

# Remplacement des chauffages électriques

François Mercadal



GEBÄUDEENERGIEAUSWEIS DER KANTONE



CERTIFICAT ÉNERGÉTIQUE CANTONAL DES BÂTIMENTS



CERTIFICATO ENERGETICO CANTONALE DEGLI EDIFICI

# Présentation / Introduction

Le remplacement des chauffages électriques effraie beaucoup de monde.

Un problème complexe peut toujours se décomposer en une somme de problèmes simples... que nous savons résoudre.

L'objectif de cette présentation est de passer en revue les points importants d'un tel projet.

Et ensuite de vous proposer quelques solutions au niveau:

- de la production de chaleur
- de la distribution de chaleur
- des travaux annexes à prendre en compte
- des incidences au niveau de l'application CECB

# Présentation / Introduction

Certains slides seront passés très rapidement pour ne pas trop ralentir le rythme de la présentation mais il me semblait utile que vous les retrouviez dans ce support. Ils sont matérