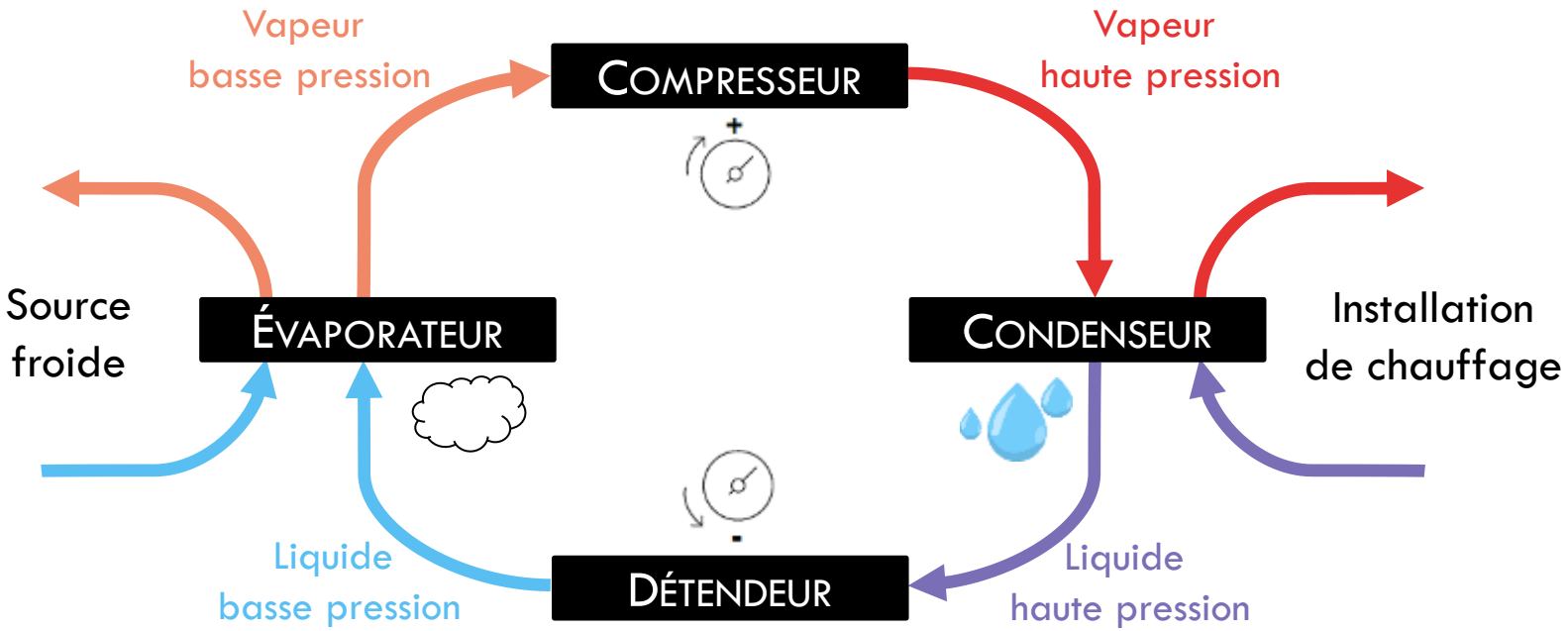




5 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

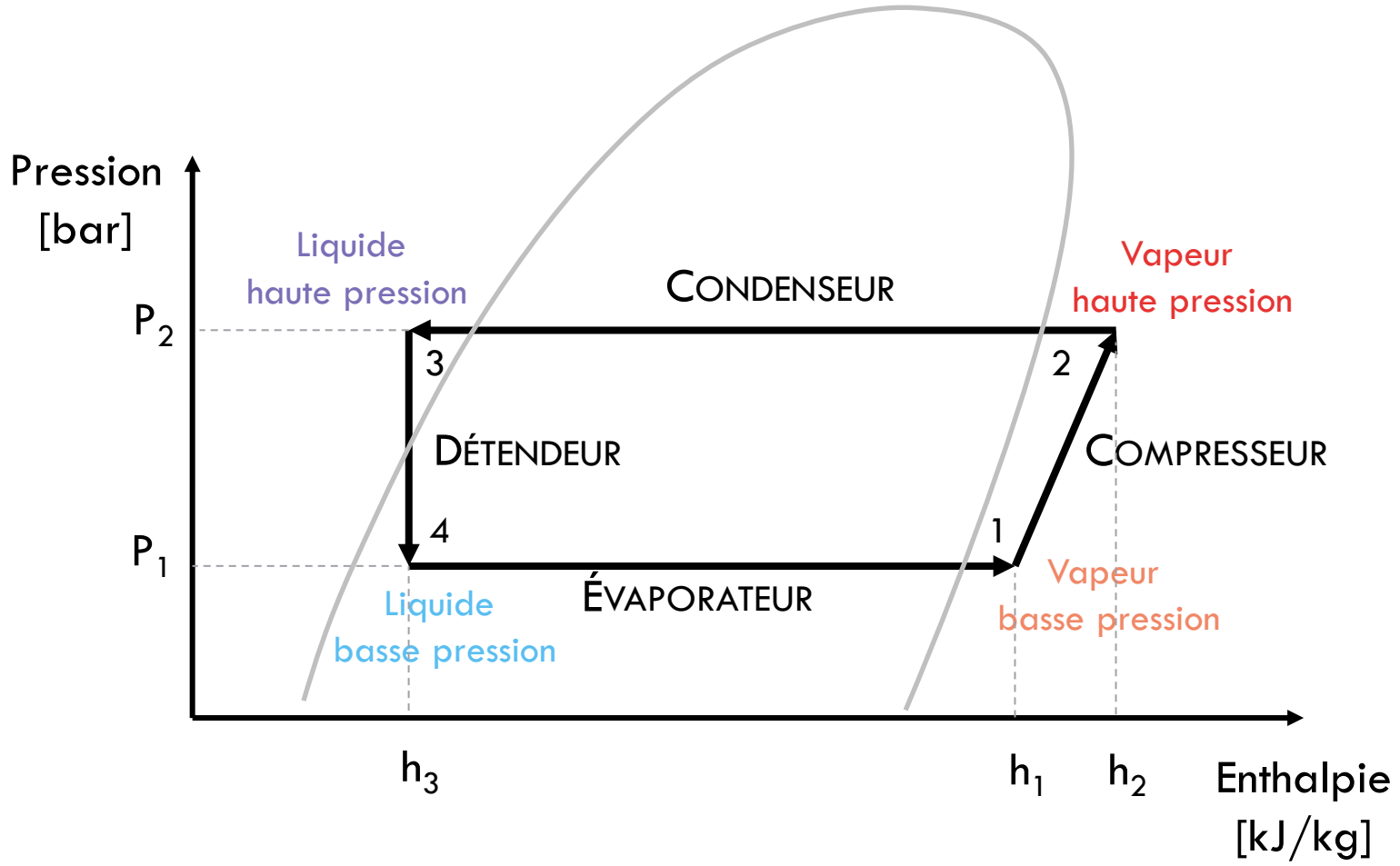
Principe de fonctionnement d'une pompe à chaleur :

- Soutire de la chaleur d'une « source froide » (sol, air extérieur…),
- Augmente son niveau de température,
- Restitue cette chaleur à une température plus élevée.



6 DIAGRAMME DE MOLLIER

Cycle thermodynamique idéal du fluide qui circule dans la pompe à chaleur



EFFICACITÉ THÉORIQUE DU SYSTÈME THERMODYNAMIQUE

Définition du coefficient de performance COP:

$$\text{COP} = \frac{Energie\ transmise\ à\ la\ source\ chaude}{Energie\ mécanique\ dépensée}$$

$$\text{COP} = \frac{Q_{évaporateur}}{W_{compresseur}}$$

Coefficient de performance théorique/idéal (cycle de Carnot):

$$\text{COP}_{\text{idéal}} = \frac{T_{source\ chaude} + 273.15}{(T_{source\ chaude} + 273.15) - (T_{source\ froide} + 273.15)}$$

Dans la pratique :

- COP réel est affecté d'un coefficient de 0,4 à 0,7

INFLUENCE DES TEMPÉRATURES DE SOURCES

Le COP sera d'autant plus élevé que l'écart de température entre la source et le milieu à chauffer sera faible.

- Exemple :
  - $T_{source\ chaude} = 35°C$ et $T_{source\ froide} = 0°C$

$$COP_{idéal} = \frac{308.15}{308.15 - 273.15} = 8.8$$

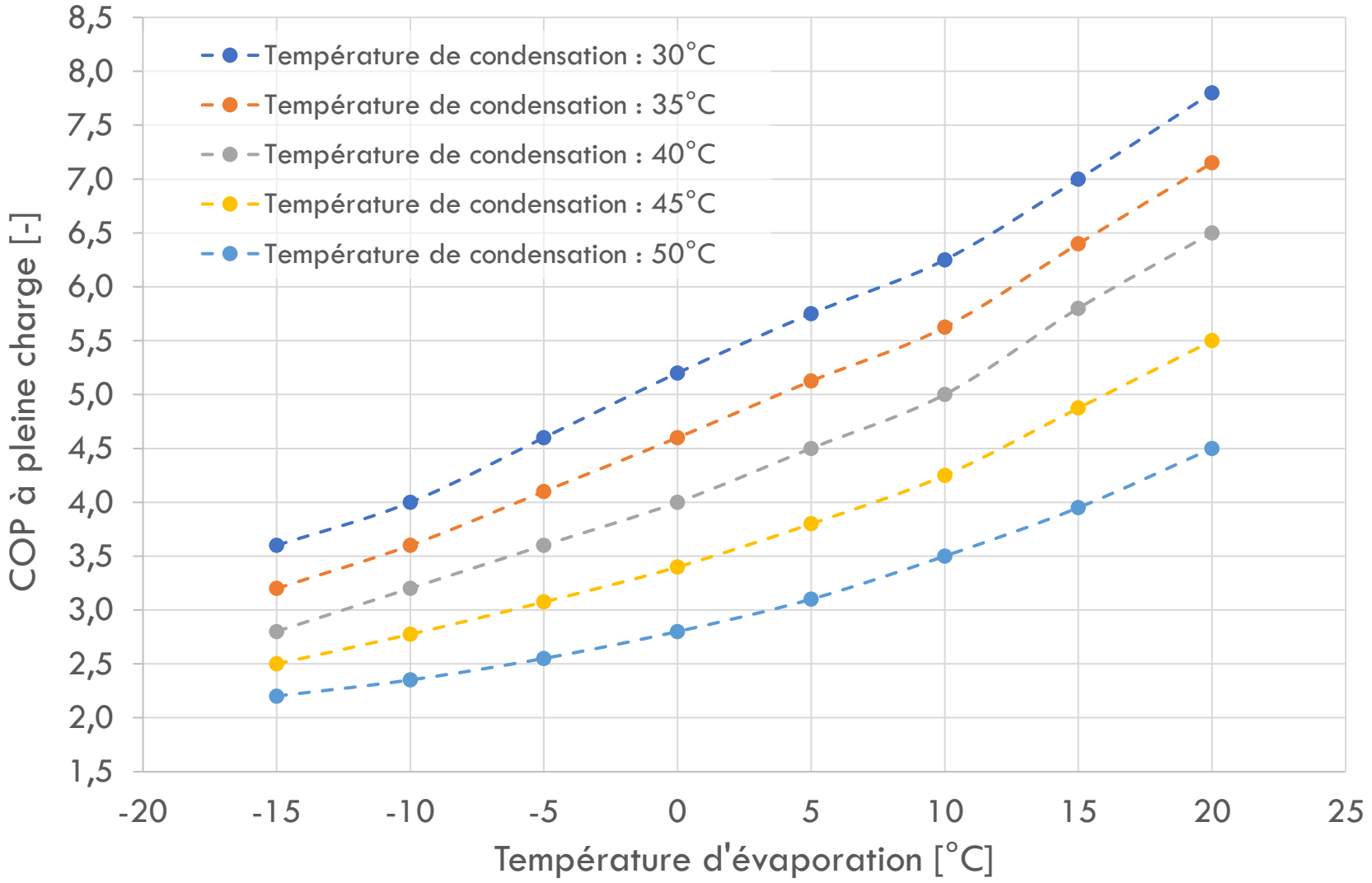
  - $T_{source\ chaude} = 35°C$ et $T_{source\ froide} = 10°C$

$$COP_{idéal} = \frac{308.15}{308.15 - 283.15} = 12.3$$

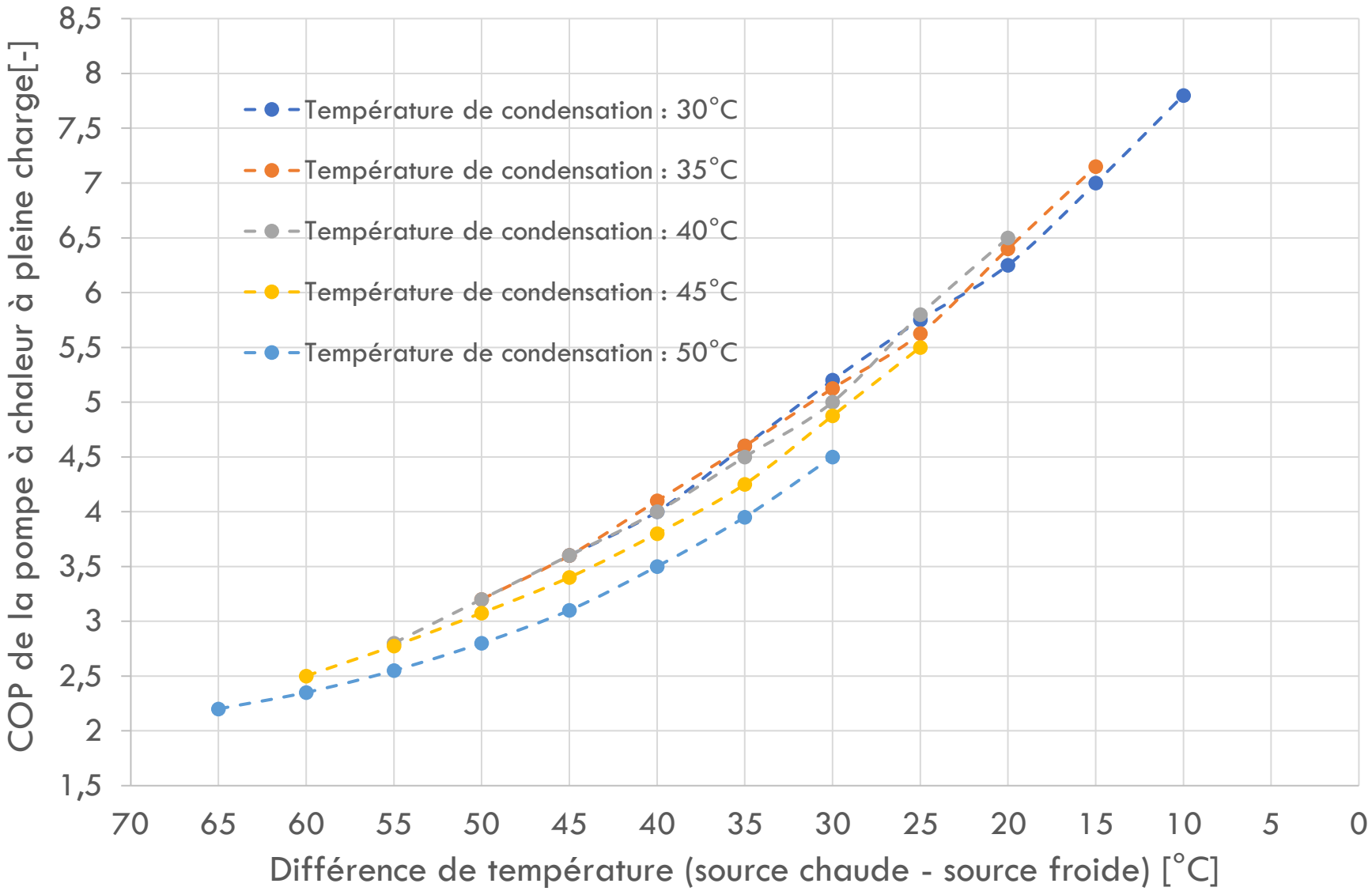
  - $T_{source\ chaude} = 45°C$ et $T_{source\ froide} = 0°C$

$$COP_{idéal} = \frac{318.15}{318.15 - 273.15} = 7.1$$

9 INFLUENCE DES TEMPÉRATURES DE SOURCES

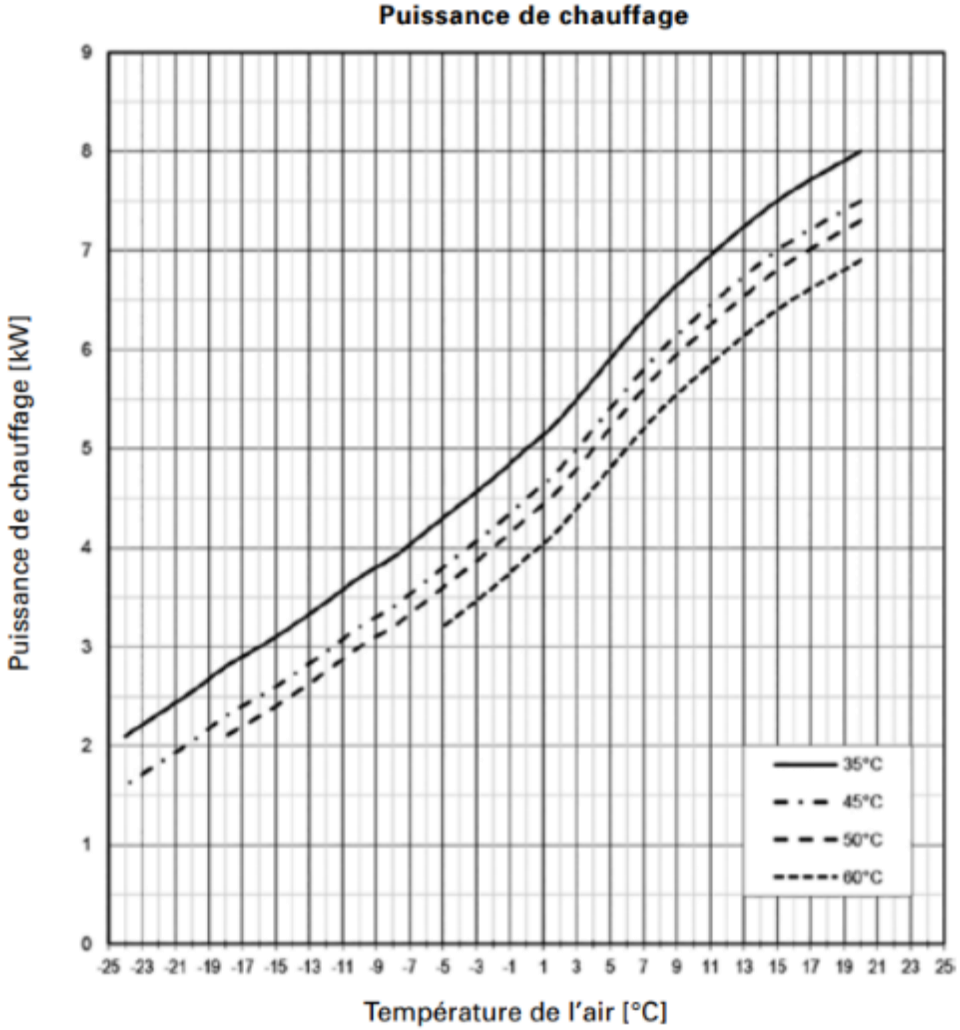


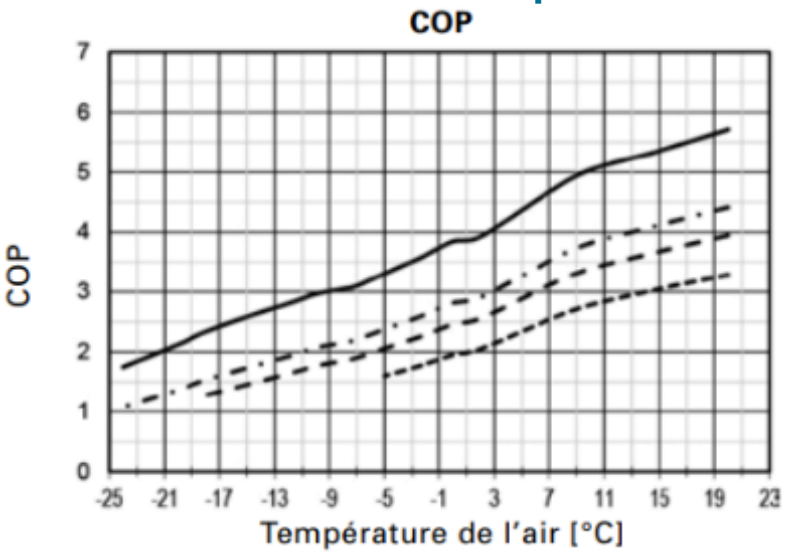
10 INFLUENCE DES TEMPÉRATURES DE SOURCES

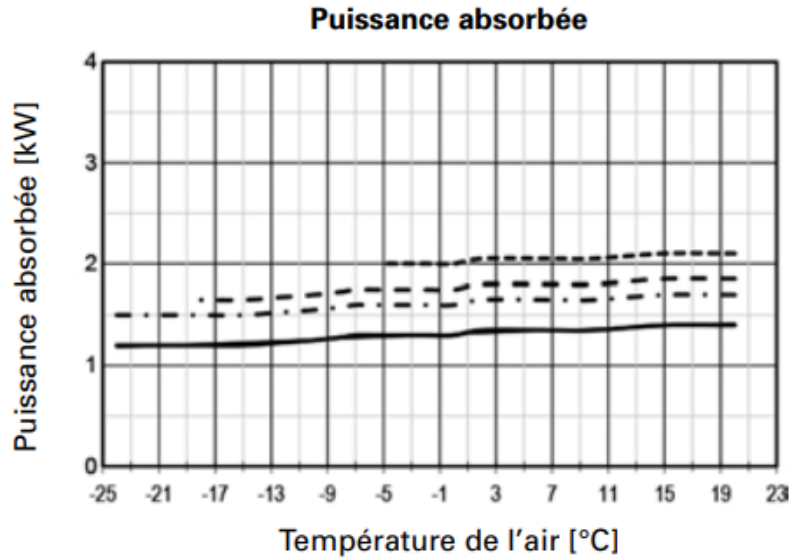


11 INFLUENCE DES TEMPÉRATURES DE SOURCES

La puissance d'une PAC dépend également des conditions de température







Source/Bron : Ochsner AIR 7 C11A

TABLE DES MATIÈRES

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

PRÉSENTATION DES TECHNOLOGIES

- **Types**
- **Configurations**
- **Choix du fluide frigorifique**
- **Sources froides**

EMISSION

EAU CHAUDE SANITAIRES

RÉGULATION

RÉVERSIBILITÉ ET SIMULTANÉITÉ

RÉGLEMENTATIONS ET SOUTIENS

PAC À COMPRESSION : MOTEUR ÉLECTRIQUE

Compresseur à moteur électrique :

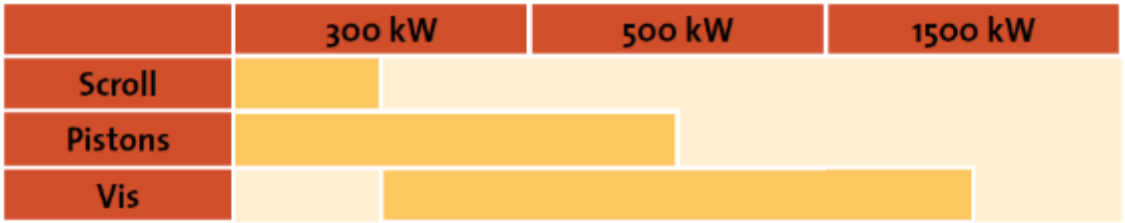
- Compresseur Scroll / Compresseur à pistons / Compresseur à vis







⇨ **Petites puissances: Scroll (15-300 kW) sont les plus utilisés.**



- Variation électronique de vitesse amélioration les performances
  - Modulation de puissance : entre 20 et 120 % de la valeur nominale

⇨ **Economie pouvant aller jusqu'à 30 %**

PAC À COMPRESSION : MOTEUR ÉLECTRIQUE

Avantage environnemental du moteur électrique ?

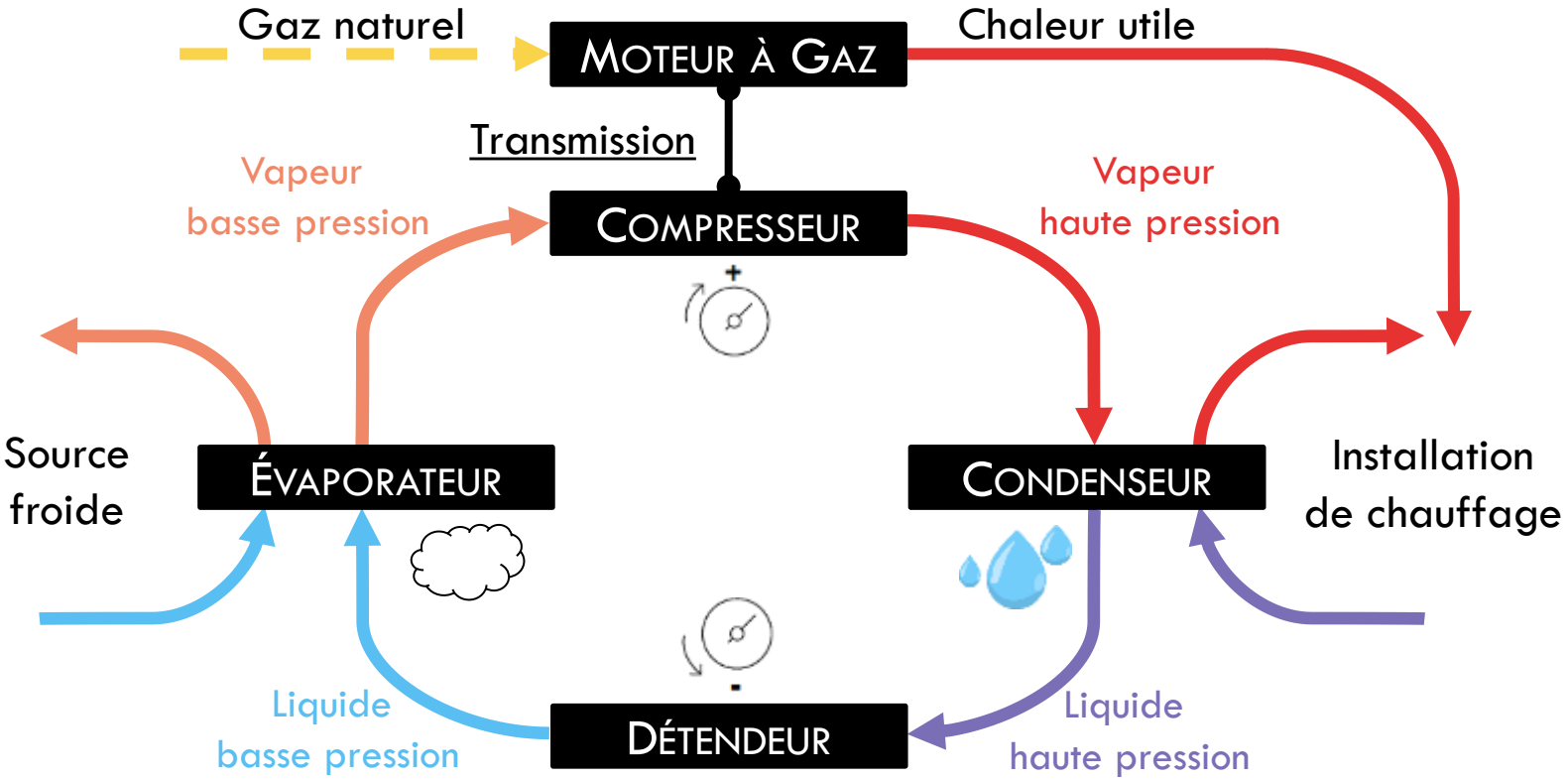
- Evolution de l'impact environnemental de la PAC en fonction du mix énergétique du pays
- Pas de rejet atmosphérique du système de production
- Pas d'utilisation sur site d'énergie fossile
- Compatible directement avec les objectifs environnementaux à long terme

➔ **La PAC est un producteur de chaleur dont l'impact environnemental devrait diminuer dans le futur sans investissement supplémentaire**

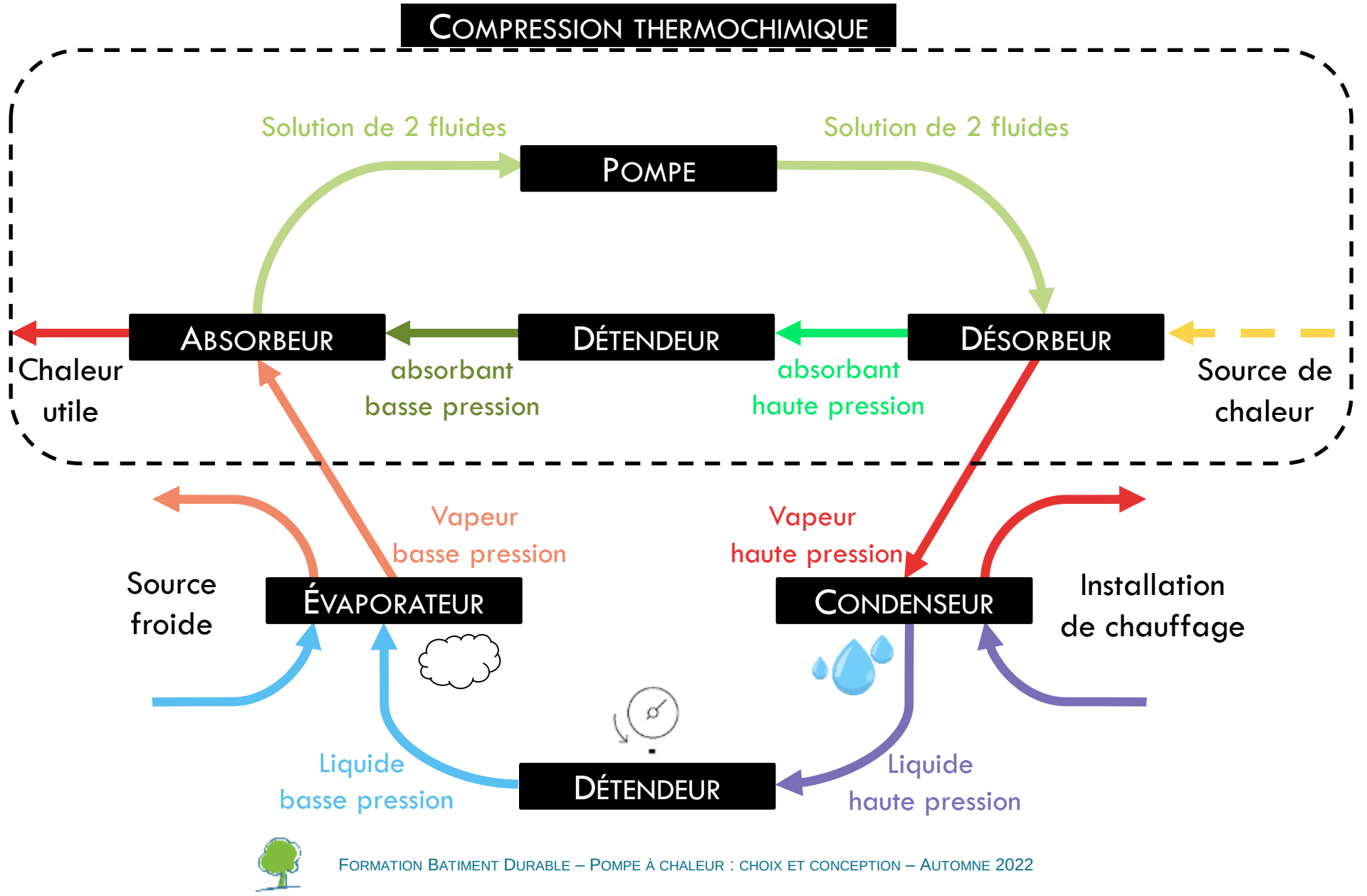
PAC À COMPRESSION : MOTEUR GAZ

Principale différence par rapport la PAC électrique classique :

- Compresseur entrainé par un moteur à combustion par l'intermédiaire d'un arbre de transmission.
- Possibilité de récupérer de la chaleur sur les gaz d'échappement et sur l'eau de refroidissement du moteur



16 PAC À ABSORPTION



17

PAC À ABSORPTION

Principale différence par rapport la PAC électrique classique :

- L'énergie apportée au système sous forme de chaleur

Principe:

- Basé sur l'affinité d'un fluide frigorigène pour un autre liquide (l'ammoniac et l'eau).
- La production de chaleur est assurée par:
  - la condensation du fluide frigorigène (ammoniac),
  - la réaction d'absorption entre le fluide et un absorbant (eau),
  - la récupération de chaleur latente dans les fumées (si bruleur gaz).

Avantages:

- Système relativement sûr et solide (maintenance limitée).
- Absence de moteur → durabilité élevée (c'est-à-dire plus de 20 ans)
- COP saisonnier de 130% pour des régime de température élevé (60°C)

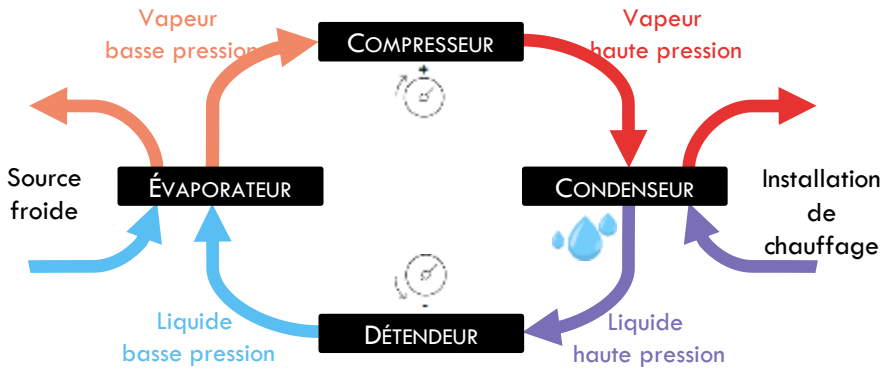
Inconvénients:

- Encombrement
- Coût d'investissement
- Complexité

CONFIGURATIONS CIRCUITS

Différentes configuration de PAC:

- **A détente directe :** un seul circuit, le fluide frigorigène circule en circuit fermé dans la pompe, les capteurs et les émetteurs de chaleur. Ce type de pompes à chaleur contient beaucoup de fluide frigorigène. Il n'y a pas d'échangeur intermédiaire.
- **Mixtes :** deux circuits, le fluide frigorigène circule directement dans les capteurs et dans la pompe à chaleur sans échangeur intermédiaire, les émetteurs sont alimentés en eau chaude via un échangeur.
- **A fluides intermédiaires** : trois circuits, le circuit frigorifique de la pompe à chaleur, le circuit des capteurs où circule de l'eau (éventuellement additionnée d'antigel), le circuit qui alimente en eau chaude les émetteurs. Il y a 2 échangeurs de chaleur,



PAC À VITESSE VARIABLE

La PAC à vitesse constante :

- fonctionne uniquement à puissance nominale,
- fonctionne selon des cycles ON/OFF,
- la puissance transmise au réseau est modulée grâce à un ballon tampon (15-25 L/kW),
- existe à 2 allures, possibilité de prévoir des cascades.

La PAC à vitesse variable

- utilise un variateur de fréquence qui permet de moduler la puissance du compresseur et donc de la PAC,
- fonctionne selon des cycles plus long,
- la puissance transmise au réseau est modulée grâce à la PAC,
- avantages :
  - meilleure performance,
  - usure moindre,
  - nécessite un ballon tampon de volume inférieur, voire pas du tout,
  - plus silencieux.

CHOIX DU FLUIDE FRIGORIFIQUE

Critères techniques principaux

- Delta température : température de source et d'émission
- Taux de compression : pression absolue basse et haute

⇨ **Exemple : caractéristiques techniques du R410A**

CHOIX DU FLUIDE FRIGORIFIQUE

Critères environnementaux principaux

- ODP : Ozone Depletion Potential
- GWP : Global Warming Potential
- TEWI : Total Equivalent Warming Impact

TEWI = Effet de serre direct + Effet de serre indirect

$$TEWI = (PRP_{100} \times L \times n) + (PRP_{100} \times m \times (1 - \alpha_{recovery})) + (n \times E_a \times \beta) \quad [kg\ CO_2]$$

PRP_{100} = Potentiel de réchauffement planétaire du fluide frigorigène [$kg_{équiv}$ CO_2]

L = Quantité annuelle de fluide frigorigène perdu par fuite [kg/an]

n = Durée de vie de l'installation [an]

m = Quantité de fluide frigorigène présent dans la pompe à chaleur à son installation [kg_{fl}]

$\alpha_{recovery}$ = Taux de récupération de fluide frigorigène lors du démontage de la pompe à chaleur [-]

E_a = Consommation annuelle en énergie [kWh/an]

β = Emissions en CO_2 due à la production d'énergie [kg CO_2/kWh]

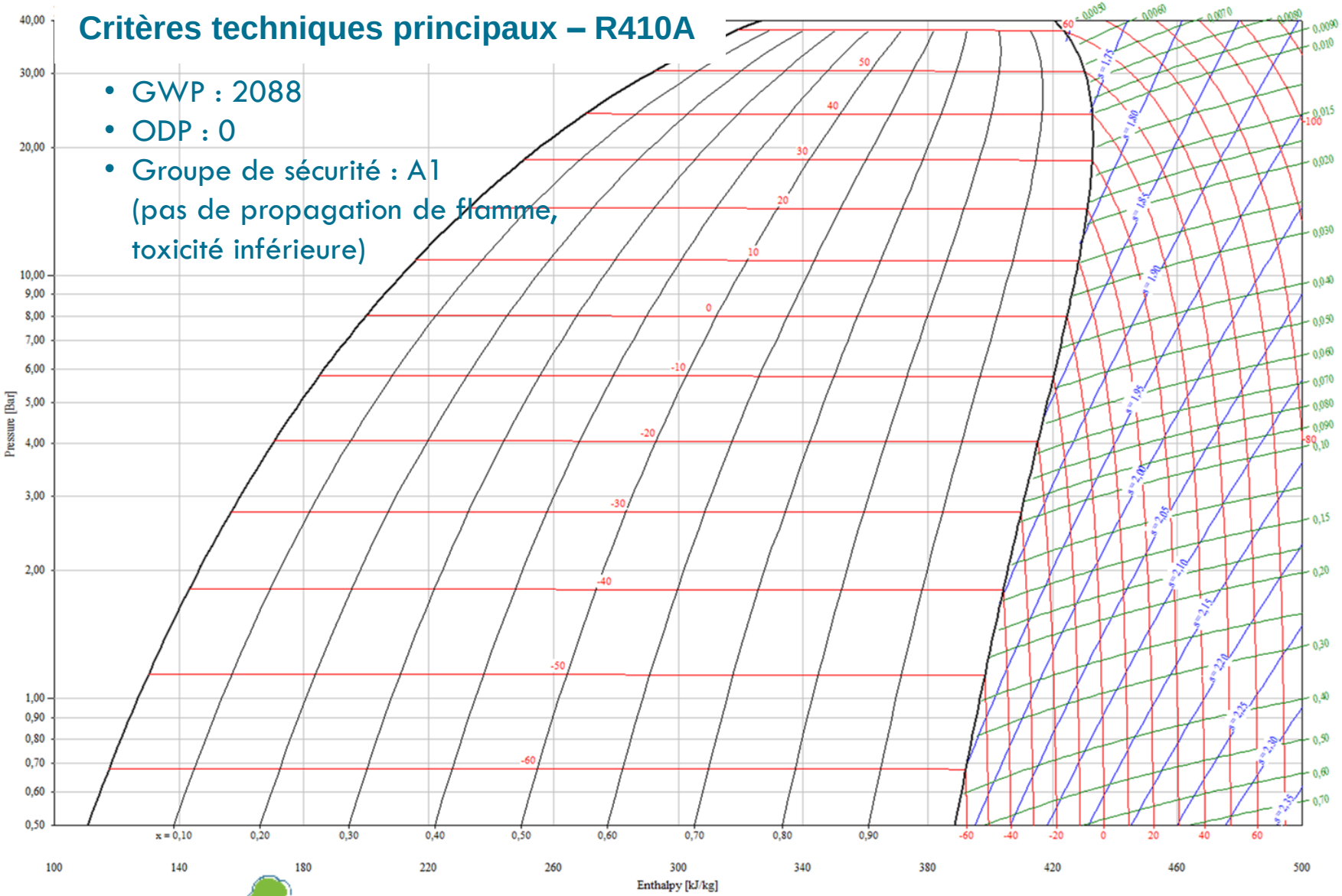
- Effet de serre direct
- Effet de serre indirect
- Fuite
- Pertes fin de vie
- Energie utilisée

Source / Bron : EF4

CHOIX DU FLUIDE FRIGORIFIQUE

Critères techniques principaux – R410A

- GWP : 2088
- ODP : 0
- Groupe de sécurité : A1
  (pas de propagation de flamme, toxicité inférieure)



CHOIX DU FLUIDE FRIGORIFIQUE

Critères techniques principaux – R290 (propane)

- GWP : 3
- ODP : 0
- Groupe de sécurité : A3 (inflammabilité élevée, toxicité inférieure)

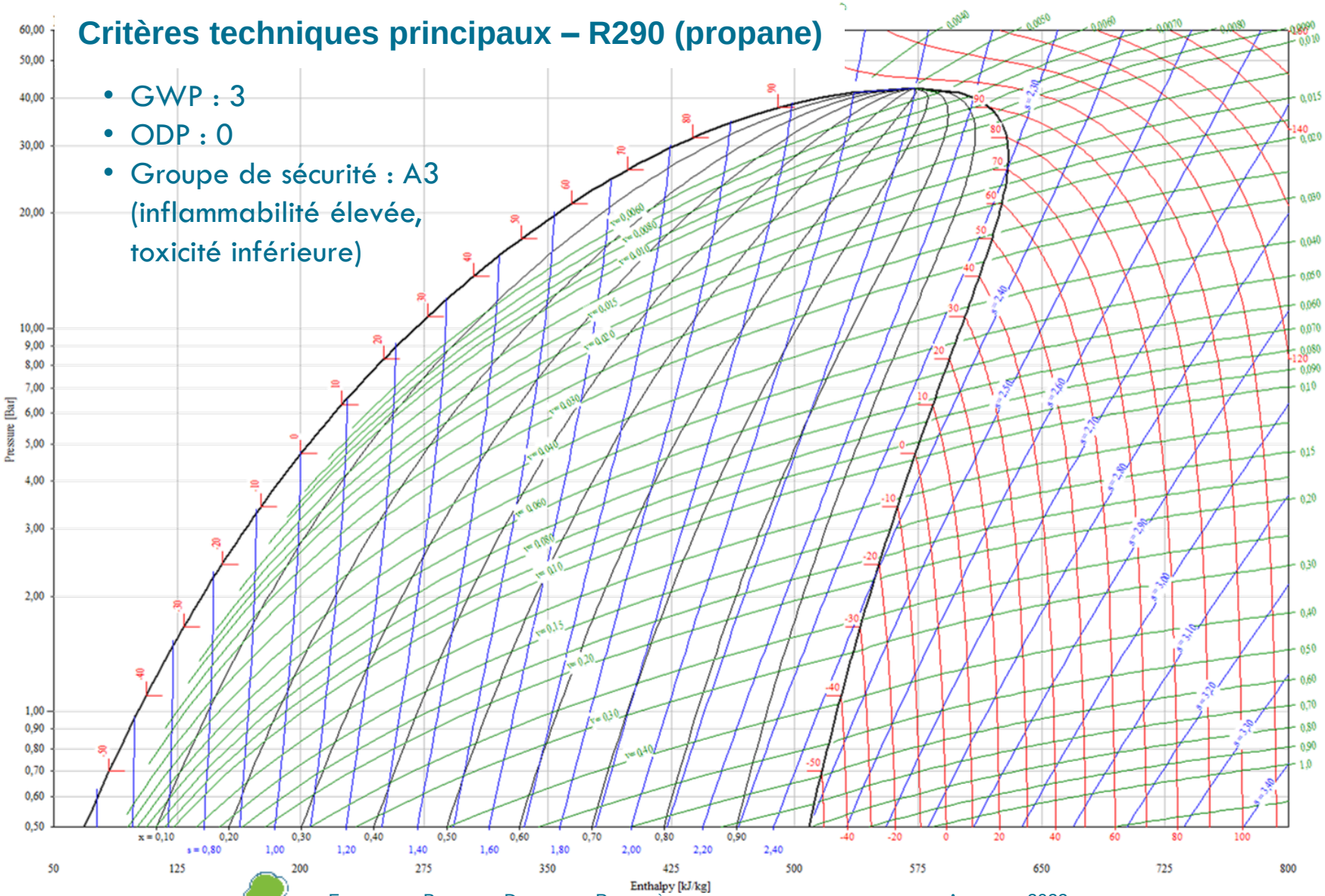


TABLE DES MATIÈRES

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

PRÉSENTATION DES TECHNOLOGIES

- Types
- Configurations
- Choix du fluide frigorifique
- **Sources froides**
  - ⇨ **PAC aérothermique**
  - ⇨ PAC géothermique

EMISSION

EAU CHAUDE SANITAIRES

RÉGULATION

RÉVERSIBILITÉ ET SIMULTANÉITÉ

RÉGLEMENTATIONS ET SOUTIENS

SOURCES FROIDES

Sources froides :

- **Air** intérieur ou extérieur
- **Terrain** à petite ou grande profondeur
- **Eau** de surface ou souterraine, des égouts

Nomenclature PAC :

- **AIR :** échange direct air - fluide frigo
- **SOL** : échange direct terrain – fluide frigo
- **EAU :** échange eau « pure » – fluide frigo
- **EAU GLYCOLEE :** échange eau glycolée – fluide frigo

SOURCE FROIDE/SOURCE CHAUDE	Détente directe	Mixte	A fluides intermédiaires
AIR/AIR	x		
AIR/EAU		x	
SOL/SOL	x		
SOL/EAU		x	
EAU/EAU		x	x
EAU GLYCOLEE/EAU			x

SOURCES FROIDES: PAC AÉROTHERMIQUES

Simple à mettre en œuvre :

- Aucun capteur à installer
- Sans autorisation spéciale

Source froide :

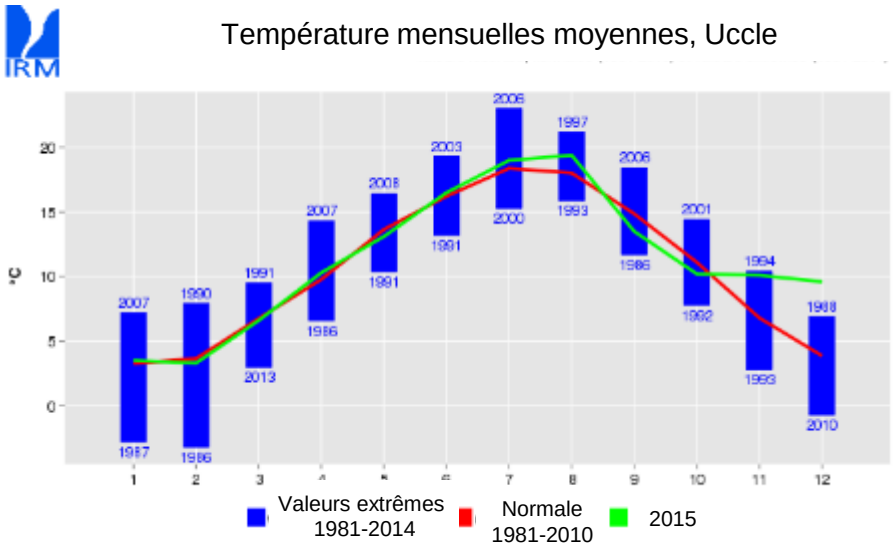
- Air ambiant
- Air extérieur



Performance:

- Température de l'air varie beaucoup au cours de l'année

⇨ **Performances de la PAC varient aussi largement**



SOURCES FROIDES: PAC AÉROTHERMIQUES

+	-
▸ Possibilité de fonctionner à basse ou haute température ▸ Réversible ▸ Pas de cheminée ▸ Pas d'amenée de combustible ▸ Large gamme de puissance ▸ Peut être combiné à du PV	▸ Investissement plus élevé qu'une chaudière ▸ Utilisation de fluides frigorigènes (effet serre) ▸ Nécessite réseau électrique adapté ▸ Appoint souvent nécessaire ▸ Performance et puissance dépendantes des températures sources chaudes et froides, en baisse avec la T°ext. ➔ La performance et la puissance sont moindres lorsque la demande est importante.

SOURCES FROIDES: PAC AÉROTHERMIQUES

- Monosplit et Multi-split:
  - Détente directe sans fluide intermédiaire
- Système à débit de réfrigérant variable (VRF):
  - Sans récupération de chaleur
  - Avec récupération de chaleur (3 ou 4 tubes)
- Ballon thermodynamique pour la production d'ECS
- Pompe à chaleur sur air extrait de ventilation:
  - Préchauffage de l'air pulsé
  - Chauffage d'ECS
  - Déshumidification de l'air (cas particulier des piscines)

SOURCES FROIDES: PAC AÉROTHERMIQUES

Version split



Source / Bron : Aermec

Version monobloc



Source / Bron : Aermec

Grande puissance (200 kWth)



Source / Bron : Aermec

SOURCES FROIDES: PAC AÉROTHERMIQUES

Version hybride PAC aérothermique/chaudière gaz



Source / Bron : Daikin

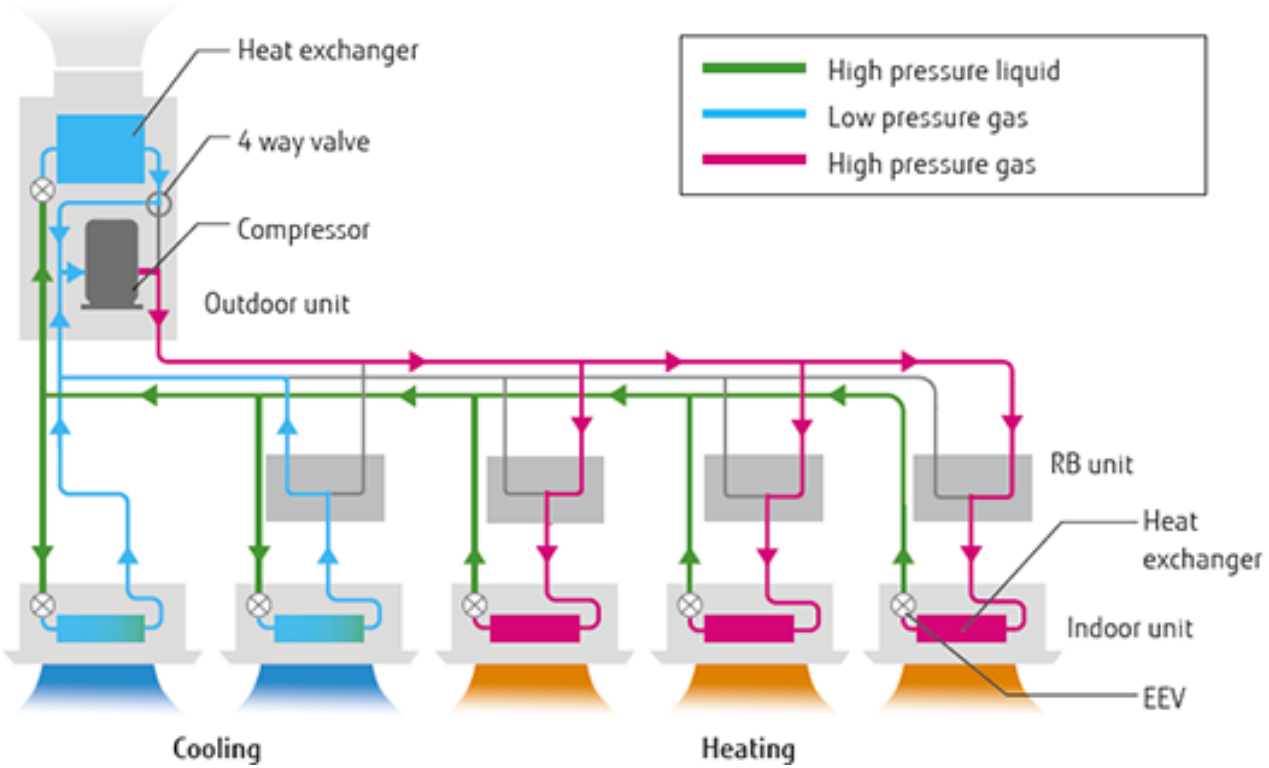
Echangeur statique



Source / Bron : HelioPac

SOURCES FROIDES: PAC AÉROTHERMIQUES

VRF 3 tubes



Source/Bron : Fujitsu

SOURCES FROIDES: PAC AÉROTHERMIQUES

Boiler thermodynamique

+	-
▸ Rendement élevé (comparé à un boiler électrique)	▸ Encombrement ▸ Besoins ECS limités ▸ Fonctionne sur l'air ambiant (refroidit l'ambiance), ou sur l'air extérieur si gainé. ▸ Plus bruyant qu'un boiler électrique



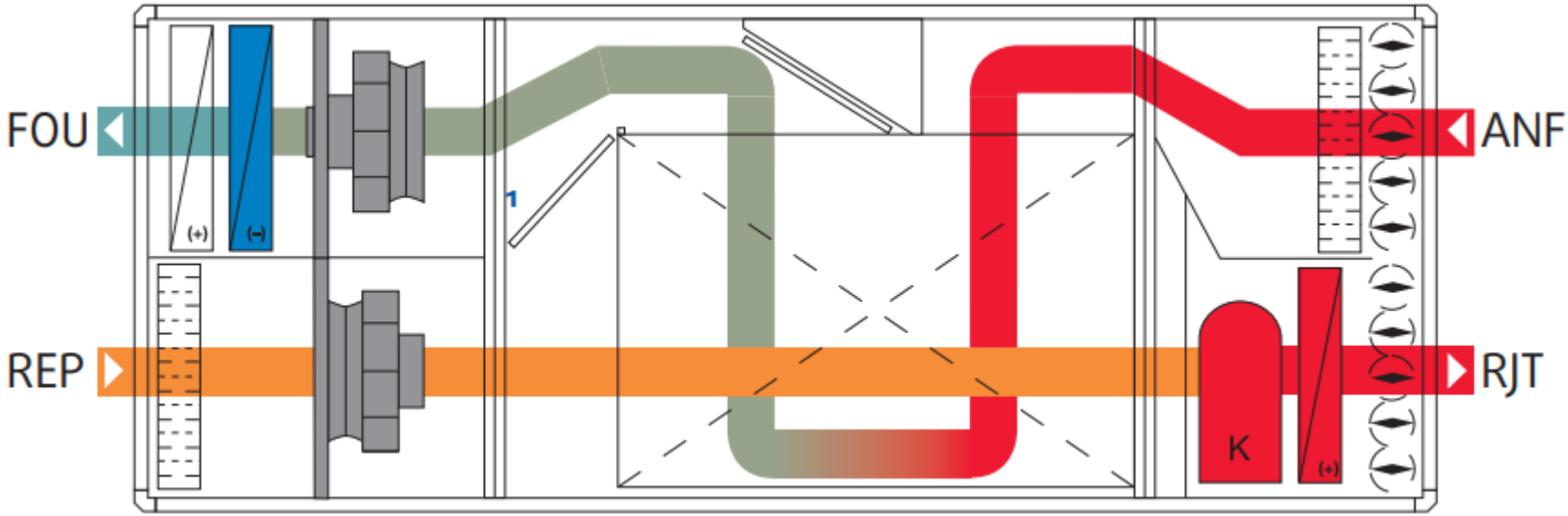
Source / Bron : Öchsner

SOURCES FROIDES: PAC AÉROTHERMIQUES

Pompe à chaleur à détente directe dans une centrale de traitement d'air

En été, trois modes de fonctionnement possible :

- **Si $T_{ext} < T_{int}$:** L'échangeur est bypassé. $T_{neuf} = T_{ext}$
- **Si $T_{_ext} > T_{_int}$:** L'échangeur de chaleur est utilisé pour « récupérer le froid » de l'air intérieur. $T_{neuf} < T_{ext}$
- **Si $T_{_ext} >> T_{_int}$:**
  - L'échangeur de chaleur est utilisé pour « récupérer le froid » de l'air intérieur,
  - Ensuite, le groupe de froid à détente directe intégré refroidit l'air neuf à la température souhaitée, et le déshumidifie si nécessaire.



Source/Bron : Menerga

TABLE DES MATIÈRES

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

PRÉSENTATION DES TECHNOLOGIES

- Types
- **Sources froides**
  - ⇨ PAC aérothermique
  - ⇨ **PAC géothermique**

EMISSION

EAU CHAUDE SANITAIRES

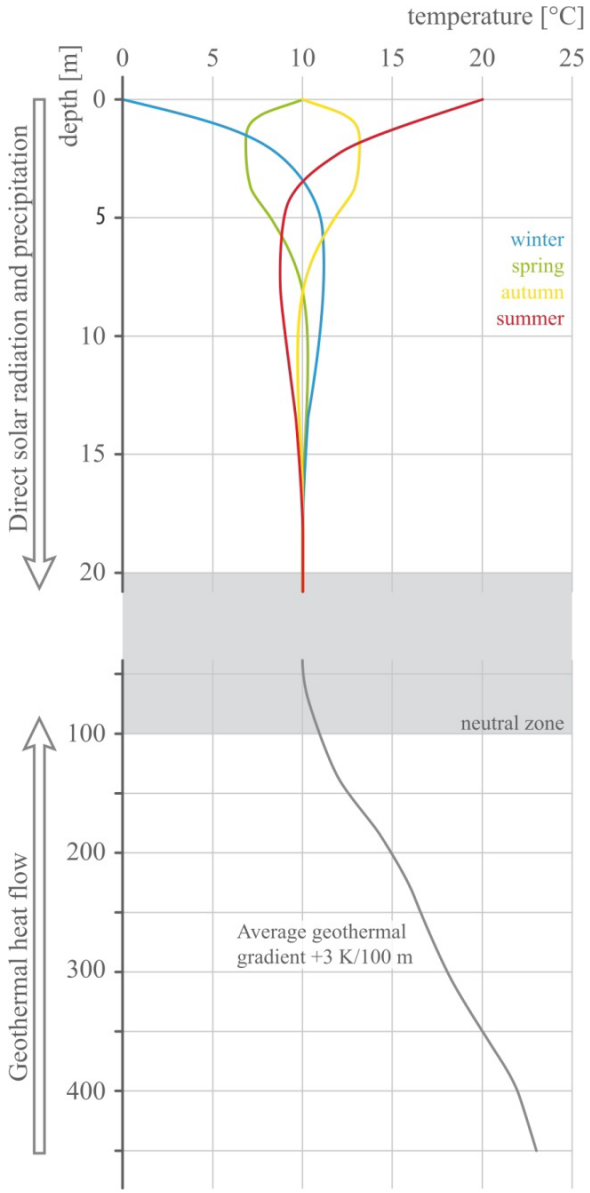
RÉGULATION

RÉVERSIBILITÉ ET SIMULTANÉITÉ

RÉGLEMENTATIONS ET SOUTIENS

SOURCES FROIDES: PAC GÉOTHERMIQUES

Température du sol :



SOURCES FROIDES: PAC GÉOTHERMIQUES

Elles puisent la chaleur dans le sol ou l'eau d'une nappe par l'intermédiaire d'un réseau de capteurs ou de forages.

Capteurs horizontaux:

- Enterrées à faible profondeur (0,6m à 1,2m)

Capteurs verticaux (ouverts/fermés):

- Quasi indépendant de la température extérieure
- Nécessite de réaliser des forages

Corbeilles géothermiques:

- Système alternatif

+	-
▸ Efficacité élevée et « constante » ▸ Plus silencieux à l'extérieur ▸ Potentiel de geocooling	▸ Emprise échangeur extérieur ▸ Puissance limitée à la surface de terrain disponible ▸ Coût des sondes ▸ Dimensionnement délicat (attention épuisement sol)

SOURCES FROIDES: EAUX DE SURFACES

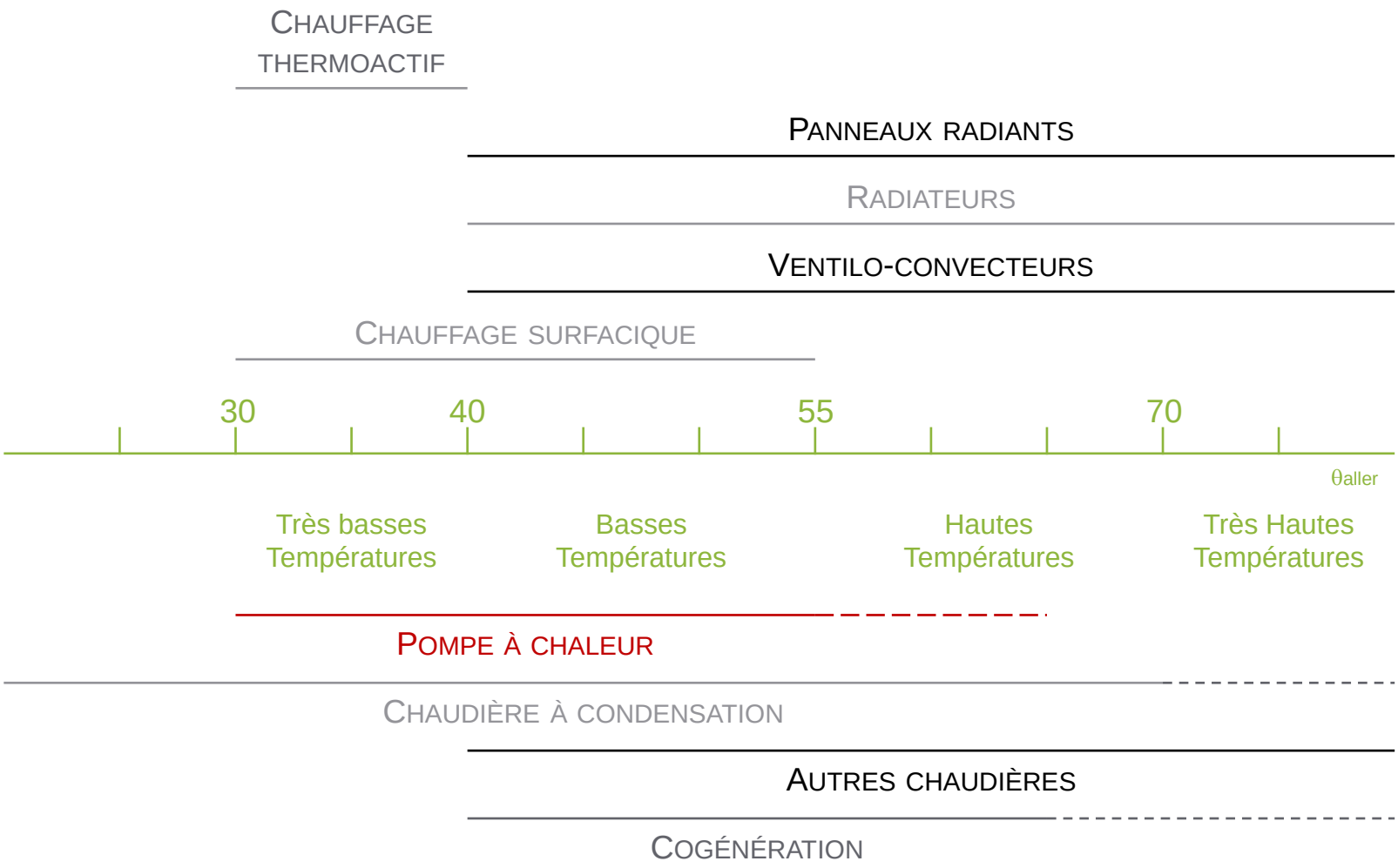
Mais aussi…

- ➔ Sur rivière, canal, lac…
- ➔ Eau des égouts (Riothermie)
- ➔ Chaleur fatale

TABLE DES MATIÈRES

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT
PRÉSENTATION DES TECHNOLOGIES
EMISSION
EAU CHAUDE SANITAIRES
RÉGULATION
RÉVERSIBILITÉ ET SIMULTANÉITÉ
RÉGLEMENTATIONS ET SOUTIENS

Compatibilité émission / production



EMISSION

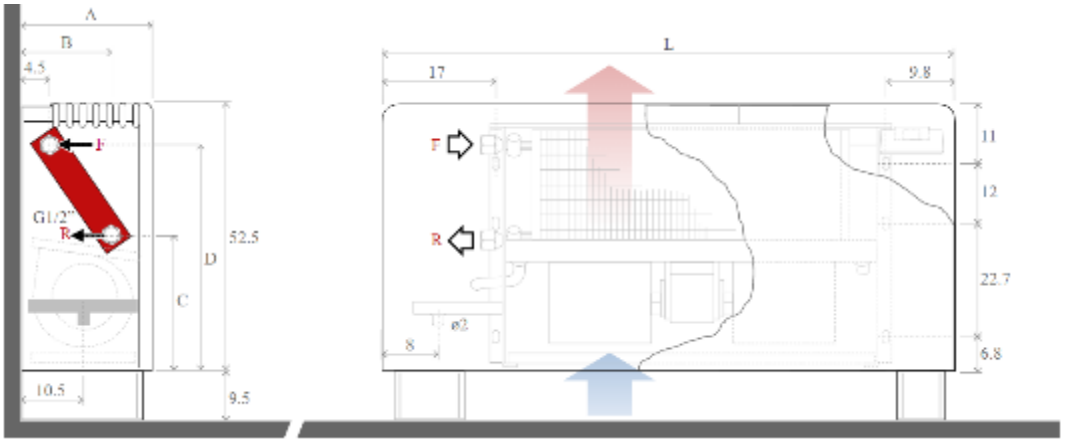
Et en refroidissement ?

- Il existe habituellement 2 régimes de température
  - 7/12°C « refroidissement »,
    - ⇨ production de condensats
  - 16/18°C → « rafraichissement »,
    - ⇨ sans production de condensat,
    - ⇨ puissance limitée,
    - ⇨ compatible au refroidissement passif

- Emetteurs compatibles :
  - Identiques au chauffage excepté les radiateurs,
  - Doivent être prévus et dimensionnés pour la production de froid, et éventuellement la gestion des condensats,
  - Éventuellement réversibles chaud/froid, bi-tube ou 4-tubes

Dimensionnement ?

- La température de départ a une forte influence sur la puissance d'émission.
- Exemple pour un ventilo-convecteur réversible :



					CHAUFFER	CHAUFFER	CHAUFFER	CHAUFFER	LIGHT COOLING Non condensant	DEEP COOLING Total	DEEP COOLING sensible
Type	Hauteur [cm]	Longueur [cm]	Largeur [cm]	Position	75/65/20 [Watts]	55/45/20 [Watts]	45/35/20 [Watts]	35/30/20 [Watts]	16/18/27 50% R.V. [Watts]	7/12/27 50% R.V. [Watts]	7/12/27 50% R.V. [Watts]
02	Tous	Tous	Tous	max							
02	052	57,5	23,0	max	4000	2386	1571	990	769	1833	1304

Source / Bron : Jaga

Dimensionnement ?

- La température de départ a une forte influence sur la puissance d'émission.

  ⇨ En rénovation, le passage d'un système de production à haute température vers une pompe à chaleur implique de s'assurer que le système d'émission est suffisamment puissant.

- Exemple pour les radiateurs :

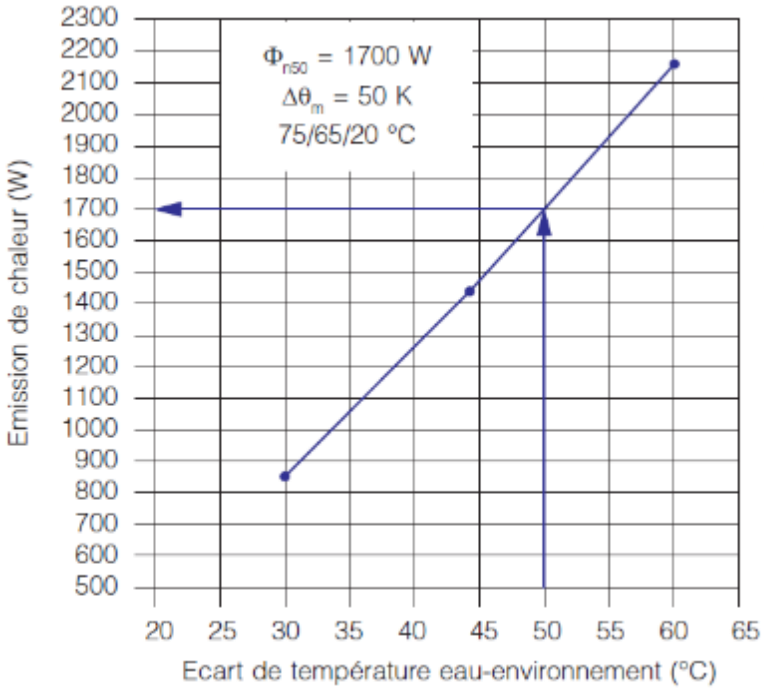


Fig. 10
Exemple de courbe caractéristique d'un radiateur (détermination de l'émission calorifique selon la norme NBN EN 442-2) [B9].

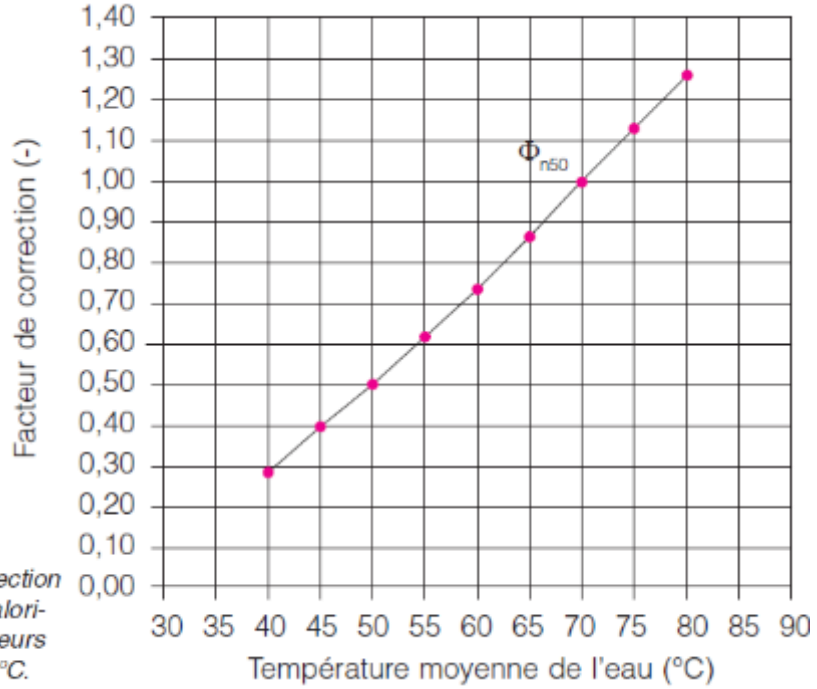


Fig. 11
Facteur de correction de l'émission calorifique des radiateurs d'un local à 20 °C.

Source / Bron : CSTC, Rapport 14

Exercice

- Une pièce contient un radiateur dont la puissance est de 1500 W pour un régime de température de 75/65/20.
  Quelle est sa puissance en régime 55/45/20 ?
  - $P_{50/40/20}$ = 1500*0,51 = 765 W ➔ Sera-ce toujours suffisant pour chauffer le local ? Sinon, quelle(s) solution(s) envisager ?

Tableau D.1 Valeurs de Φ/Φ_{n50} à diverses températures ambiantes et diverses températures d'eau pour un débit nominal (exposant n = 1,3) (suite).

Température de l'eau de départ $\theta_{w,i}$ (°C)	Température ambiante θ_a (°C)	Température de l'eau de retour $\theta_{w,r}$ (°C)											
		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
55	24	0,21	0,29	0,36	0,42	0,48							
	22	0,26	0,33	0,40	0,47	0,53							
	20	0,30	0,38	0,45	0,51	0,57							
	18	0,35	0,42	0,49	0,56	0,62							
	16	0,40	0,47	0,54	0,60	0,67							
50	24	0,19	0,26	0,32	0,37								
	22	0,23	0,30	0,36	0,42								
	20	0,27	0,34	0,40	0,46								
	18	0,31	0,38	0,44	0,50								
	16	0,36	0,42	0,49	0,55								
45	24	0,16	0,22	0,27					$\Phi/\Phi_{n50} = (\Delta\theta_m/49,83)^n$ où : $\Delta\theta_m = (\theta_{w,i} - \theta_{w,r})/\ln[(\theta_{w,i} - \theta_a)/(\theta_{w,r} - \theta_a)]$				
	22	0,20	0,26	0,31									
	20	0,24	0,30	0,35									
	18	0,28	0,34	0,40									
	16	0,32	0,38	0,44									

Source / Bron : CSTC, Rapport 14

TABLE DES MATIÈRES

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT
PRÉSENTATION DES TECHNOLOGIES
EMISSION
EAU CHAUDE SANITAIRE
RÉGULATION
RÉVERSIBILITÉ ET SIMULTANÉITÉ
RÉGLEMENTATIONS ET SOUTIENS

BESOINS ET EXIGENCES

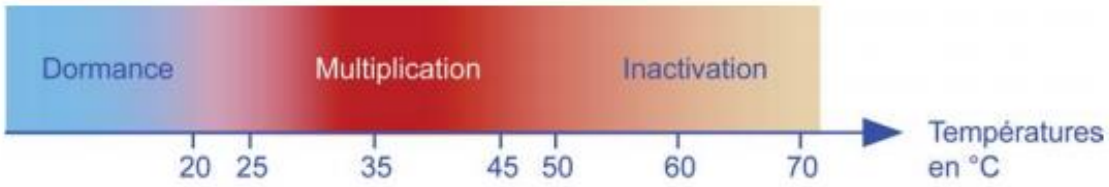
Particularités de la production d'ECS

- Besoin :

	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

- Hygiène : limiter la prolifération des légionnelles

La température est un facteur essentiel conditionnant le développement des légionelles



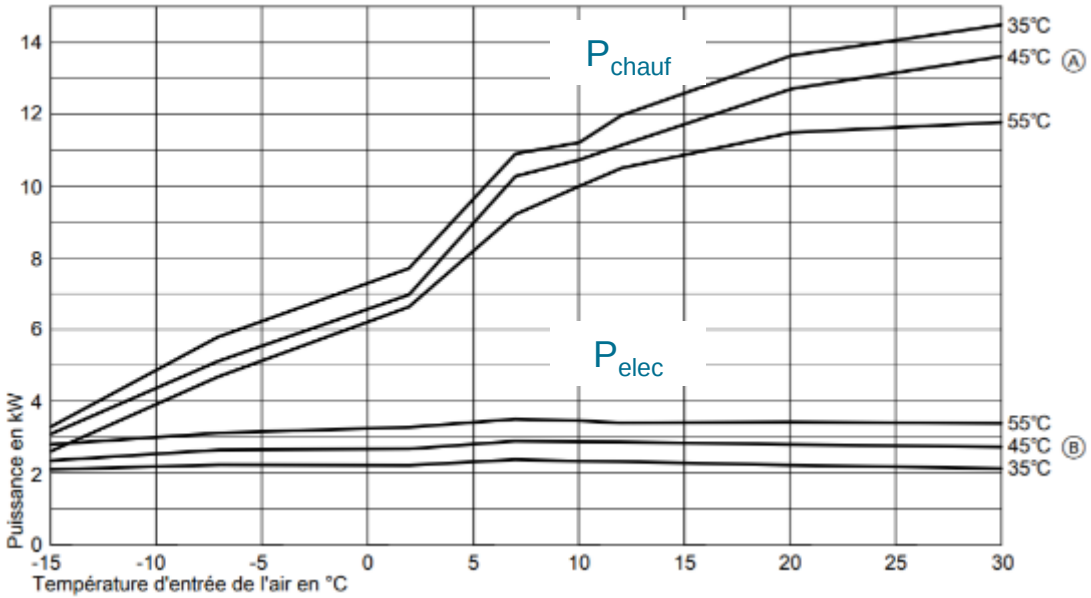
▲ Figure 13 : La croissance des légionelles en fonction de la température. L'optimum de croissance se situe entre 25 et 45°C environ.

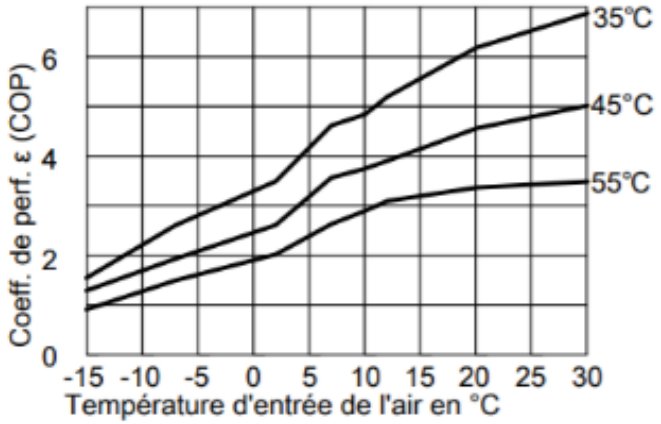
Source/Bron : Guide installations d'eau chaude sanitaire, règles de l'art Grenelle Environnement 2012

⇨ **Température de production ~ 60°C**

CHOIX DU SYSTÈME

Importance du régime de température sur les performances d'un PAC





- La performance (COP) et la puissance dépendent de la différence de température entre les sources chaude et froide
- La température de production de l'ECS est généralement de 55-60°C
  - ⇨ les performances sont dégradées
  - ⇨ prévoir une pompe à chaleur adaptée

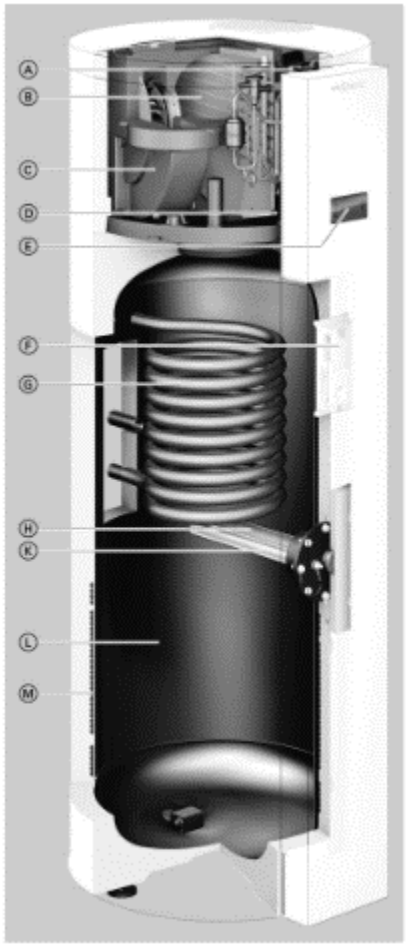
CHOIX DU SYSTÈME

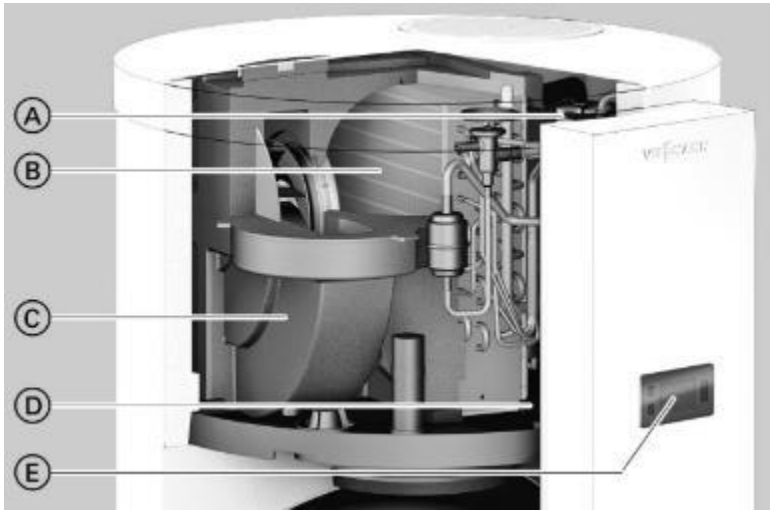
Différentes solutions existent :

- le ballon thermodynamique,
  - Avec appoint électrique
  - Avec appoint par chaudière
  - Avec appoint solaire
- la PAC haute température dédiée (aéro- ou géo- thermique),
- la PAC mixte chauffage/ECS

Ballon thermodynamique - Principe

- Équipement indépendant de production d'eau chaude sanitaire (ECS) associant un volume de stockage et une petite PAC dédiée au chauffage de cette eau.





(A) Compresseur
(B) Evaporateur
(C) Ventilateur
(D) Séparateur de liquide
(E) Module de commande
(F) Régulation de pompe à chaleur
(G) Type T2H-ze uniquement :
échangeur de chaleur pour le raccordement d'un générateur de chaleur externe
(H) Système chauffant électrique (intégré pour le type T2E-ze, accessoire pour le type T2H-ze)
(K) Anode de protection au magnésium
(L) Préparateur d'eau chaude sanitaire
(M) Condenseur

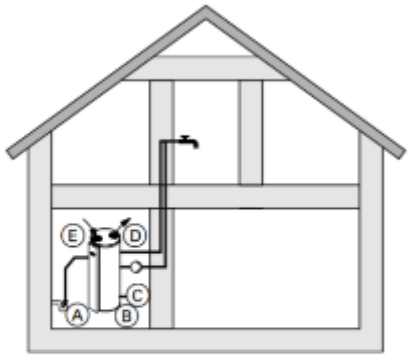
CHOIX DU SYSTÈME

Ballon thermodynamique - Source froide

- **Air ambiant d'un local non chauffé :**
  - Profite en hiver de T° plus élevées que sur air extérieur
  - MAIS prélève une partie de l'énergie en volume chauffé (car l'EANC est indirectement chauffé par le volume adjacent)

- **Air extrait de la ventilation :**
  - Lié à la ventilation → débit d'air plus faible que pour les autres types d'appareils (200 m³/h à 350 m³/h)
  - T° moyenne de la source froide plus élevée

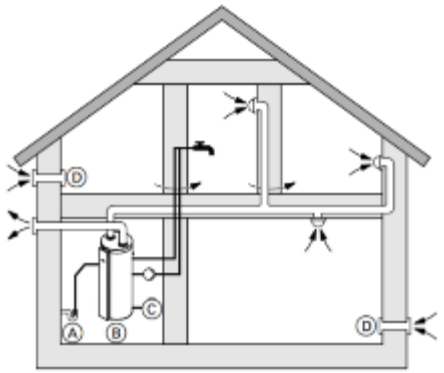
Représentation système pour une utilisation sur air ambiant



Exemple avec le type T2E-ze

Ⓐ Evacuation des condensats
Ⓑ Vitocal 262-A
Ⓒ Raccordement eau froide
Ⓓ Sortie d'air
Ⓔ Arrivée d'air

Représentation système pour une utilisation sur air évacué



Exemple avec le type T2E-ze

Ⓐ Evacuation des condensats
Ⓑ Vitocal 262-A
Ⓒ Raccordement eau froide
Ⓓ Air extérieur

Source /Bron : Viessmann

CHOIX DU SYSTÈME

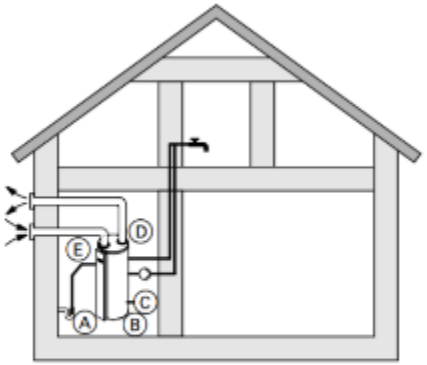
Ballon thermodynamique - Source froide

- **Air extérieur :**
  - Débit d'air non limité
  - T° moyenne de la source froide plus faible en hiver (performance moindre)
  - Pas d'incidence sur l'ambiance du bâtiment

Solaire thermique

- Exemple : 6m² de capteurs plans pour un volume de 300 litres

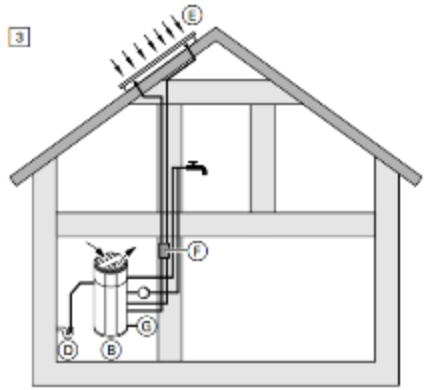
Représentation système pour une utilisation sur air extérieur



Exemple avec le type T2E-ze

Ⓐ Evacuation des condensats
Ⓑ Vitocal 262-A
Ⓒ Raccordement eau froide
Ⓓ Sortie d'air vers l'extérieur
Ⓔ Arrivée d'air depuis l'extérieur

Type WWKS (avec utilisation de l'énergie solaire)



Ⓑ Vitocal 160-A, type WWKS (pour le mode à circulation d'air)
Ⓓ Evacuation des condensats
Ⓔ Capteurs solaires
Ⓕ Divicon solaire
Ⓖ Raccordement eau froide

Source /Bron : Viessmann

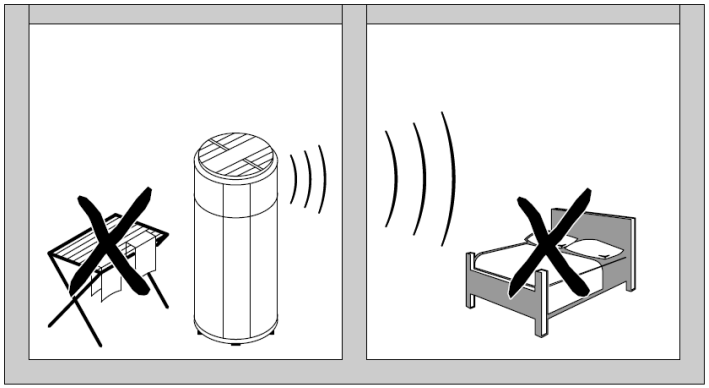
Ballon thermodynamique - Spécificités

- Capacité varie généralement de 200 à 300 litres (mais peut aller jusqu'à 1000 litres)
- Puissance thermique faible de 4 à 6 W/litre
- Leur réservoir intègre souvent une résistance électrique ou un second échangeur permettant de raccorder un autre générateur
- Production d'eau à 60-65°C (attention, certains modèles utilisent la résistance électrique pour monter de 55°C à 60-65°C)
- Meilleure performance si un seul réchauffage → paramétrer pour éviter de multiples relances durant la journée
- Efficacité énergétique η_{WH} de 110-130 %
- Encombrement : Pour 300 litres, Ø70 cm et H170 cm
- Prix : entre 1500 € et 3000 €
- Prévoir une évacuation des condensats
- Le raccordement électrique (disjoncteur, ...) est similaire à celui d'un chauffe-eau électrique

Boiler thermodynamique - Eviter les nuisances sonores

Niveau de puissance acoustique en utilisation sur air ambiant pour la production d'ECS de 15 à 60 °C et une température de l'air à son admission de 15 °C

	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 le local d'installation	16	41	46	50	52	49	46	34	56

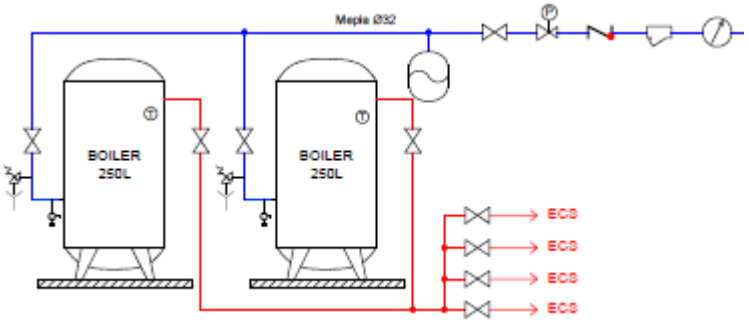


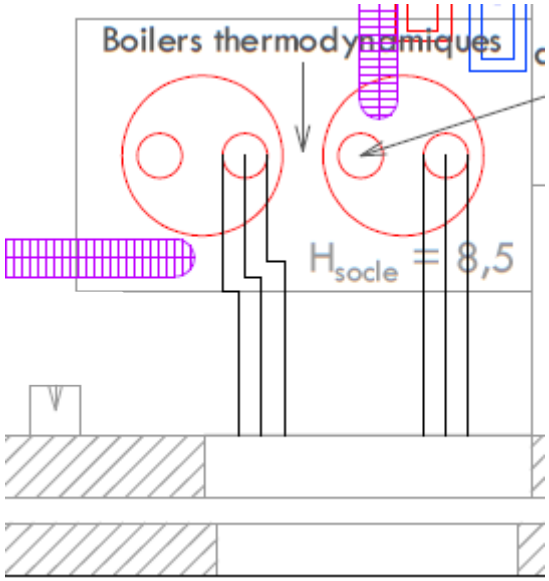
Source sonore	Lw (dB)
Bruissement des feuilles	30
Chuchotement	40
Conversation à voix basse	50
Conversation normale	70
Conversation à haute voix	80

CHOIX DU SYSTÈME

Boiler thermodynamique – Cas concret

- Existant : Préparateur ECS dans une école avec cuisine connecté sur les chaudières et boucle sanitaire
- Nouvelle installation : Deux boilers thermodynamiques connectés en parallèle et rationalisation des points de puisage pour supprimer la boucle sanitaire





Point d'attention : Avec une boucle sanitaire, refroidissement « constant » du ballon dû aux pertes de la boucle > en tenir compte !

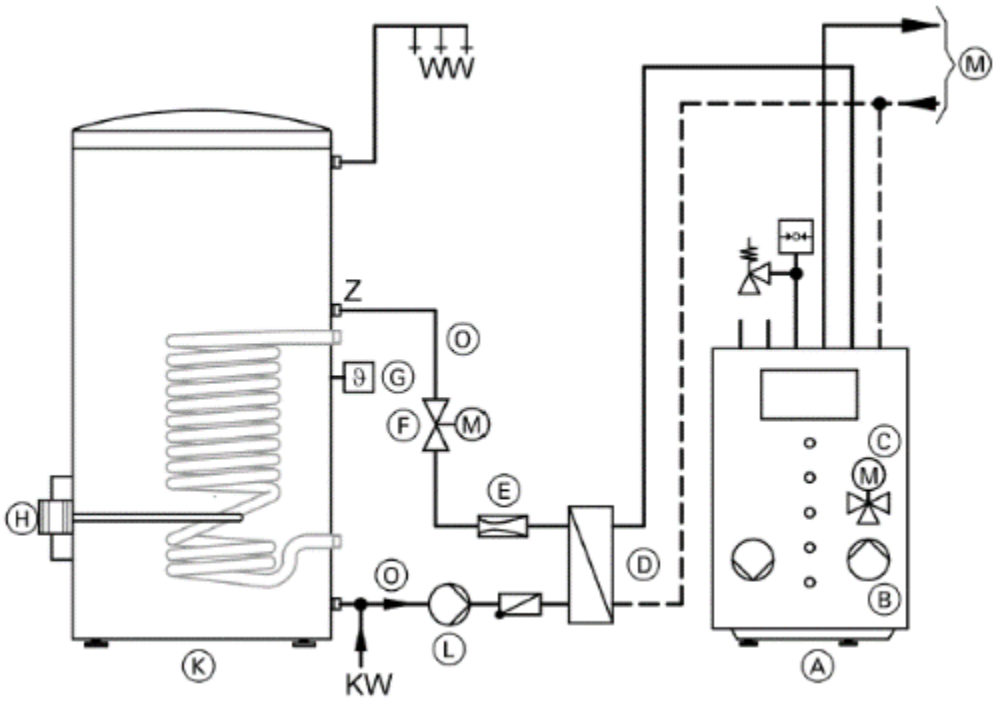
Boiler thermodynamique – Cas concret



Source /Bron : Ecorce

PAC Mixte - Principe

- Principalement air/eau ou eau glycolée/eau
- Couplé à un ballon à échangeur à serpentin pour la production d'ECS (Attention, différent d'un éventuel ballon tampon pour le chauffage)



Source /Bron : Viessmann

CHOIX DU SYSTÈME

PAC Mixte - Spécificités

- Puissance variable (d'environ 3 kW à plus de 15 kW)
- Ballon séparé ou intégré à l'unité intérieure (capacité varie entre 150 litres et 350 litres)
- Faible différence de température départ/retour
  - Puissance spirale dans le ballon
  - Surface d'échangeur plus importante
- Résistance électrique intégrée dans le ballon (pour traitement légionelles)
- Possibilité de coupler à une chaudière (PAC hybride)
- Chauffage arrêté pendant la production d'ECS → stratégie de régulation dans les machines pour éviter les risques d'inconfort

CHOIX DU SYSTÈME

PAC Mixte - Diminution du SPF (Seasonal Performance Factor) de l'installation

- 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
- Légionelle: résistance électrique d'appoint

CHOIX DU SYSTÈME

Exemple - Cas concret

- Pompe à chaleur eau glycolée/eau (13kW) avec ballon tampon + préparateur ECS







Exemple - Cas concret

- Pompe à chaleur eau glycolée/eau uniquement ECS



PAC ECS : 4,8 kW

PAC chauffage : 9,7 kW

CHOIX DU SYSTÈME

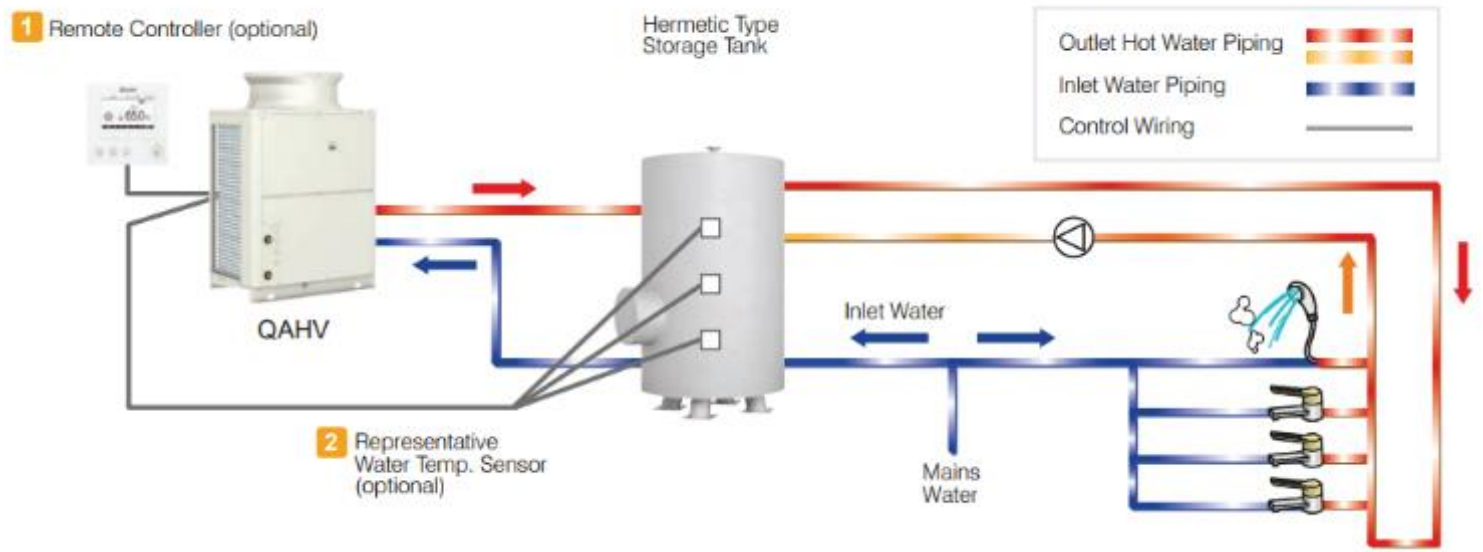
PAC combinée à du solaire photovoltaïque



- La performance de la PAC est meilleure si un seul réchauffage → paramétrer pour éviter de multiples relances durant la journée.
- Souvent paramétré pour fonctionner avec l'électricité nocturne MAIS si des panneaux PV sont prévus → Paramétrer pour profiter de l'électricité solaire durant la journée !
- Nombre d'h de fonctionnement annuel des systèmes PV > nombre d'h des systèmes ST car le seuil de puissance solaire de démarrage est plus faible en PV ;
- A l'inverse du ST, on ne doit pas se contenter d'un préchauffage à basse température pour valoriser l'énergie solaire en cas de faibles rayonnements.

CHOIX DU SYSTÈME

PAC CO_2

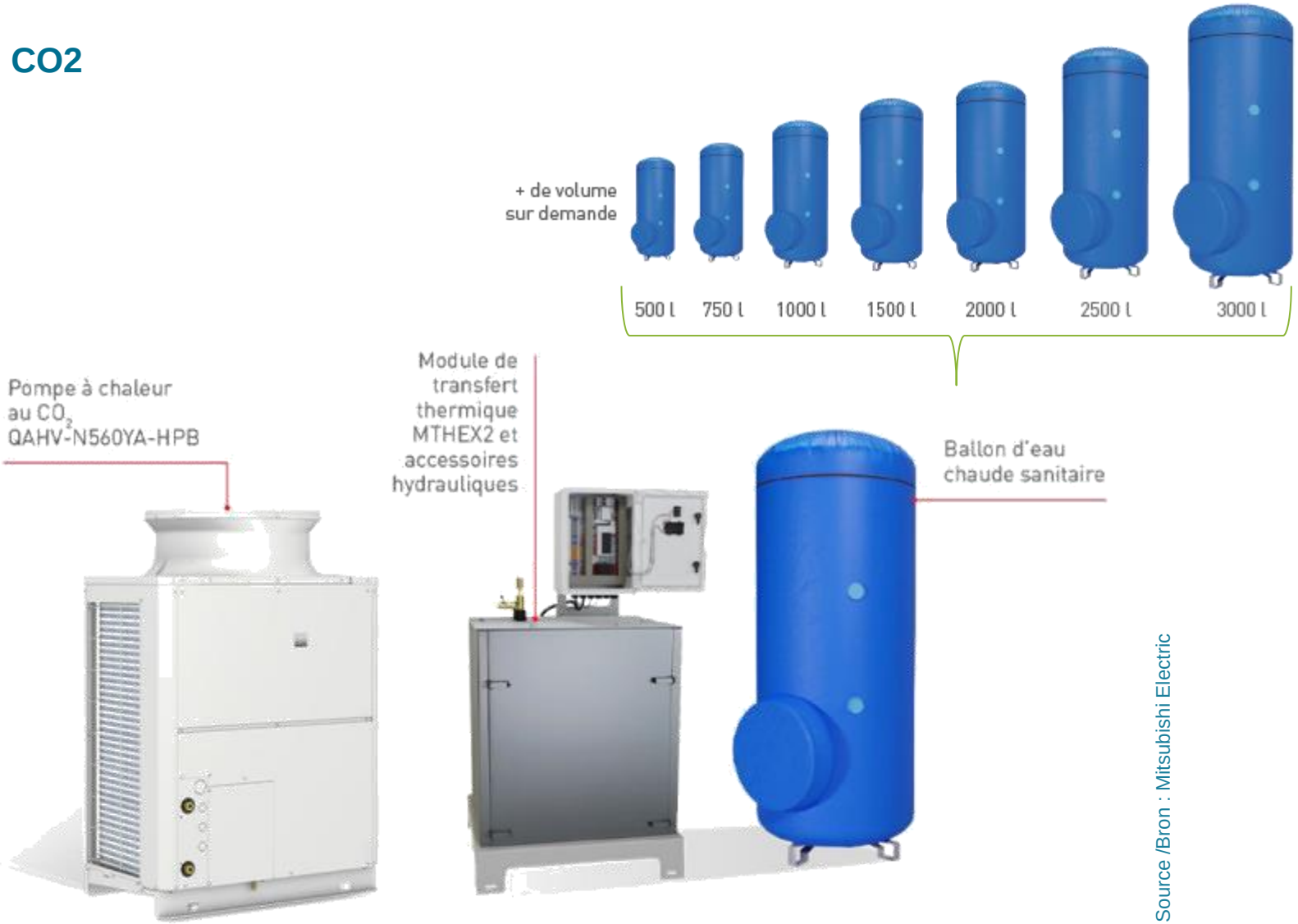


Source /Bron : Mitsubishi electric

- Utilise le CO_2 comme fluide frigo (R744)
- GWP (Global Warming Potential) de 1
- Puissance : 40 kW (t° d'entrée à 10 °C, t° de sortie à 65°C
- COP entre 3,6 et 3,8
- Applications: centres commerciaux, hôtels, wellness, usines, etc

CHOIX DU SYSTÈME

PAC CO2



Source /Bron : Mitsubishi Electric

TABLE DES MATIÈRES

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT
PRÉSENTATION DES TECHNOLOGIES
EMISSION
EAU CHAUDE SANITAIRE
RÉGULATION
RÉVERSIBILITÉ ET SIMULTANÉITÉ
RÉGLEMENTATIONS ET SOUTIENS

PRINCIPE DE MONOVALENCE ET DE BIVALENCE

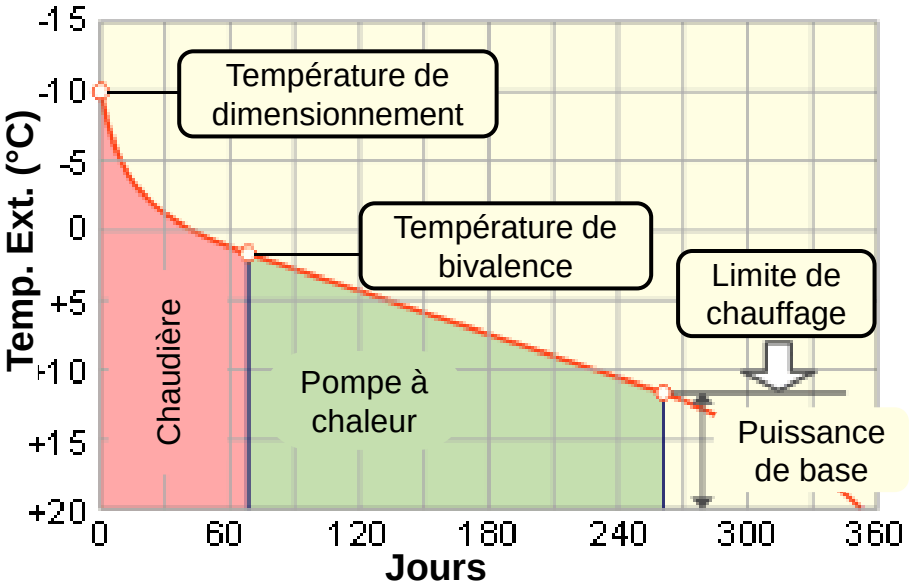
Fonctionnement monovalent:

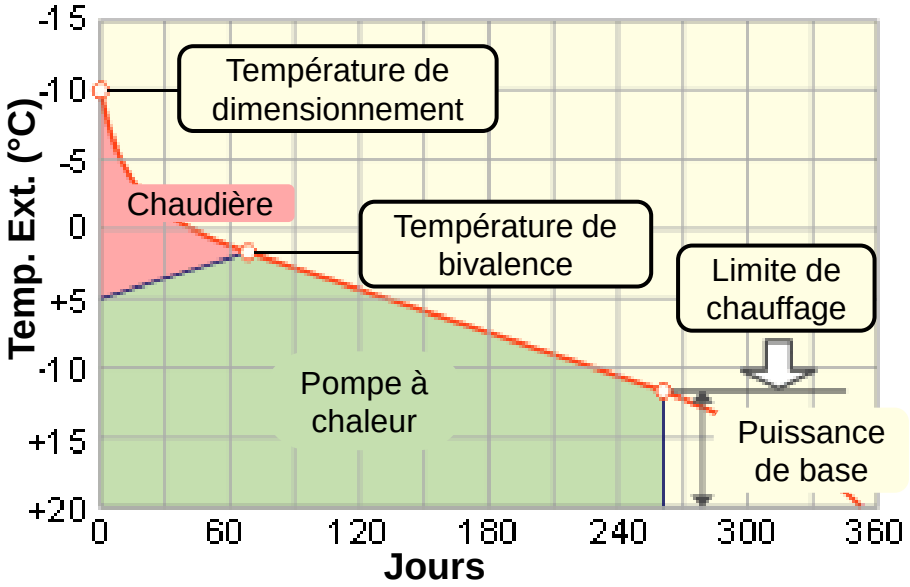
- La PAC est l'unique producteur de chaleur
- La PAC couvre tous les besoins en énergie de chauffage du bâtiment

Fonctionnement bivalent:

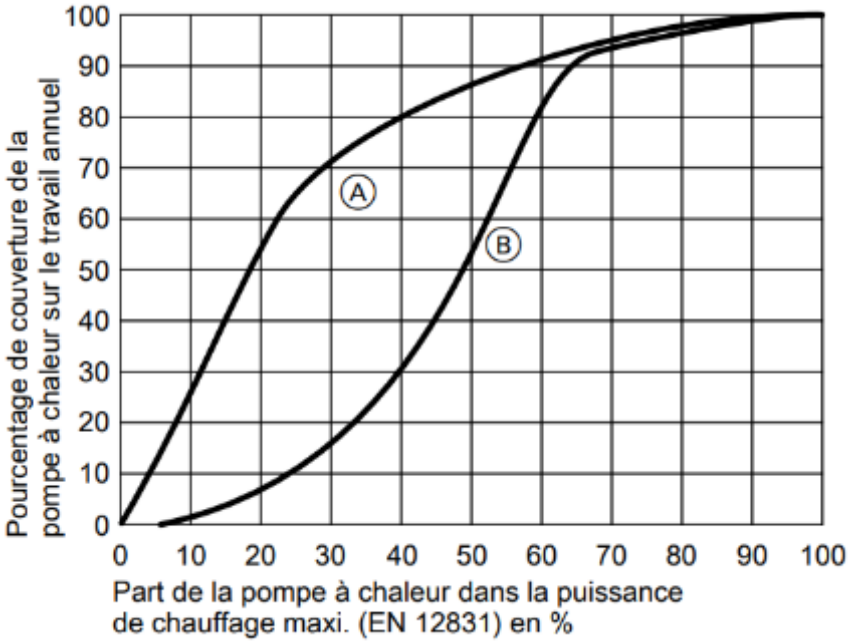
- En plus de la PAC, un producteur de chaleur supplémentaire est à disposition (chaudière, résistance électrique…)
- Bivalent-parallèle: $T_{ext} < T_{bivalence}$ → 2 producteurs travaillent parallèlement
  - Si point de bivalence situé à 50 % de la puissance de dimensionnement, 80 à 90 % du besoin annuel de chaleur peut être couvert par la PAC
- Bivalent-alternatif = $T_{ext} < T_{bivalence}$ → basculement entre les 2 producteurs

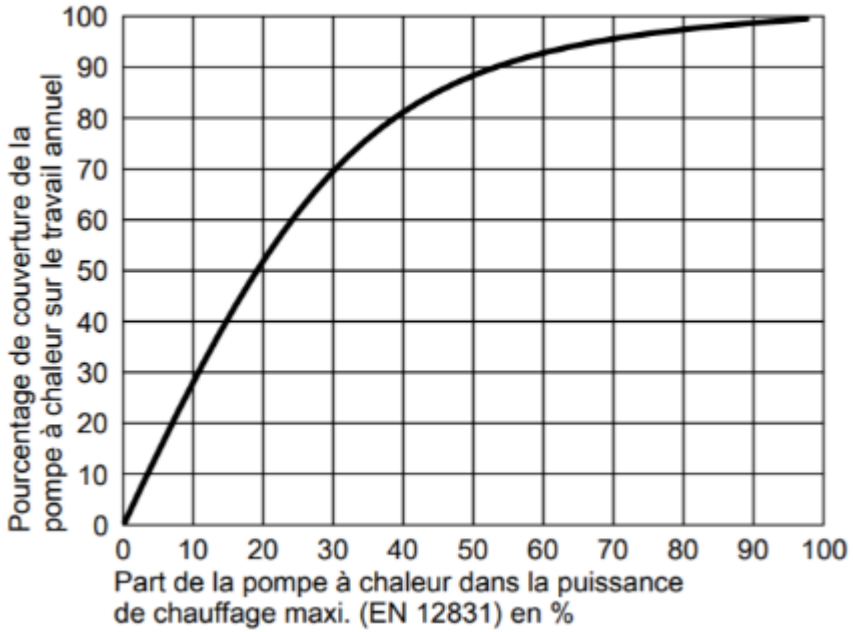
PRINCIPE DE MONOVALENCE ET DE BIVALENCE





PRINCIPE DE MONOVALENCE ET DE BIVALENCE





Source/Bron : Viessmann

INFLUENCE DE LA RÉGULATION

Température optimale de la source:

- Les performances annuelles sont optimisées si la température de la source chaude est abaissée lorsque les conditions climatiques le permettent.

Influence du choix de régulation sur le dimensionnement et inversément:

- Puissance nominale est influencée par le type de régulation:
  - Fonctionnement sur horaire d'occupation: puissance de relance à inclure.

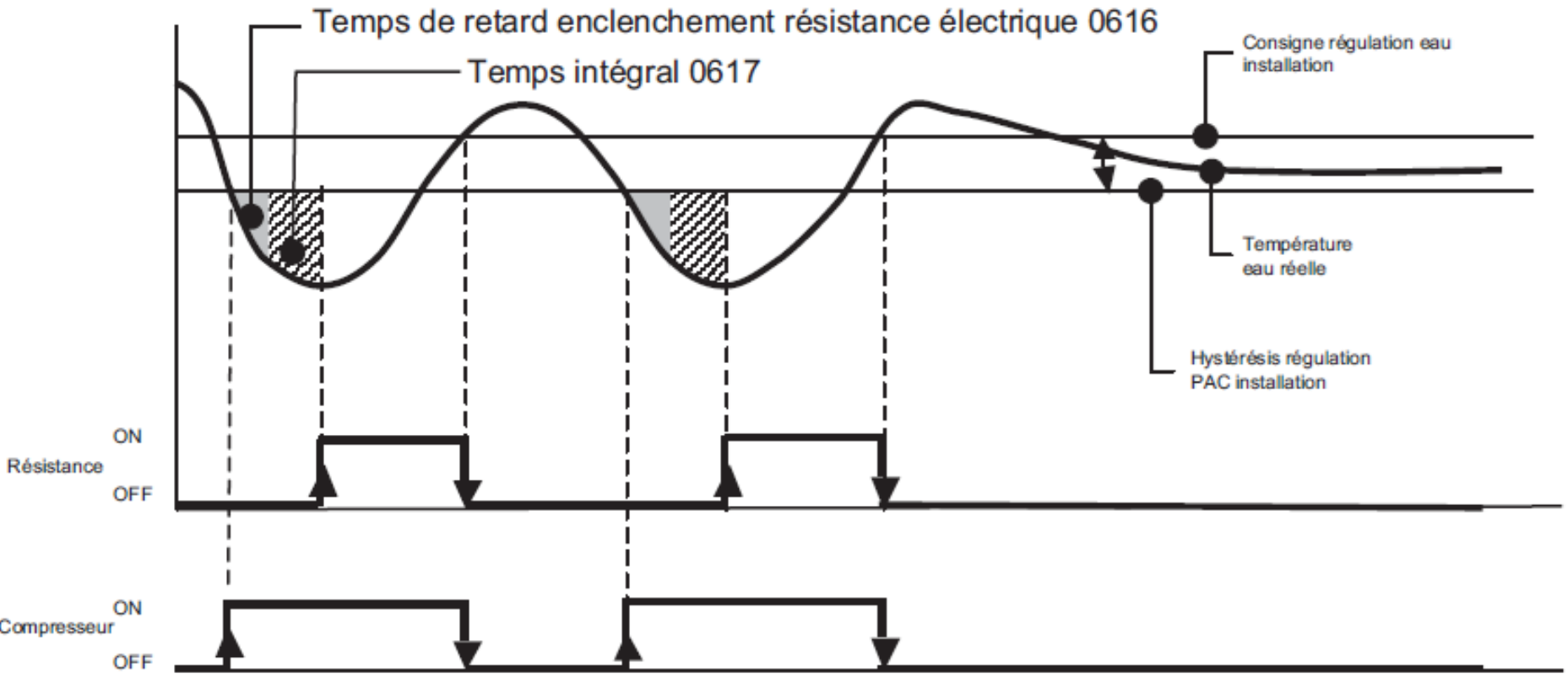
    ⇨ Surdimensionnement nécessaire de la(des) pompe(s) à chaleur mais également des émetteurs, des auxiliaires voir même de la source froide (surface d'échangeur géothermique plus importante par exemple).

  - Fonctionnement 24h/24: puissance nominale plus faible.

    ⇨ Surdimensionnement non nécessaire mais possible augmentation des déperditions de chaleur et perte de réactivité.

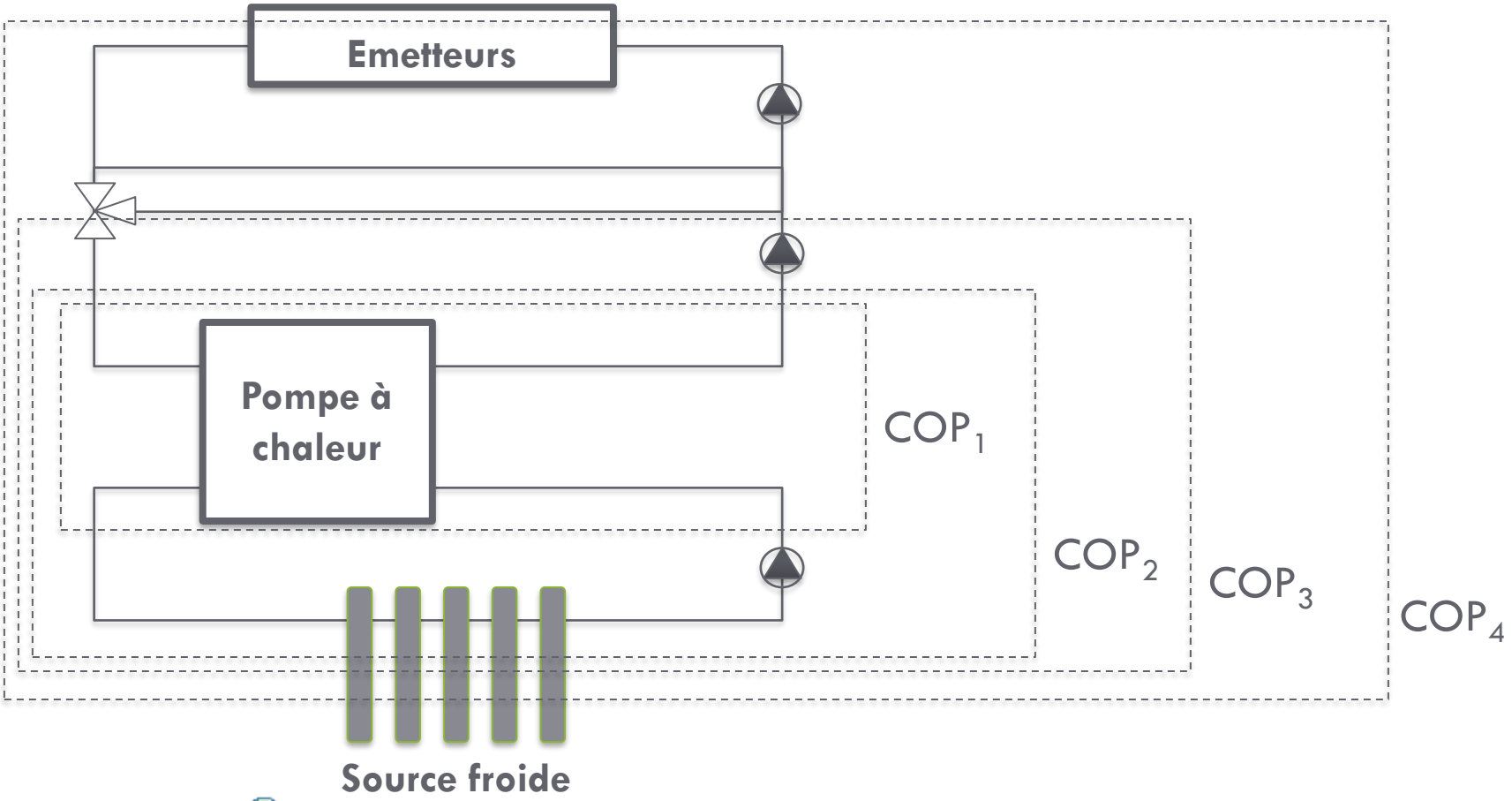
INFLUENCE DE LA RÉGULATION

Fonctionnement bivalent avec résistance électrique – gestion de la mise en route



INFLUENCE DE LA RÉGULATION

- Régulation optimale fonction du type de système: configuration choisie source froide + pompe à chaleur + source chaude.
- Influence de la régulation des auxiliaires sur la performance globale annuelle de l'installation



INFLUENCE DE LA RÉGULATION

Exemple: résultat d'un campagne de mesure sur 2 bâtiments équipés de:

- Echangeur géothermiques verticales
- Pompe à chaleur eau/eau
- Dalles actives avec activation du noyau de béton

⇨ **Bâtiment 2 : influence très importante des auxiliaires en mode chauffage → Importance de suivi (monitoring)**

	Unité	Bâtiment 1	Bâtiment 2
$SCOP_1$	**[-]**	5.15	3.56
$SCOP_2$	**[-]**	4.71	1.96
$SCOP_3$	**[-]**	-	1.59
$SCOP_4$	**[-]**	4.38	1.23

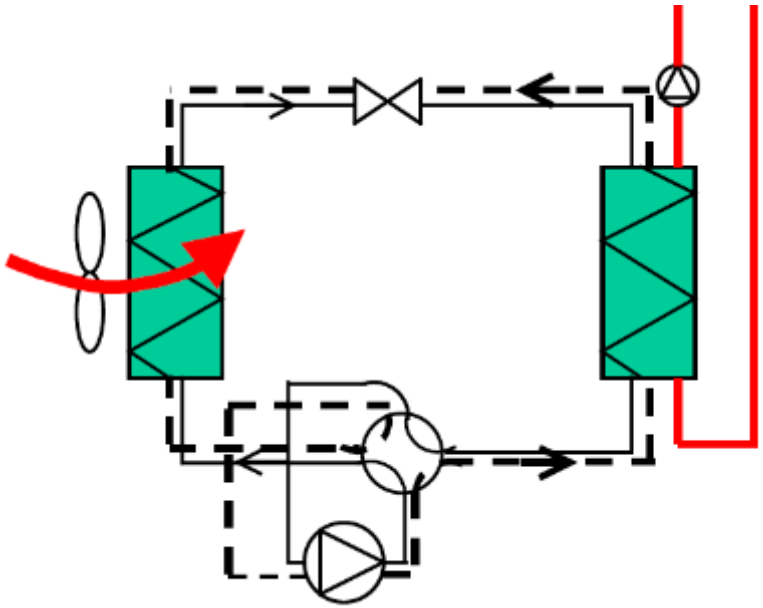
TABLE DES MATIÈRES

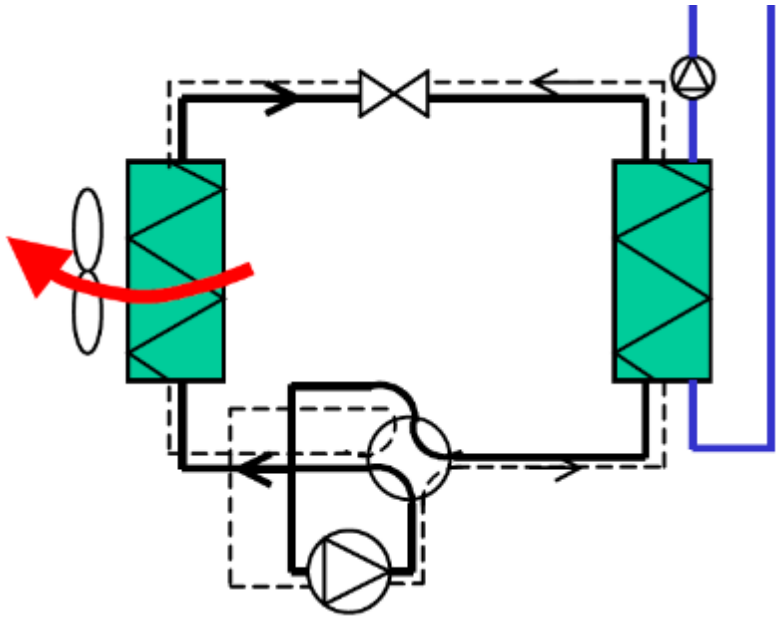
PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT
PRÉSENTATION DES TECHNOLOGIES
EMISSION
EAU CHAUDE SANITAIRE
RÉGULATION
RÉVERSIBILITÉ ET SIMULTANÉITÉ
RÉGLEMENTATIONS ET SOUTIENS

RÉVERSIBILITÉ

Réversibilité:

- PAC peut fonctionner:
  - En chauffage
  - En refroidissement/rafraichissement
- Utilisation d'une vanne 4 voies (vanne d'inversion de cycle)

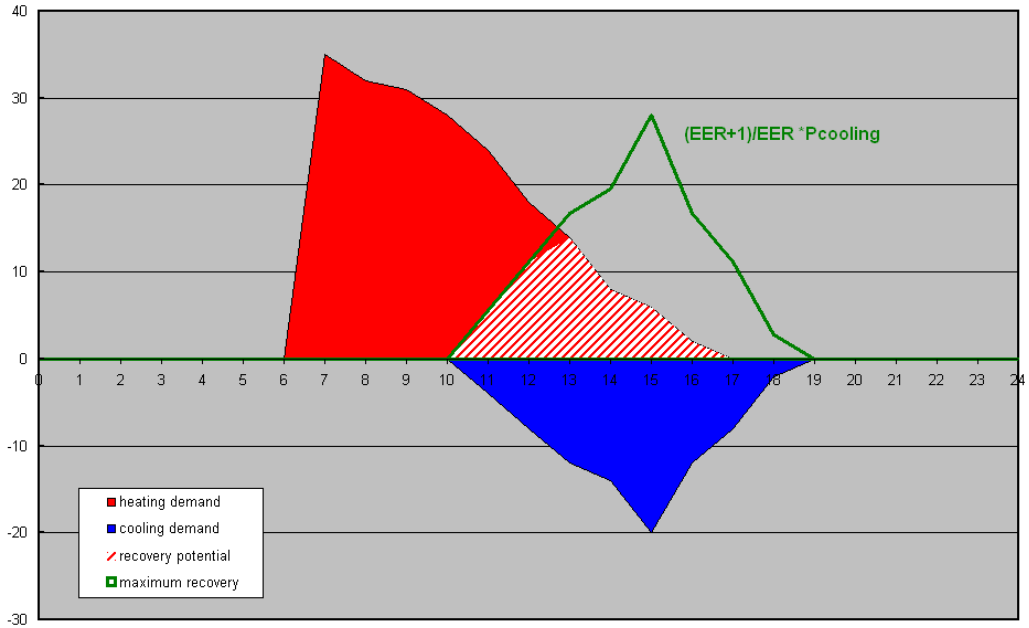


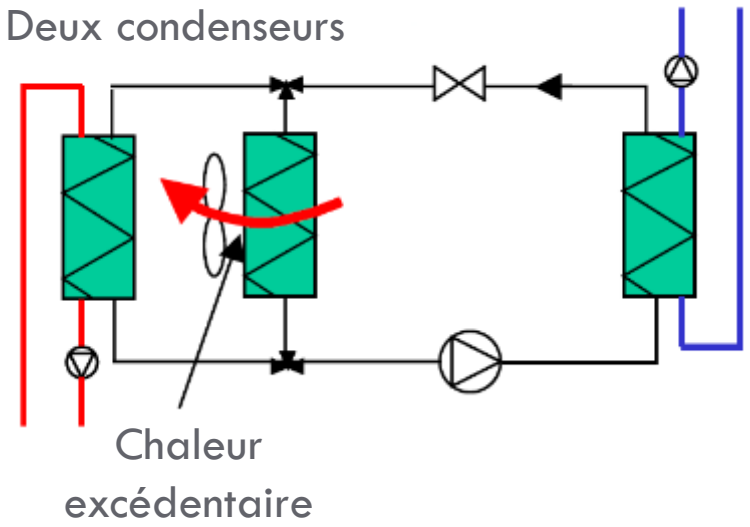


SIMULTANÉITÉ

Possibilité de récupération de chaleur lorsqu'une installation est en demande simultanée de chauffage et de refroidissement:

- Exemple local informatique et bureau
- Deux condenseur sont nécessaires





RÉVERSIBILITÉ ET SIMULTANÉITÉ

Possibilité de trouver de PAC permettant à la fois la simultanéité et la réversibilité:

- Mode refroidissement principal / chauffage secondaire
- Mode chauffage principal / refroidissement secondaire
- Mode chauffage et refroidissement principal

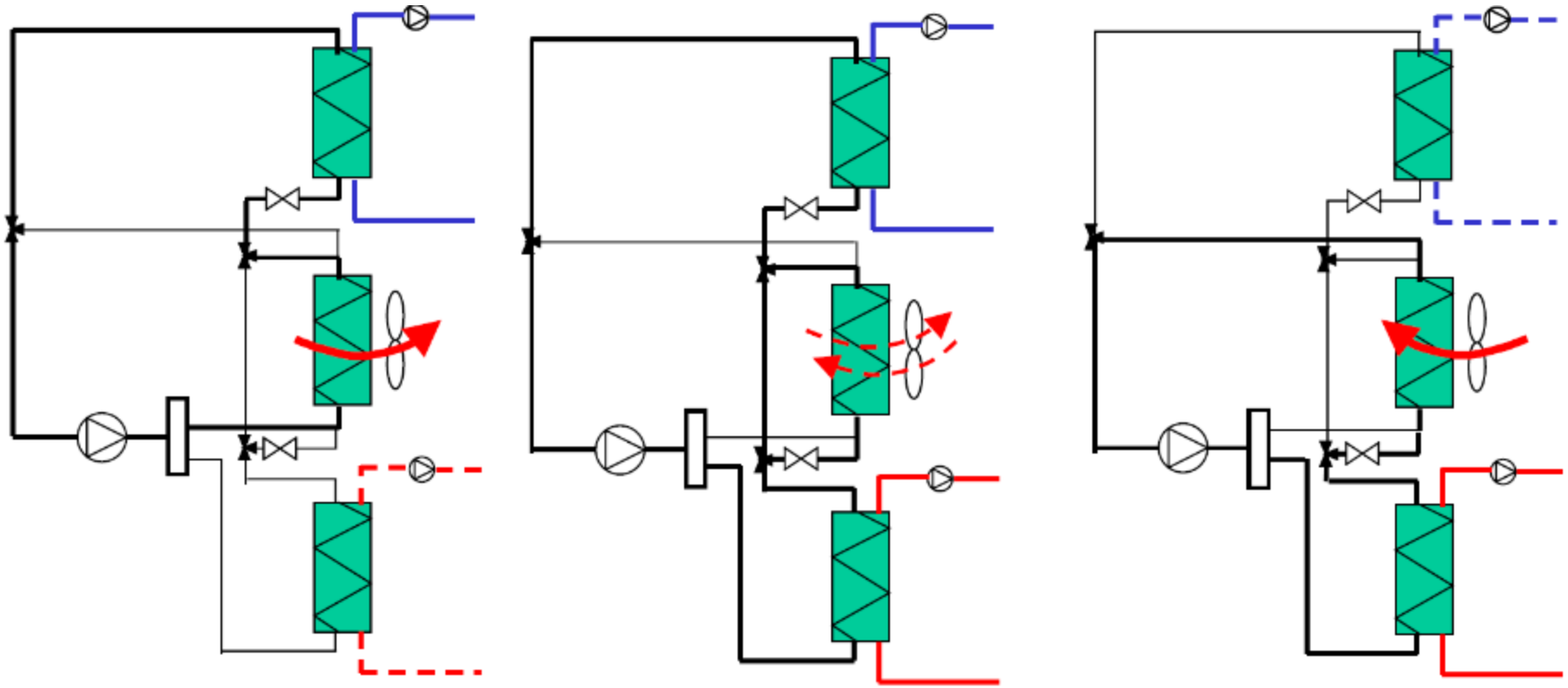


TABLE DES MATIÈRES

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT
PRÉSENTATION DES TECHNOLOGIES
SOURCES CHAUDES
EAU CHAUDE SANITAIRES
RÉGULATION
RÉVERSIBILITÉ ET SIMULTANÉITÉ
RÉGLEMENTATIONS ET SOUTIENS

- **PAC=SER ?**
- Label & Ecodesign
- PEB
- Autres Règlementations
- Soutiens financiers

LES OBJECTIFS SER EN RBC

SER : Objectifs européens fixés pour 2030

- Réduction gaz à effet de serre : -40%
- Part d'ENR : 32%
- Amélioration de l'efficacité énergétique : 32,5%

GES : la RBC s'est engagée à -40% d'émissions de gaz à effet de serre entre 2005 et 2030

➔ À noter que dans le green deal, une proposition est d'augmenter l'objectif de -40% à -55%: https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_en

SER : Objectif régional

- Production d'ENR +27% entre 2021 et 2030

  ➔Soit 470 GWh en 2030 (intra-muros)

Les PAC font-elles partie de la solution ?

Une pompe à chaleur est-elle…
un système d'utilisation
ou de… production d'énergie renouvelable ?

DÉFINITION EUROPÉENNE : DIRECTIVE 2009/28/CE - ANNEXE VII

Comptabilisation de l'énergie produite à partir de pompes à chaleur

La quantité d'énergie aérothermique, géothermique ou hydrothermique capturée par des pompes à chaleur, devant être considérée comme énergie produite à partir de sources renouvelables aux fins de la présente directive, E RES, se calcule selon la formule suivante:

$$E\ RES = Q_{utilisable} * (1 - 1/FPS)$$

sachant que :

- $Q_{utilisable}$ = la chaleur utilisable totale estimée qui est délivrée par des pompes à chaleur répondant aux critères indiqués à l'art. 5, §4, et mis en œuvre comme suit : seules sont prises en compte les pompes à chaleur pour lesquelles **FPS > 1,15 * 1/η**,

- **FPS** = le **facteur de performance saisonnier** moyen estimé pour lesdites pompes à chaleur,

- **η** représente le ratio entre la production brute totale d'électricité et la consommation énergétique primaire requise pour la production d'électricité et se calcule en tant que moyenne à l'échelle de l'Union, fondée sur les données Eurostat

FACTEUR DE PERFORMANCE SAISONNIER

η = 48,9% (Eurostat 2017) => si FPS > 2,36, alors **PAC = SER**

On peut s'attendre aux SPF suivants pour des installations correctement dimensionnées et régulées avec PAC modulante :

TYPE DE POMPE A CHALEUR	FPS (HT:55°C)	Rendement sur énergie primaire	FPS (BT:35°C)	Rendement sur énergie primaire
AIR – AIR	/	/	4	160%
AIR – EAU	3,1	124%	4,2	168%
SOL_H – EAU	3,2	128%	4,6	184%
SOL_V – EAU	4,3	172%	5,1	204%

Et on peut aller plus haut…

Attention : plusieurs manières de calculer/mesurer le FPS !

Sources : Valeurs des FPS W35DT5K et W55DT5K issues des données de plusieurs fabricants selon les conditions de tests de la EN14511 et selon la EN14825 pour la méthode de calcul des rendements saisonniers.

TABLE DES MATIÈRES

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT
PRÉSENTATION DES TECHNOLOGIES
SOURCES CHAUDES
EAU CHAUDE SANITAIRES
RÉGULATION
RÉVERSIBILITÉ ET SIMULTANÉITÉ
RÉGLEMENTATIONS ET SOUTIENS
- PAC=SER ?
- **Label & Ecodesign**
- PEB
- Autres Règlementations
- Soutiens financiers

LABEL & ECODESIGN

A partir du 26/09/2015, les directives relatives à l'**écoconception** et à l'**étiquetage** énergétique sont entrées en vigueur pour les appareils de production de chaleur pour le chauffage et l'ECS (appareils de petite taille dont la puissance thermique nominale ≤ 400 kW non alimentés par de la biomasse).

Ces directives ont été complétées par des règlements délégués :

- 811/2013 (étiquetage) et 813/2013 (éco-conception) : chauffage par boucle d'eau, y compris les appareils mixtes produisant l'ECS
- 812/2013 (étiquetage) et 814/2013 (éco-conception) : chauffe-eaux et aux ballons d'eau chaude
- 206/2012 (éco-conception) : climatiseurs de moins de 12 kW (fluide caloporteur = air)

Etiquetage : règlements européens 811/2013 et 812/2013

Toutes les PAC

- mises sur le marché et/ou en service depuis le **26 septembre 2015**
- d'une puissance thermique nominale ≤ 70 kW
- destinées à la production
  - de **chauffage** uniquement
  - **combinée** de chauffage et d'eau chaude sanitaire
  - d'**eau chaude sanitaire** uniquement

doivent être munies d'une **étiquette** caractérisant leurs performances

- Énergétiques
- Acoustiques

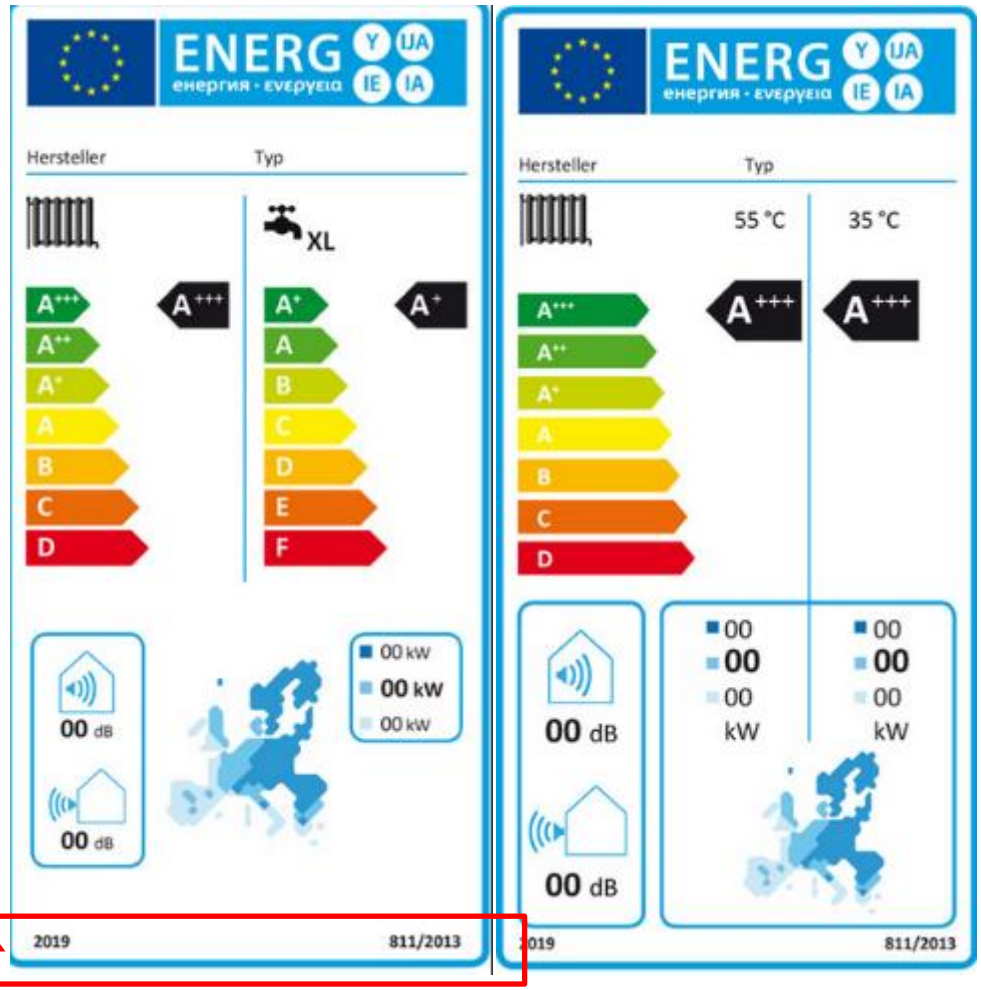
Evolution de l'étiquetage pour les systèmes chauffage simple et mixte :

- Ancien étiquetage 9 classes de A++ à G

- **Depuis le 26 septembre 2019**
  - **7 classes en ECS**

    A+ à F
  - **7 classes en chauffage :**

    A+++ à D



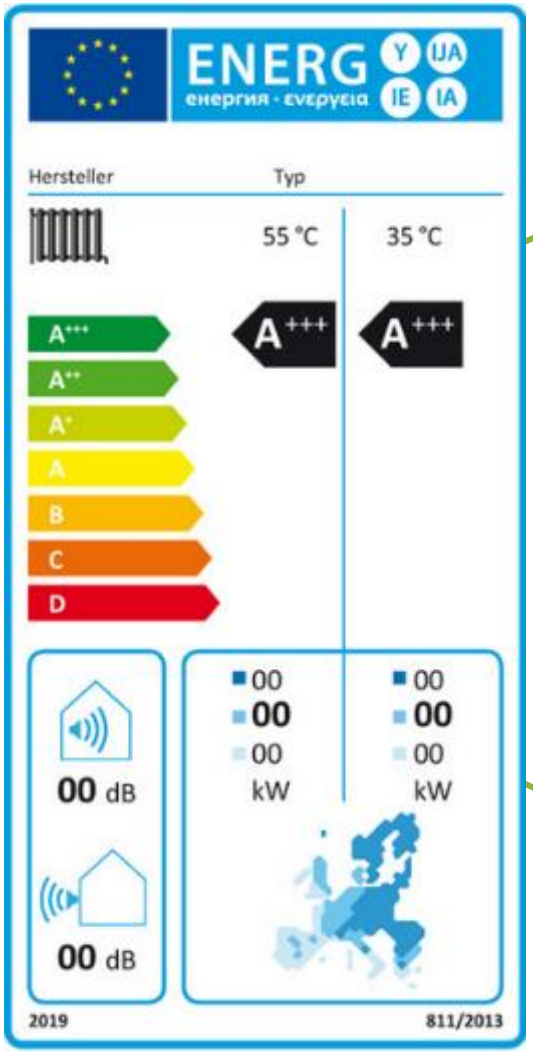
Etiquette 2019

LABEL - CHAUFFAGE

Etiquette PAC **chauffage**

Nom fabriquant et modèle →

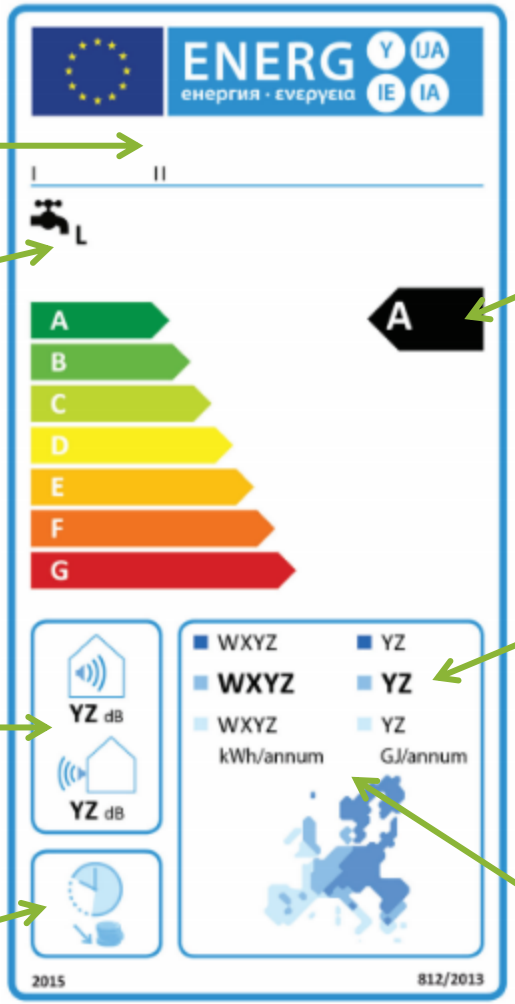
Niveau de bruit (intérieur et extérieur) →



Label
- basé sur le SPF
- dépend de la température de l'eau de chauffage (moyenne et basse)

Puissance calorifique en fonction des 3 zones climatiques européennes. La Belgique est située dans la zone de température moyenne

Etiquette PAC **ECS**



Nom fabriquant et modèle

Profil de puisage déclaré

Label basé sur le SPF

Puissance calorifique en fonction des 3 zones climatiques européennes. La Belgique est située dans la zone de température moyenne

Niveau de bruit (intérieur et extérieur)

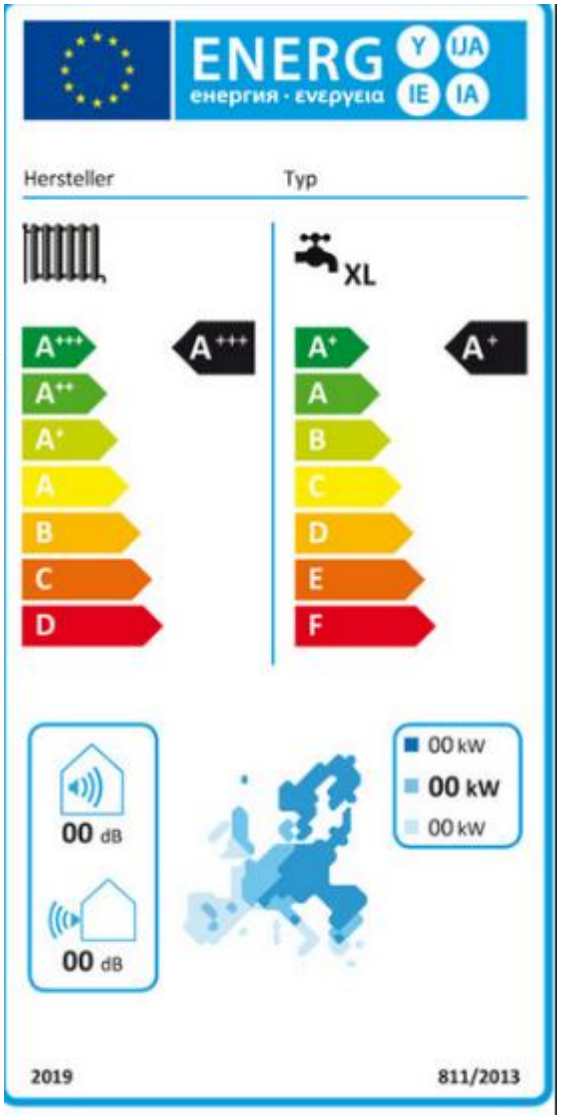
Possibilité de fonctionnement possible uniquement aux heures creuses

Consommation annuelle en énergie finale [kWh] et ou consommation annuelle de combustible [GJ PCS]

LABEL - CHAUFFAGE ET ECS

Etiquette PAC chauffage + ECS

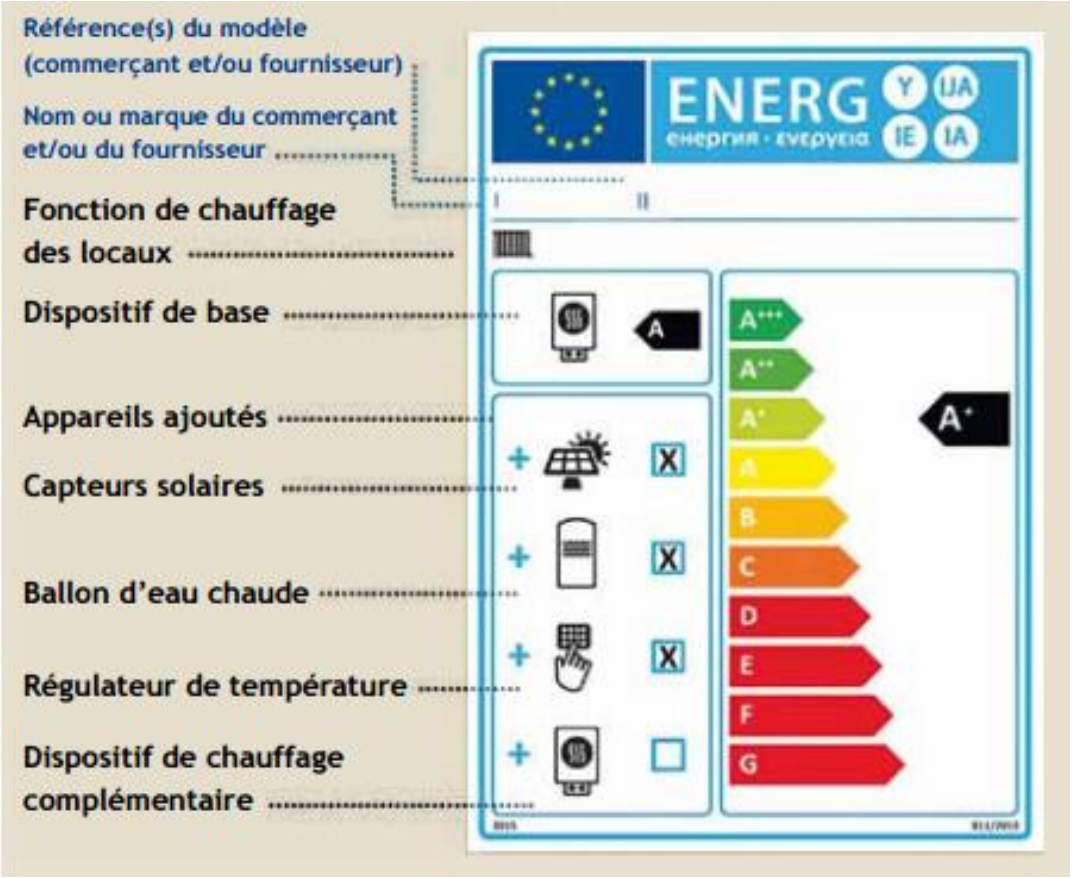
Label pour le chauffage à température moyenne



LABEL – COMBINAISON DE SYSTÈMES

Combinaison de systèmes → permet d'augmenter la classe énergétique (jusqu'à A+++!)

- régulation / solaire / stockage / appoint
- Par l'INSTALLATEUR



Classes énergétiques PAC qui ne sont pas « basse température »

Classes d'efficacité énergétique saisonnière, pour le chauffage des locaux, des dispositifs de chauffage, à l'exception des pompes à chaleur basse température et des dispositifs de chauffage des locaux par pompe à chaleur conçus pour l'application à basse température

Classe d'efficacité énergétique saisonnière pour le chauffage des locaux	Efficacité énergétique saisonnière pour le chauffage des locaux η_s en %
A^{+++}	$\eta_s \geq 150$
A^{++}	$125 \leq \eta_s < 150$
A^{+}	$98 \leq \eta_s < 125$
A	$90 \leq \eta_s < 98$
B	$82 \leq \eta_s < 90$
C	$75 \leq \eta_s < 82$
D	$36 \leq \eta_s < 75$
E	$34 \leq \eta_s < 36$
F	$30 \leq \eta_s < 34$
G	$\eta_s < 30$

Facteur conversion énergie primaire 2.5

SCOP ≥ 3,75
3,13 ≤ SCOP < 3,75
2,5 ≤ SCOP < 3,13

Exigence Ecodesign :
η_s > 110% (=> SCOP > 2,75)
ex :
Label A+++ :
SCOP ≥ 2,5x150%
SCOP ≥ 3,75

Classes énergétiques PAC « basse température »

Classes d'efficacité énergétique saisonnière, pour le chauffage des locaux, des pompes à chaleur basse température et des dispositifs de chauffage des locaux par pompe à chaleur conçus pour l'application à basse température

Classe d'efficacité énergétique saisonnière pour le chauffage des locaux	Efficacité énergétique saisonnière pour le chauffage des locaux η_s en %
A^{+++}	$\eta_s \geq 175$
A^{++}	$150 \leq \eta_s < 175$
A^{+}	$123 \leq \eta_s < 150$
A	$115 \leq \eta_s < 123$
B	$107 \leq \eta_s < 115$
C	$100 \leq \eta_s < 107$
D	$61 \leq \eta_s < 100$
E	$59 \leq \eta_s < 61$
F	$55 \leq \eta_s < 59$
G	$\eta_s < 55$

Facteur conversion énergie primaire 2.5

SCOP ≥ 4,38
3,75 ≤ SCOP < 4,38
3,1 ≤ SCOP < 3,75

Exigence Ecodesign : η_s > 125% (=> SCOP > 3,13)

Classes énergétiques ECS uniquement

Classes d'efficacité énergétique pour le chauffage de l'eau, selon les profils de soutirage déclarés, η_{wh} en %

	3XS	XXS	XS	S	M	L	XL	XXL
A^{+++}	$\eta_{wh} \geq 62$	$\eta_{wh} \geq 62$	$\eta_{wh} \geq 69$	$\eta_{wh} \geq 90$	$\eta_{wh} \geq 163$	$\eta_{wh} \geq 188$	$\eta_{wh} \geq 200$	$\eta_{wh} \geq 213$
A^{++}	$53 \leq \eta_{wh} < 62$	$53 \leq \eta_{wh} < 62$	$61 \leq \eta_{wh} < 69$	$72 \leq \eta_{wh} < 90$	$130 \leq \eta_{wh} < 163$	$150 \leq \eta_{wh} < 188$	$160 \leq \eta_{wh} < 200$	$170 \leq \eta_{wh} < 213$
A^{+}	$44 \leq \eta_{wh} < 53$	$44 \leq \eta_{wh} < 53$	$53 \leq \eta_{wh} < 61$	$55 \leq \eta_{wh} < 72$	$100 \leq \eta_{wh} < 130$	$115 \leq \eta_{wh} < 150$	$123 \leq \eta_{wh} < 160$	$131 \leq \eta_{wh} < 170$
A	$35 \leq \eta_{wh} < 44$	$35 \leq \eta_{wh} < 44$	$38 \leq \eta_{wh} < 53$	$38 \leq \eta_{wh} < 55$	$65 \leq \eta_{wh} < 100$	$75 \leq \eta_{wh} < 115$	$80 \leq \eta_{wh} < 123$	$85 \leq \eta_{wh} < 131$
B	$32 \leq \eta_{wh} < 35$	$32 \leq \eta_{wh} < 35$	$35 \leq \eta_{wh} < 38$	$35 \leq \eta_{wh} < 38$	$39 \leq \eta_{wh} < 65$	$50 \leq \eta_{wh} < 75$	$55 \leq \eta_{wh} < 80$	$60 \leq \eta_{wh} < 85$
C	$29 \leq \eta_{wh} < 32$	$29 \leq \eta_{wh} < 32$	$32 \leq \eta_{wh} < 35$	$32 \leq \eta_{wh} < 35$	$36 \leq \eta_{wh} < 39$	$37 \leq \eta_{wh} < 50$	$38 \leq \eta_{wh} < 55$	$40 \leq \eta_{wh} < 60$
D	$26 \leq \eta_{wh} < 29$	$26 \leq \eta_{wh} < 29$	$29 \leq \eta_{wh} < 32$	$29 \leq \eta_{wh} < 32$	$33 \leq \eta_{wh} < 36$	$34 \leq \eta_{wh} < 37$	$35 \leq \eta_{wh} < 38$	$36 \leq \eta_{wh} < 40$
E	$22 \leq \eta_{wh} < 26$	$23 \leq \eta_{wh} < 26$	$26 \leq \eta_{wh} < 29$	$26 \leq \eta_{wh} < 29$	$30 \leq \eta_{wh} < 33$	$30 \leq \eta_{wh} < 34$	$30 \leq \eta_{wh} < 35$	$32 \leq \eta_{wh} < 36$
F	$19 \leq \eta_{wh} < 22$	$20 \leq \eta_{wh} < 23$	$23 \leq \eta_{wh} < 26$	$23 \leq \eta_{wh} < 26$	$27 \leq \eta_{wh} < 30$	$27 \leq \eta_{wh} < 30$	$27 \leq \eta_{wh} < 30$	$28 \leq \eta_{wh} < 32$
G	$\eta_{wh} < 19$	$\eta_{wh} < 20$	$\eta_{wh} < 23$	$\eta_{wh} < 23$	$\eta_{wh} < 27$	$\eta_{wh} < 27$	$\eta_{wh} < 27$	$\eta_{wh} < 28$

812/2013

Exigence Ecodesign

Profil de soutirage déclaré	3XS	XXS	XS	S	M	L	XL	XXL	3XL	4XL
Efficacité énergétique pour le chauffage de l'eau	32 %	32 %	32 %	32 %	36 %	37 %	37 %	37 %	37 %	38 %

814/2013

TABLE DES MATIÈRES

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT
PRÉSENTATION DES TECHNOLOGIES
SOURCES CHAUDES
EAU CHAUDE SANITAIRES
RÉGULATION
RÉVERSIBILITÉ ET SIMULTANÉITÉ
RÉGLEMENTATIONS ET SOUTIENS
- PAC = SER ?
- Label & Ecodesign
- **PEB**
- Autres Règlementations
- Soutiens financiers

PEB

La PEB est divisée en trois volets distincts :

- La PEB chauffage et climatisation
- La PEB travaux
- Certification PEB

PEB Chauffage & Climatisation

- https://environnement.brussels/thematiques/batiment-et-energie/obligations/la-performance-energetique-des-batiments-peb/chauffage-3

Quand est-on concerné par ces obligations?

Vous êtes concerné par la réglementation chauffage et climatisation PEB si vous **possédez ou installez** :

- une chaudière au gaz ou au mazout ;
- un chauffe-eau au gaz ;
- un système de climatisation avec une puissance frigorifique de plus de 12 kW

Ne sont pas concernés par cette réglementation :

- les chaudières fonctionnant avec un combustible solide tel que le bois ;
- les appareils qui chauffent l'espace localement et fonctionnent à l'électricité, au gaz, au mazout ou au bois tels qu'un radiateur électrique, un poêle à pellets, un convecteur gaz,…) ;
- les pompes à chaleur non-réversibles, qui peuvent uniquement être utilisées pour le chauffage, ne sont pas encore concernées par cette réglementation.

Pour savoir ce qu'il faut faire pour être en ordre par rapport à la réglementation chauffage et climatisation PEB, consultez la page « Contrôles et entretien ».

PEB Chauffage & Climatisation

- https://environnement.brussels/thematiques/batiment-et-energie/obligations/la-performance-energetique-des-batiments-peb/chauffage-0

Contrôles et entretien obligatoires pour votre système de climatisation

Votre situation	Quoi ?	Quand ?	Par qui ?
Nous installons, remplaçons ou modifions* une installation de climatisation d'une puissance nominale effective supérieure à 12kW	Diagnostic climatisation PEB	au plus tard 6 mois après la mise en service	Conseillère climatisation PEB
Notre bâtiment comprend un système de climatisation d'une puissance nominale effective supérieure à 12 kW et inférieure ou égale à 100 kW	Diagnostic climatisation PEB	Tous les 15 ans	Conseillère climatisation PEB
Notre bâtiment comprend un système de climatisation d'une puissance nominale effective supérieure à 100 kW	Diagnostic climatisation PEB	Tous les 5 ans	Conseillère climatisation PEB
Notre bâtiment comprend un système de climatisation d'une puissance nominale effective supérieur à 12 kW	Programme minimum d'entretien	En continu	professionnel·le qui dispose du certificat d'aptitude « carnet de bord et programme minimum d'entretien

*Uniquement lorsque la puissance nominale effective installée ou modifiée est supérieure ou égale à 50 % de la puissance du système.

PEB Travaux

- Nature des travaux (identique en résidentiel/non résidentiel)

Exigences et procédure à partir du 01/07/2017 unités PEB « Habitation Individuelle »

NATURES DES TRAVAUX PEB (toutes affectations PEB)	UN PER	UAN PER	URL	URS
% de la surface de déperdition thermique concernée par des travaux influençant sa performance énergétique	**(pas de %)** Construction neuve par définition	**≥ 75%** Construction et/ou démolition + reconstruction	**≥ 50%** Construction et/ou démolition + reconstruction et/ou rénovation	Travaux à la surface de déperdition thermique et aux installations techniques PEB qui n'entrent pas dans les autres définitions
Travaux aux installations techniques PEB	Installations techniques PEB neuves par définition	Placement et/ou remplacement de toutes les installations techniques PEB	Placement et/ou remplacement de toutes les installations techniques PEB	

Source/Bron : https://www.guidebatimentdurable.brussels/

PEB Travaux

- https://www.guidebatimentdurable.brussels/fr/vademecum2017-8-les-exigences-peb.html?IDC=10747
- Unités neuves (UN) et assimilées à du neuf (UAN) uniquement

- **PEB 2021 - secteur résidentiel**
  - CEP ≤ 45 + Y (kWh/m².an) (x 1,2 si UAN)
  - Avec Y, facteur variable dépendant de la compacité et du volume total de l'unité

Précisions sur les exigences applicables aux unités PEB « Habitation Individuelle »

EXIGENCES	VALEURS$_{MAX}$ UN
Consommation d'Énergie Primaire (CEP)	$45 + \max(0; 30 - 7,5 * C) + 15 * \max(0; \frac{192}{V_{EPR}} - 1)$ kWh/(m².an)

Source/Bron : https://www.guidebatimentdurable.brussels/

PEB Travaux

- **PEB 2021 - secteur non résidentiel**
  - CEP ≤ CEPmax (kWh/m².an) (x 1,2 si UAN)
  - CEP_{max} dépend de l'affectation des parties fonctionnelles du bâtiment

Précisions sur les exigences applicables aux unités PEB « Non Résidentielle »

EXIGENCE	$VALEURS_{MAX}$ UN				
Consommation d'Énergie Primaire (CEP)	CEP_{max} unité [kWh/(m².an)] = (Σ Y_f . A_f/A_T) . CEP unité réf				
	FACTEUR REDUCTEUR Y				**CEP UNITE REF**
FONCTIONS	**01/07/17**	**01/01/19**	**01/01/21**	**01/01/22**	
Hébergement	0.90	0.90	**0.80**	0.70	. $E_{spec\ ann\ prim\ en\ cons,ref}$
Bureaux	0.60	**0.45**	0.45	0.45	. $E_{spec\ ann\ prim\ en\ cons,ref}$
Enseignement	0.60	**0.45**	0.45	0.45	. $E_{spec\ ann\ prim\ en\ cons,ref}$

2021

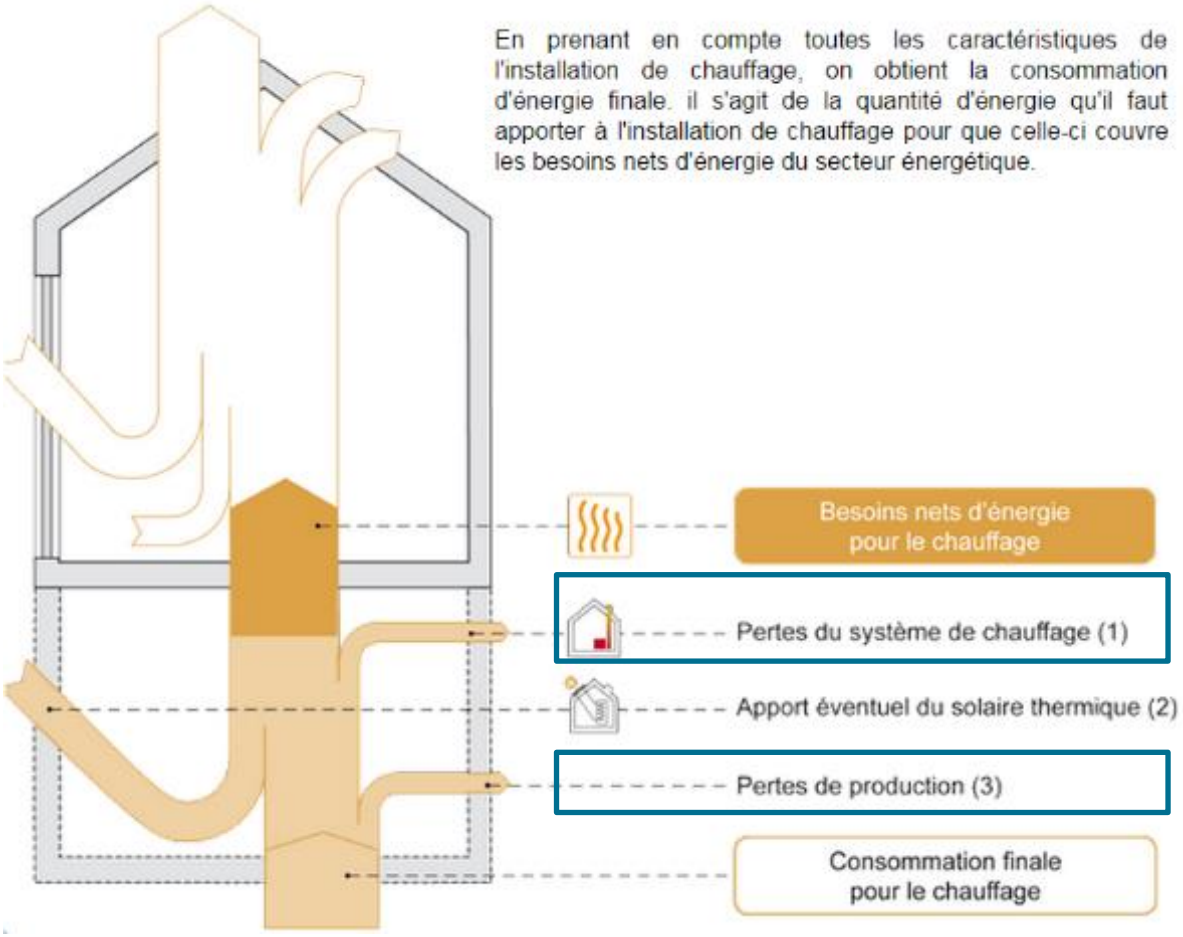
2019

…

Source/Bron : https://www.guidebatimentdurable.brussels/

- **Certification PEB -** bâtiments existants
  - valeurs par défaut en fonction du type de PAC

Consommation d'énergie finale pour le chauffage



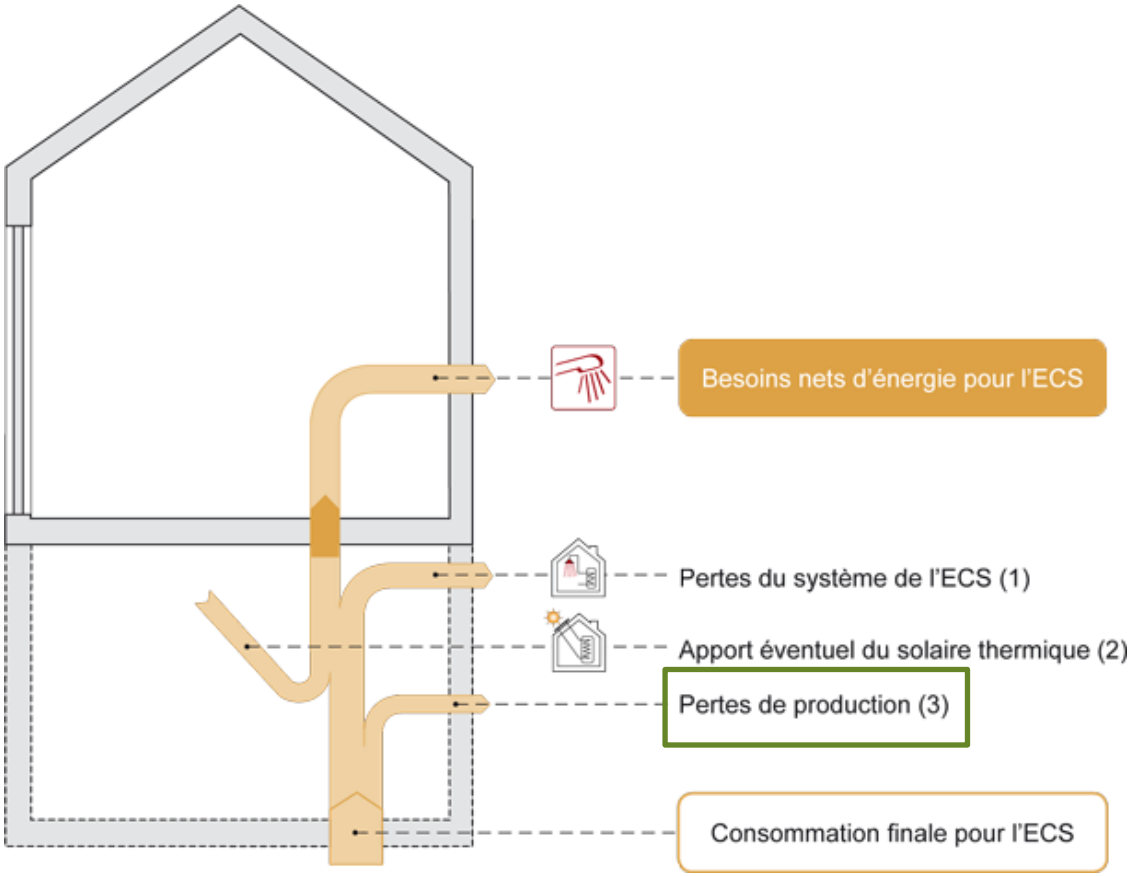
Source / Bron : Le guide PEB - CIFFUL

$$\eta_{système} = \eta_{émission,régulation} * \eta_{distribution} * \eta_{stockage} \eta_{générateur}$$

→ pour une pompe à chaleur (électrique ou gaz)

Consommation d'énergie finale pour l'ECS

LES SYSTEMES

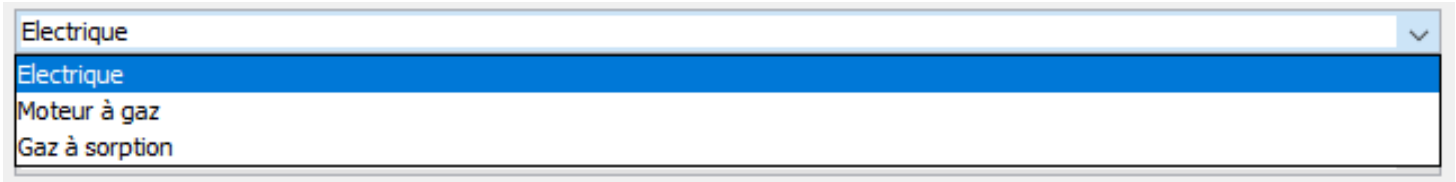


« Source /Bron : ULg-CIFFUL »

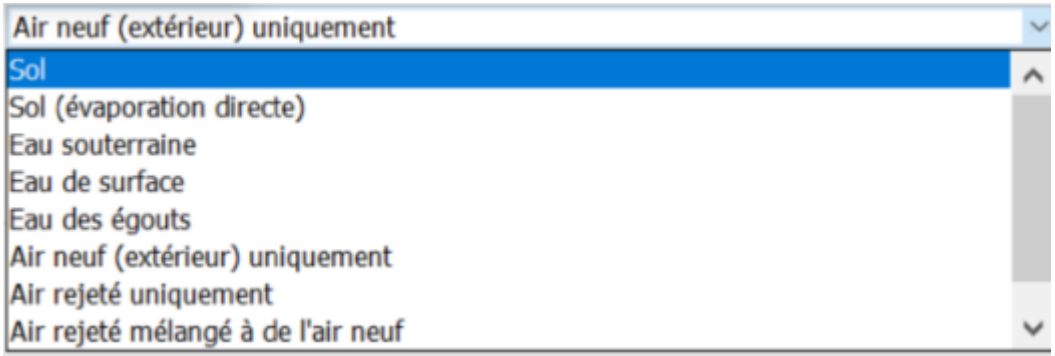
ENCODAGE LOGICIEL PEB 12.5

Différents types de PAC sont prises en compte dans le LPEB

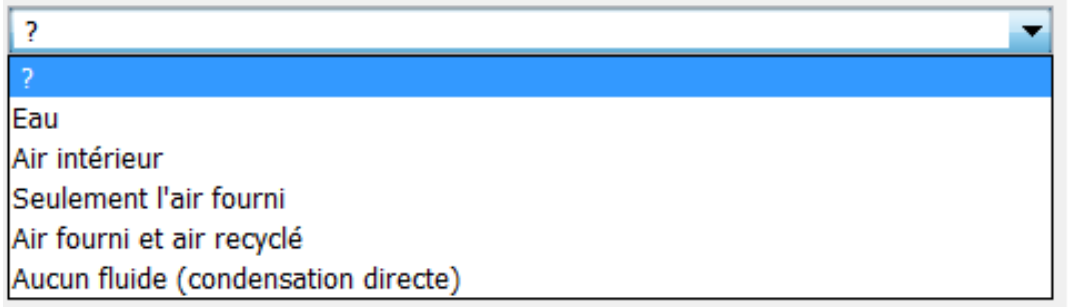
- Au niveau du générateur



- Au niveau des sources de chaleur :



- Au niveau du fluide caloporteur :



ENCODAGE LOGICIEL PEB 12.5 - CHAUFFAGE

Calcul du rendement de production :

- Selon :
  - Annexe XVII (PER) – Méthode de calcul de Performance Energétique Non résidentielle
  - Annexe XVIII (PEN) : Méthode de calcul de Performance Energétique Résidentielle

    ⇨ https://environnement.brussels/thematiques/batiment-et-energie/obligations/la-performance-energetique-des-batiments-peb/travaux-p-5

- Trois méthodes de calcul :
  - Méthode simplifiée : des valeurs par défaut sont définies pour le rendement des PAC
  - Calcul à l'aide de valeurs issues des règlements européens (10.2.3.3.2)
  - Calcul non basé sur des données issues d'un règlement européen (10.2.3.3.3.)

Calcul du rendement de production : Méthode simplifiée

Type de PAC	Rendement du générateur ($\eta_{gen,heat}$)
Air – Air	125 %
Autres	200%

ENCODAGE LOGICIEL PEB 12.5 - CHAUFFAGE

Calcul du rendement de production à l'aide de valeurs issues des Règlements européens

- n°206/2012,
- n°813/2013
- n°2016/2281

Puissance thermique nominale

Durée d'utilisation

$$\textbf{Eq. 333}\quad \eta_{gen,heat} = \frac{P_{nom} \cdot t_{on}}{\frac{P_{nom} \cdot t_{on}}{SCOP_{inst}} + P_{TO} \cdot t_{TO} + P_{CCH} \cdot t_{CCH} + P_{off} \cdot t_{off} + P_{SB} \cdot t_{SB}}$$

Coefficient de performance de la PAC en mode actif en tenant compte des conditions de fonctionnement de l'installation

Consommations auxiliaires

- En mode arrêt par thermostat (TO)
- En mode résistance de carter active (CCH)
- En mode arrêt (OFF)
- En mode veille (SB)

⇨ **Toutes les durées sont fournies par les annexes PEB, les autres valeurs sont fournies par la fiche technique du matériel et établies selon les règlements européens.**

ENCODAGE LOGICIEL PEB 12.5 - CHAUFFAGE

Calcul du rendement de production à l'aide de valeurs issues des Règlements européens

$$\text{Eq. 334}\quad SCOP_{inst} = f_{\theta,em} \cdot f_{\theta,source} \cdot f_{\Delta\theta} \cdot f_{pumps} \cdot f_{AHU} \cdot f_{dim,gen,heat} \cdot SCOP_{on}$$

Facteurs de correction pour tenir compte des différences entre les valeurs de conception et les conditions auxquelles le $SCOP_{on}$ a été déterminé

Facteur pour tenir compte du dimensionnement = 1

- $SCOP_{ON}$: Coefficient de performance de la pompe à chaleur électrique en mode actif pour des conditions climatiques moyennes, dépendant de
  - Fluide caloporteur (air ou eau)
  - PAC haute ou basse température (35° ou 55°C)
  - Différence de température vis-à-vis de la référence
  - Cette valeur est communiqué directement par le fabricant
- Les facteurs de corrections sont établies par la méthode PEB.

ENCODAGE LOGICIEL PEB 12.5 - CHAUFFAGE

Calcul du rendement de production à l'aide de données non basées sur des données issues d'un règlement européen

Eq. 96 $\eta_{gen,heat} = SPF$

Correction selon ΔT (coté émetteurs ou réservoir tampon) entre conditions d'essai et conditions de design

Correction pour prise en compte pompe auxiliaire **sur le circuit de l'évaporateur**

COP mesuré selon NBN EN 14511 dans conditions de température correspondant au type de PAC

$$SPF = f_{\theta,heat} \cdot f_{\Delta\theta} \cdot f_{pumps} \cdot f_{AHU} \cdot f_{dim,gen,heat} \cdot COP_{test}$$

Correction pour différence de ΔT (coté émetteurs ou réservoir tampon) entre conditions d'essai et conditions de design

Correction pour différence de débit d'air du système de ventilation entre conditions d'essai et conditions de design

Correction pour dimensionnement du système de production chauffage ; généralement = 1

Conditions d'essai sont définies par la norme NBN EN 14511

Calcul du rendement de production à l'aide de données non basées sur des données issues d'un règlement européen

Source de chaleur	Emission de chaleur	Conditions de test
sur base du tableau 3 de la NBN EN 14511-2		
air extérieur, éventuellement en combinaison avec de l'air rejeté	air recyclé, éventuellement en combinaison avec de l'air extérieur	A2/A20
air extérieur, éventuellement en combinaison avec de l'air rejeté	uniquement de l'air extérieur, sans utilisation d'un appareil de récupération de chaleur	A2/A2
uniquement de l'air extérieur	uniquement de l'air extérieur, en utilisant un appareil de récupération de chaleur	A2/A20
uniquement de l'air rejeté, sans utilisation d'un appareil de récupération de chaleur	air recyclé, éventuellement en combinaison avec de l'air extérieur	A20/A20
uniquement de l'air rejeté, sans utilisation d'un appareil de récupération de chaleur	uniquement de l'air extérieur, sans utilisation d'un appareil de récupération de chaleur	A20/A2
uniquement de l'air rejeté, en utilisant un appareil de récupération de chaleur	air recyclé, éventuellement en combinaison avec de l'air extérieur	A2/A20

ENCODAGE LOGICIEL PEB 12.5 - CHAUFFAGE

Exemple

Unités			
Code Combi:			
Unité extérieure:	ERGA06DV	Unité intérieure 1:	EHVH08S23D6V
Chaudière:		Unité intérieure 2:	
Conditions de mesure			
Norme:	Demande de construction pour 2018 EN14511	Application de bâtiment à partir de 2018 Ecodesign lot 1&2	
Température extérieure Chauffage:	2°CDB/1,1°CWB		
Température extérieure Rafraîchissement:	35°C	Climat moyen (température de conception -10 ° C)	
Température de sortie d'eau: chauffage:	35°C		
Température de sortie d'eau: refroidissement:	7°C		

En Belgique, conditions climatiques moyennes

ENCODAGE LOGICIEL PEB 12.5 - CHAUFFAGE

Résultats	**CC**		
Type d'unité:	Air/eau	Pompe de circulation:	Marche humide
Rafraîchissement/Chauffer:	Chauffage seul	Pompe à énergie:	52
Blocage de la fonction rafraîchissement possible ?:	Non	*E.E.I:	
COP***:	3,75	SEER:	0,00
$SCOP_{on}$ 35°C:	4,52	$SCOP_{on}$ 55°C:	3,27
η_{sh} 35°C:	176,00	η_{sh} 55°C:	127,00
P_{rated} 35°C:	7,00	P_{rated} 55°C:	7,00
EER **:	0,00	Résistance électrique au point (support chauffage):	6,00
P_{ck} kW:	0,0000	P_{off} kW:	0,0100
P_{sb} kW:	0,0100	P_{to} kW:	0,0100
Puissance calorifique pompe à chaleur 2°CDB kW:	4,00	Différence de température entre le départ et le retour:	5°C
Puissance frigorifique pompe à chaleur kW:	0,00	Augmentation de la température du condenseur (35 °C):	5°C
Source de chaleur:	Uniquement l'air extérieur	Augmentation de la température du condenseur (55 °C):	8°C
Medium de transfert:	Eau	Condenseur d'augmentation de température pour 2018:	5°C

113 ENCODAGE LOGICIEL PEB 12.5 - CHAUFFAGE

Exemple

Chauffage | Eau chaude sanitaire | Humidification | Refroidissement | Récapitulatif des liaisons

Application d'EcoDesign chauffage

Puissance nominale > 400 kW : ○ Oui ◉ Non

Pour les générateurs de ce type, la Réglementation PEB utilise les données venant du Règlement Ecodesign n°813/2013.

Puissance (nominale ou thermique) :	7,00	kW
Valeur par défaut pour le rendement :	○ Oui ◉ Non	
Puissance OFF :	0,01	kW
Puisssance TO :	0,01	kW
Puissance SB :	0,01	kW
Puissance CCH :	0,00	kW
La PAC est utilisée comme refroidissement actif :	○ Oui ◉ Non	
Température à laquelle est déterminé le $SCOP_{on}$ ou $SGUE_h$	55°C (si PAC non déclarée basse t°)	
Encodage du $SCOP_{on}$	Calcul simplifié $SCOP_{on}$	
ηS 55°C :	127,00	%

Facteur de correction sur l'augmentation de température à travers le condenseur

Conditions test connue :	◉ Oui ○ Non	
Augmentation de la T° à travers le condenseur :	8,00	°C

ENCODAGE LOGICIEL PEB 12.5 - CHAUFFAGE

Valeurs par défaut vs encodage détaillé

Paramètres de calcul		**Valeur par défaut**	**Facteur de correction par défaut**	**Exemple de valeur précise**	**Exemple de facteur de correction (précis)**
Température de départ de conception	$\theta_{supply,design}$	**55°C**	**0,88** (chauffage de surface) (0.53 si radiateurs !!)	**40°C**	**1,03**
Différence de température de conception entre le départ et le retour	$\Delta\theta_{design}$	**-**	**0,93**	**5°C**	**1,00**
Augmentation de la température de l'eau du condenseur lors de la mesure	$\Delta\theta_{test}$			**5°C**	
Rapport des puissances électriques de la pompe de circulation et de la pompe à chaleur	P_{pumps}/P_{HP}	**-**	**0,83**	**0,5kW/5kW**	**0,91**
Facteur de correction total		**0,88 x 0,93 x 0,83 = 0,68**		**1,03 x 1,00 x 0,91 = 0,94**	

Attention: FPS Théorique! Importance dimensionnement et installation

ENCODAGE LOGICIEL PEB 12.5 - ECS

Cas des systèmes soumis aux règlements

- Les données nécessaires au calcul détaillé des rendements de production et de stockage sont :
  - L'efficacité énergétique η_{WH} pour le chauffage de l'eau, en % ;
  - le profil de soutirage déclaré ;
  - si stockage, les pertes statiques S en W.

Rendement du générateur : η_{gen}

Rendement du stockage : η_{stor}

- Le rendement du générateur, pour une PAC, le vecteur = électricité

$$\eta_{gen,water} = (\eta_{WH} / 100) \,.\, CC \,.\, f_{stock>gen,water} \,.\, f_{dim,gen,water}$$

facteur de Conversion = 2,5

influence du Stockage sur le rendement de prod.

Facteur de correction = 1

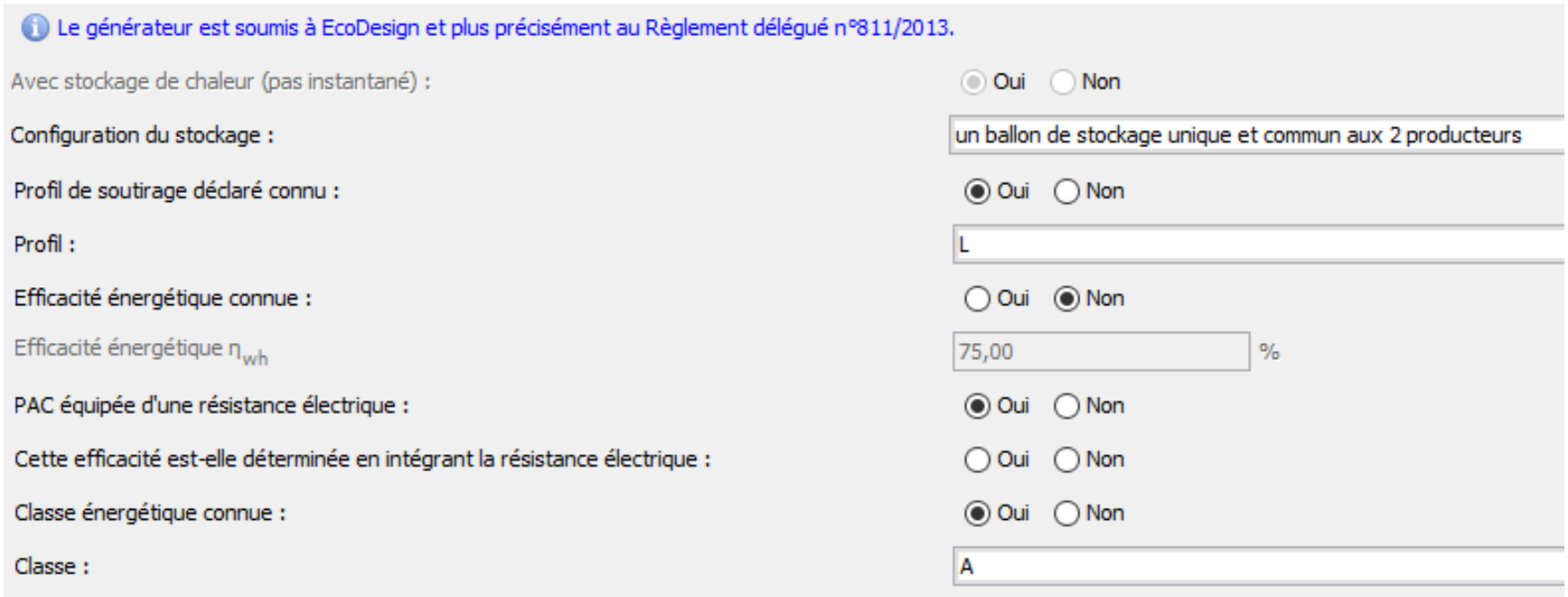
- **Les données ne sont pas toujours disponibles**. L'efficacité énergétique est déterminée en fonction du classement du système de production d'ECS.

AGRBC 21/12/07 Ann_XII §10.3.3.3

Cas des systèmes soumis aux règlements

Si l'efficacité énergétique n'est pas disponible

- Exemple pour les systèmes soumis aux règlements 811 et 812/2013
  - Si la **classe d'efficacité énergétique est connue**, l'efficacité énergétique peut être prise comme l'efficacité énergétique minimale de la classe pour le profil de soutirage déclaré (voir slide suivant)
  - Si la classe d'efficacité énergétique OU le profil de soutirage ne sont pas connus, la **valeur par défaut η_{WH}** de **22%**

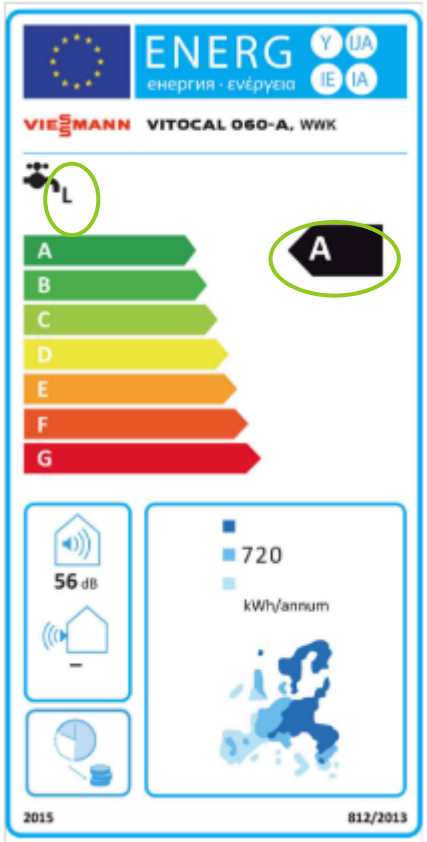


117 ENCODAGE LOGICIEL PEB 12.5 - ECS

AGRBC 21/12/07 Ann_XII §10.3.3.3 TAB [30]

Règlements européens 811/2013 et 812/2013

Exemple



		Profil de soutirage déclaré							
		3XS	XXS	XS	S	M	L	XL	XXL
Classe d'efficacité énergétique	A+++	62	62	69	90	163	188	200	213
	A++	53	53	61	72	130	150	160	170
	A+	44	44	53	55	100	115	η_{WH}	131
	A	35	35	38	38	65	75	80	85
	B	32	32	35	35	45	50	55	60
	C	29	29	32	32	36	37	38	40
	D	26	26	29	29	33	34	35	36
	E	22	23	26	26	30	30	30	32
	F	19	20	23	23	27	27	27	28

Si l'efficacité énergétique pour le chauffage de l'eau n'est pas connue mais que la classe d'efficacité énergétique est connue, l'efficacité énergétique peut être prise comme l'efficacité énergétique minimale de la classe pour le profil de soutirage déclaré

ENCODAGE LOGICIEL PEB 12.5 - ECS

AGRBC
21/12/07
Ann_XII
§10.3.3.3

Cas des systèmes non soumis aux règlements

- Si les systèmes ont été testés selon les règlements 811 à 814/2013, les rendements de production et de stockage sont calculés en utilisant données suivantes (si disponibles):
  - l'efficacité énergétique pour le chauffage de l'eau η_{wh}, en %, ou, à défaut, la classe d'efficacité énergétique pour le chauffage de l'eau ;
  - le profil de soutirage déclaré ;
  - Si stockage, les pertes statiques S, en W.

- Si ces données ne sont pas disponibles, valeur par défaut pour η_{wh} de 95% pour les pompes à chaleur électriques

ENCODAGE LOGICIEL PEB 12.5 – CASE STUDY

Projet Picard

- Duplex (performance passif)
- 122 m² de surface plancher
- Chaudière gaz à condensation pour chauffage et ECS (instantané)
- Radiateurs avec température de départ variable et régulation par local



Nom	U/R	BNC (kWh/m²)	CEP (kWh/m²)	Etech	Ventilation	Surchauffe (%)
Logement 0.9	✓	✓ 13,37 [15,00]	✓ 55,58 [63,57]	-	✓	✓ 2,82 [5]

Résultats

Chauffage

Calcul	
η émission	89 %
η distr.	100 %
η stockage	100 %
η sys. chauff.	89 %
η gen. pref.	95 %

Installation d'eau chaude sanitaire

Calcul	
η gen. pref.	85 %
η stock. pref.	100 %
η gen. pref. * η stock. pref.	85 %

ENCODAGE LOGICIEL PEB 12.5 – CASE STUDY

PAC mixte air/eau chauffage et ECS avec stockage (déclarée à 55°C)

Chauffage	ECS	Chauffage η_{gen}	ECS η_{gen}*η_{stock}	CEP [kWh/m²an]
Valeurs par défaut conservées	Valeurs par défaut conservées	200 %	55 %	95,57
$SCOP_{ON}$ = 3,27 à 55°C (valeurs par défaut)	**Classe A et profil L**	109 %	188 %	77,32
$SCOP_{ON}$ = 3,27 à 55°C **(Tdep=55°C)**	Classe A et profil L	319 %	188 %	50,79
$SCOP_{ON}$ = 3,27 à 55°C **Tdep=35°C Diff de deltaT de 7K**	Classe A et profil L	444 %	188 %	46,90
$SCOP_{ON}$ = 3,27 à 55°C Tdep=35°C Diff de deltaT de 7K	**η_{wh}=134 % +résistance élec.**	444 %	335%	40,22
$SCOP_{ON}$ = 4 à 55°C Tdep=35°C Diff de deltaT de 7K	**η_{wh}=134 % +résistance élec.**	540 %	335 %	38,44

TABLE DES MATIÈRES

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT
PRÉSENTATION DES TECHNOLOGIES
SOURCES CHAUDES
EAU CHAUDE SANITAIRES
RÉGULATION
RÉVERSIBILITÉ ET SIMULTANÉITÉ
RÉGLEMENTATIONS ET SOUTIENS
- PAC=SER ?
- Label & Ecodesign
- PAC dans la PEB
- **Autres Règlementations**
- Soutiens financiers

AUTRES REGLEMENTATIONS

Le guide d'exploitation des installations de réfrigération présente l'ensemble des obligations applicables en RBC :

- https://environnement.brussels/sites/default/files/user_files/gids_installation_de_refrigeration_fr.pdf
- en vue :
  - d'assurer la sécurité,
  - de préserver l'environnement et, en particulier, de lutter contre le réchauffement de la planète en limitant les émissions de gaz à effet de serre fluorés,
  - d'éviter la destruction de la couche d'ozone.
- se base principalement sur l'Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 29 novembre 2018 relatif aux installations de réfrigération. L'arrêté impose notamment le respect de :
  - la règlementation européenne relative aux gaz à effet de serre fluorés : règlement UE n° 517/2014 et règlement UE n° 2015/2067,
  - la norme NBN EN 378/2016 ou toute norme équivalente.

AUTRES REGLEMENTATIONS

Le guide d'exploitation des installations de réfrigération présente l'ensemble des obligations applicables en RBC :

- Règlementation acoustique
  - Arrêté du 21 novembre 2002 relatif à la lutte contre le **bruit de voisinage**
- Permis d'environnement

AUTRES REGLEMENTATIONS

Bruit de voisinage

- https://environnement.brussels/thematiques/bruit/cadre-legal/les-normes-de-bruit-de-voisinage-en-region-bruxelloise
- Arrêté du 21 novembre 2002 relatif à la lutte contre le bruit de voisinage
  - ⇨ fixe les seuils de bruit maximum qui ne doivent pas être dépassés par toute source sonore audible (installation ou activité bruyante) dans le voisinage de cette source.
- Il existe des seuils différents en fonction de plusieurs éléments :
  - l'endroit où la gêne est perçue (intérieur ou extérieur, type de local),
  - l'heure de la journée et le jour de la semaine,
  - l'affectation urbanistique de la zone définie au Plan Régional d'Affectation du Sol (PRAS).
- Le principe général est que les seuils sont plus sévères dans les zones plus sensibles ou le soir et la nuit.
- Certains bruits sont exclus du champ d'application de cette législation, notamment :
  - les bruits en provenance d'installations classées s'ils sont perçus et mesurés à l'extérieur (exigences fixées par l'AG de la RBC du 21/11/2002 relatif à la lutte contre le bruit et les vibrations générés par les installations classées)
  - Le transport, les activités scolaires, les tondeuses, etc.

AUTRES REGLEMENTATIONS

Bruit de voisinage

- A l'extérieur d'un immeuble, pour évaluer la valeur limite à ne pas dépasser, il faut :
  - Déterminer la tranche horaire durant laquelle le bruit est perçu,

	Lu.	Ma	Me	Je.	Ve.	Sa.	Di./ fériés
7h à 19h	A	A	A	A	A	B	C
19h à 22h	B	B	B	B	B	C	C
22h à 7h	C	C	C	C	C	C	C

➔ C

  - Identifier la zone de bruit du PRAS dans laquelle le bâtiment se situe (carte de Bruxelles Environnement).
  - Consulter le tableau ci-dessous (valeurs seuils du bruit spécifique, Lsp en dB(A)).

	Période A	Période B	Période C
Zone 1	42	36	30
Zone 2	45	39	33
Zone 3	48	42	36
Zone 4	51	45	39
Zone 5	54	48	42
Zone 6	60	54	48

https://environnement.brussels/

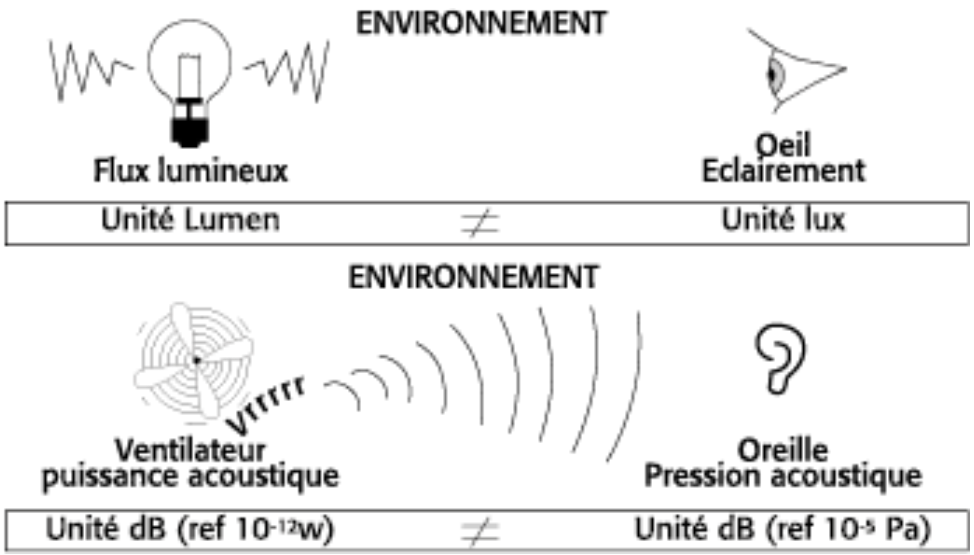
Limite de pression acoustique à la mitoyenneté

AUTRES REGLEMENTATIONS

Bruit de voisinage - Comment l'évaluer?

- Connaitre la puissance acoustique (dB) de la PAC (cf infos FT)
  - ! Ne pas confondre avec la pression sonore (en dB également)

Puissance = Caractéristique intrinsèque du matériel.
Pression = Caractérise le matériel dans un environnement donné.



Source / Bron : France Air

AUTRES REGLEMENTATIONS

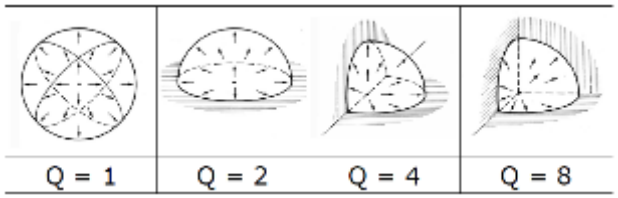
Bruit de voisinage - Comment l'évaluer?

- Estimer* le niveau sonore généré à une certaine distance:

$$Lp = Lw + 10\log_{10}\left(\frac{Q}{4\pi \cdot r^2}\right)$$

- **Lp** le niveau de pression en décibels (dB) ;
- **Lw** le niveau de **puissance** acoustique de la source en décibels (dB) ;
- **r** la distance entre la source et le point de réception en mètre (m) ;
- **Q** le facteur de directivité lié à la géométrie de l'environnement qui entoure la source (sans unités) et qui équivaut selon les cas à :
  - Q=1 en l'absence d'obstacle ;
  - Q=2 dans un plan ;
  - Q=4 pour un angle ;
  - Q=8 pour un coin.

*cas simples, sans trop d'obstacles



AUTRES REGLEMENTATIONS

Bruit de voisinage - Précautions

- Limiter le bruit à la source:
  - Choisir du matériel silencieux, avec la puissance acoustique la plus faible possible
  - La puissance acoustique augmente avec la puissance thermique → préférer plusieurs PAC de faible puissance plutôt qu'une seule de forte puissance
  - Surdimensionner éventuellement et choisir un PAC à vitesse variable

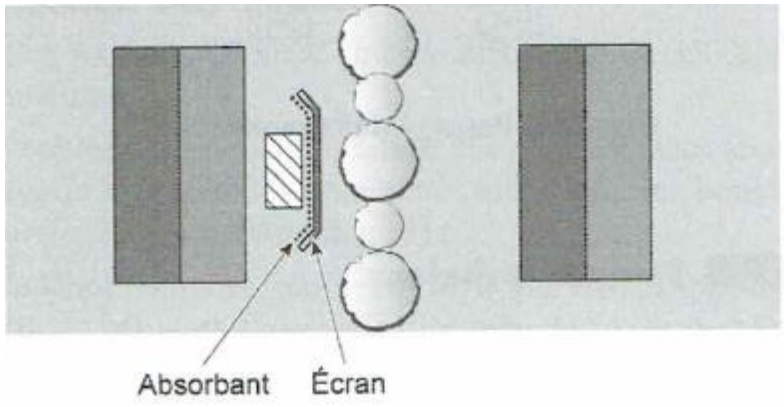
- Eloigner le plus possible la PAC des voisins

- Protéger (si nécessaire) au moyen de capots et/ou d'écrans acoustiques

AUTRES REGLEMENTATIONS

Bruit de voisinage - Exemples de protections

- Ecran acoustique
  - Proche de la source et l'entourant bien (sans empêcher l'apport d'air!)
  - Absorbant acoustique côté source



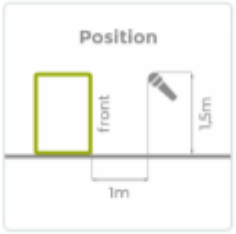
Source / Bron : Réussir l'acoustique d'un bâtiment – Loïc Hamayon

Bruit de voisinage - Exemples de protections

- Capotage acoustique
  - Même principe que l'écran mais fabriqué sur mesure, autour de la PAC

Évaluation votre unité RXYSQ10TY1 avec caisson HCSY200NPSAVI



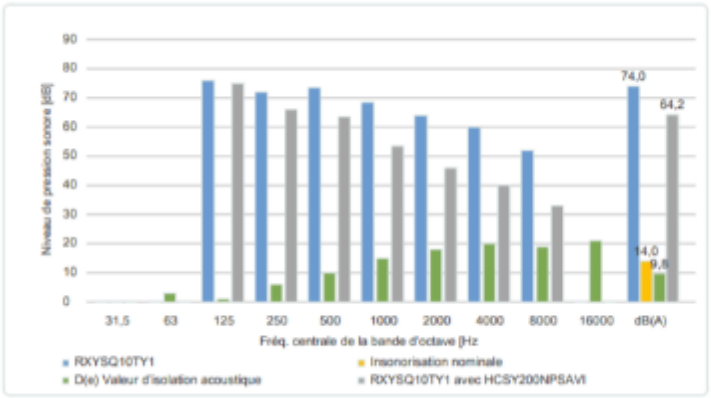


Niveau de pression sonore Lp(A) dans une certaine direction à 1

DAIKIN RXYSQ10TY1	55,0 dB(A)
Insonorisation nominale *	14 dB(A)
D(e) Valeur d'isolation acoustique HCSY200NPSAVI	9,8 dB(A)
Évaluation RXYSQ10TY1 avec	45,2 dB(A)

* Insonorisation nominale, mesuré selon la norme DIN EN ISO 3744

Spectre de puissance sonore



Pour une évaluation sonore plus précise, il faut connaître au moins 7 valeurs

Pression sonore p. d'immission

Distance	Champ libre	À haute réflexion sonores
en 2 m	39,2 dB(A)	42,2 dB(A)
en 3 m	35,7 dB(A)	40,4 dB(A)
en 4 m	33,2 dB(A)	39,2 dB(A)
en 5 m	31,3 dB(A)	38,2 dB(A)
en 6 m	29,7 dB(A)	37,4 dB(A)
en 7 m	28,4 dB(A)	36,8 dB(A)
en 8 m	27,2 dB(A)	36,2 dB(A)
en 9 m	26,2 dB(A)	35,7 dB(A)
en 10 m	25,3 dB(A)	35,2 dB(A)

Source / Bron : Solflex

AUTRES REGLEMENTATIONS

Permis d'environnement

- Guide pratique : https://environnement.brussels/le-permis-denvironnement/le-guide-pratique-du-permis-denvironnement
- Liste des installations classées: https://app.bruxellesenvironnement.be/listes/?nr_list=IC_LIST
- Encadré via les rubriques
  - 62-4A et 4B si forages (respectivement géothermie fermée ou ouverte)
  - 55 si pompes électriques > 100 kW
  - 132 si pompe à chaleur

Fonction	Critères déterminant le seuil pour la rubrique 132	Puissance absorbée / quantité de fluide	Rubrique	Classe
Installation de réfrigération, système de climatisation, pompes à chaleur	Puissance électrique absorbée/ circuit	> 10 kW	132 A	3
		>= 100 kW	132 B	2
Installation de réfrigération, système de climatisation, pompes à chaleur	Quantité de fluide par circuit	>= 5 tonnes équivalent CO2	132 A	3
		>= 3 kg de fluide frigorigène toxique ou inflammable	132 B	2
Tour de refroidissement humide		présence	132 C	2

Source/Bron : https://environnement.brussels/

NB : Puissance électrique = puissance électrique au compresseur de la machine frigo.

F-GAZ

Au niveau de la Région de Bruxelles-Capitale, l'inventaire des gaz à effet de serre montre que

- La proportion des F-gaz atteint 8 % des émissions de gaz à effet de serre, contre 3% pour l'ensemble du territoire européen.
- Le secteur de la réfrigération est responsable de la grande majorité de ces émissions de F-gaz .
- Environ 97 % des fuites de gaz à effet de serres fluorés sont dues à des fuites de fluides frigorigènes de type HFC/HCFC.

⇨ potentiel d'économie de T éq. CO2 via la généralisation de bonnes pratiques dans le secteur de la réfrigération (limitation des fuites, usage de fluides frigorigènes au « GWP* » plus faible)

⇨ en prenant comme hypothèse que l'impact du respect des bonnes pratiques permettra d'éviter 15% des fuites actuelles, cela permettrait une économie annuelle de 43.000 t éq. CO2 rien que sur la RBC.

*GWP = « Global Warming Potential »

Source/Bron : https://environnement.brussels/

Réduction des émissions de gas à effet de serre des installations frigorifiques

- Interdiction des CFC et HCFC ((hydro)chlorofluorocarbures). Depuis le 01 janvier 2015, il est interdit d'exploiter une installation de réfrigération classée contenant des HCFC (responsables de la destruction de la couche d'ozone)
- Réduction progressive de l'usage des HFC (79% à horizon 2030) (F-gaz EU No 517/2014) via l'allocation de quotas par la Commission européenne (tous usages compris)
- Usage d'HFC au GWP moins élevé (R32)
- Usage d'autres types de fluides :
  - CO_2, propane, propène, isobutane, ammoniac
  - HFO

Fluides courants

	Groupe de sécurité	
	Toxicité inférieure	Toxicité supérieure
Inflammabilité élevée	A3	B3
Inflammabilité	A2	B2
Inflammabilité faible	A2L	B2L
Pas de propagation de flamme	A1	B1

Numéro du fluide frigorigène	Nom chimique/composition	Formule chimique : Tolérance des compositions	Groupe de sécurité	GWP	5 tonnes équivalent CO2 =>	
R134a	1,1,1,2-tétrafluoroéthane	CH2FCF3	A1	1.430	3,5	kg
R32	Difluorométhane (fluorure de méthylène)	CH2F2	A2L	675	7,41	kg
R404A	R-125/143a/134a (44/52/4)	±2/ ± 1/ ± 2	A1	3.922	1,27	kg
R407A	R-32/125/134a (20/40/40) ±2/ ± 2/ ± 2		A1	2.107	2,37	kg
R407C	R-32/125/134a (23/25/52)	±2/ ± 2/ ± 2	A1	1.774	2,82	kg
R407F	R-32/125/134a (30/30/40)	±2/ ± 2/ ± 2	A1	1.825	2,74	kg
R410A	R-32/125 (50/50)	+ 0,5 – 1,5/+ 1,5 – 0,5	A1	2.088	2,39	kg
		Fluides alternatifs				
R290	Propane	CH3CH2CH3	A3	3	-	
R600	Butane	CH3CH2CH2CH3	A3	4	-	
R600A	2-méthyl propane (isobutane)	CH(CH3)3	A3	3	-	
R717	Ammoniac	NH3	B2L	0	-	
R744	Dioxyde de carbone	CO2	A1	1	-	
R1270	Propène (propylène)	CH3CH = CH2	A3	2	-	
R1234 ze	Trans-1,3,3,3-tétrafluoroprop-1-ène		A2L	7	-	
R1234 yf	2,3,3,3-tétrafluoroprop-1-ène	CF3CF = CH2	A2L	4	-	
R1233 zd	Trans-1-chloro-3,3,3-trifluoroprop-1-ène	CF3CH = CHCl	A1	4.5	-	

HFC

Source/Bron : https://environnement.brussels/

* HFC = hydrofluorocarbones

Réduction des émissions de gas à effet de serre des installations frigorifiques

- Réduction des fuites à moins de 5% par an (consignées dans un registre).
  - Si fuites > 10 % 2 années de suite, installation doit être démantelée,
  - Possibilité de dérogation par permis d'environnement,
  - Via la mise en place de contrôles et entretiens périodiques,
  - Pour les installations contenant > 5 $T_{éq}$ CO_2 l'étanchéité des équipements doit être régulièrement contrôlée par un technicien frigoriste qualifié selon un fréquence définie (entre 3 et 24 mois).

TABLE DES MATIÈRES

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT
PRÉSENTATION DES TECHNOLOGIES
SOURCES CHAUDES
EAU CHAUDE SANITAIRES
RÉGULATION
RÉVERSIBILITÉ ET SIMULTANÉITÉ
RÉGLEMENTATIONS ET SOUTIENS
- PAC = SER ?
- Label & Ecodesign
- PAC dans la PEB
- Autres Règlementations
- **Soutien financier**



Primes RENOLUTION 2022

- https://environnement.brussels/thematiques/batiment-et-energie/primes-et-incitants/les-primes-renolution-2022

Déductions fiscales pour investissements économiseurs d'énergie – entreprises – 13,5% (cat. 2.5.f)

- https://www.environnement.brussels/thematiques/energie/primes-et-incitants/primes-et-autres-avantages-pour-les-entreprises-0

PRIMES RENOLUTION 2022

Voir site : https://renolution.brussels/fr/aidesfinancieres

- J4 - Chauffage et chauffe-eau: Chauffage via pompe à chaleur
- J9 - Chauffage et chauffe-eau: Chauffe-eau via pompe à chaleur

Primes RENOLUTION		BONUS	TYPE DE BÂTIMENT	DESCRIPTION DES TRAVAUX		UNITÉ	MONTANT DE LA PRIME par catégories de revenus		
							I	II	III
J : Chauffage et chauffe-eau									
J4	Chauffage via pompe à chaleur	Z9, Z10	Tous	Le placement ou le remplacement d'une pompe à chaleur destinée exclusivement à la production de chauffage, ou à la production de chauffage combinée à l'eau chaude sanitaire.	résidentiel :	€ / logement	4.250	4.500	4.750
					non résidentiel :	% éligible		25	
J9	Chauffe-eau via pompe à chaleur		Résidentiel	Le placement ou le remplacement d'une pompe à chaleur destinée exclusivement à la production d'eau chaude sanitaire dans un logement (chauffe-eau thermodynamique).		€ / logement	1.400	1.500	1.600

Source : Extrait du Tableau des Primes RENOLUTION (pdf) (version du 28/01/22)

PRIMES RENOLUTION 2022

Prime Chauffage via pompe à chaleur – J4

- Uniquement **chauffage** ou **combinée** (chauffage+ECS)
- **Réversible** OK pour le tertiaire
- Classe énergétique A+ minimum

- Conditions techniques : installateur certifié RESCert (jusqu'à 50 kWth)

Prime Chauffe-eau via pompe à chaleur – J9

- Uniquement **ECS**
- Pas pour tertiaire
- Classe énergétique A minimum

CE QU'IL FAUT RETENIR DE L'EXPOSÉ



Fonctionnement

- Performances d'une PAC varient fortement en fonction des choix posés en matière de
  - Type de PAC
  - Dimensionnement de la PAC, de la source chaude et de la source froide
  - Régulation du système
  - Régimes de température nominaux et instantanés

⇨ **Bien définir les besoins et les possibilités d'un projet avant de sélectionner son système**

CE QU'IL FAUT RETENIR DE L'EXPOSÉ



ECS

- Plus la surface du logement et les besoins de chauffage sont faibles, plus le poids de l'ECS est important dans le bilan. Il ne faut pas négliger ce poste dans la conception de l'installation.
- Pour les PAC, un stockage est indispensable vu la puissance réduite
- La performance dépend de la technologie utilisée et de la différence entre la source chaude et la source froide. Attention aux performances pour la production d'ECS.
- Combinaison possible avec l'énergie solaire. Etre attentif aux réglages afin de profiter de l'énergie solaire !

CE QU'IL FAUT RETENIR DE L'EXPOSÉ



Règlementations et aides financières

- Dans l'encodage PEB, il faut essayer, autant que plus possible, de ne pas conserver les valeurs par défaut
- Maximiser le $SCOP_{ON}$ ainsi que l'efficacité énergétique (minimiser les consommations auxiliaires)
- Les valeurs par défaut pour l'ECS ont un impact négatif sur le calcul du CEP pour les PAC. Il est important d'obtenir au minimum les données de profil de soutirage et la classe énergétique et au mieux, l'efficacité énergétique.
- L'installation d'une PAC demande généralement de respecter certaines exigences fixées par la réglementation (PE, PU, inventaire sols, …)
- Des aides financières et outils d'aide sont disponibles pour promouvoir l'installation de ces systèmes.

Guide bâtiment durable

- Thème Energie

  Dossier I Garantir l'efficience des installations de chauffage et ECS (distribution et émission)

  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

  Dispositif | Pompe à chaleur

Sites internet

- Info-fiche du CSTC (encodage d'une PAC dans le logiciel PEB) (http://www.cstc.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=infofiches&pag=48&art=4)
- Permis d'environnement et installations classées (http://www.environnement.brussels/le-permis-denvironnement)
- Réglementation PEB chauffage et climatisation (https://environnement.brussels/thematiques/batiment/la-performance-energetique-des-batiments-peb/chauffage-et-climatisation-peb)
- Installations de réfrigération (http://www.environnement.brussels/thematiques/batiment/la-gestion-de-mon-batiment/installations-de-refrigeration)
- Entreprises agréées technique du froid (http://app.bruxellesenvironnement.be/listes/?nr_list=1)
- Ecodesign(http://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficient-products/heaters)
- Facilitateur PAC Région Wallonne (http://www.ef4.be/fr/pompes-a-chaleur)

Sites internet

- Facilitateur PAC Région Wallonne (http://www.ef4.be/fr/pompes-a-chaleur)
- Réglementation systèmes géothermiques (https://environnement.brussels/thematiques/geologie-et-hydrogeologie/geothermie/reglementation)
- Présentation de l'outil BrugeoTool (https://environnement.brussels/sites/default/files/user_files/pres-200323-pac-1-3-brugeo-fr.pdf
- Application BrugeoTool (https://geodata.environnement.brussels/client/brugeotool/home)
- Inventaire de l'état des sols (http://www.environnement.brussels/thematiques/sols-0)
- Présentation « Pompes à chaleur » du CSTC (https://www.confederationconstruction.be/Portals/19/2020%2006%2025%20pompe%20a%20chaleur/PAC%20Bruxelles%20202006%20-%20Copie.pdf)

CONTACT

Pierre GUSTIN

Ingénieur projet

écorce sa

+ 32 4 226 91 60

info@ecorce.be



MERCI POUR VOTRE ATTENTION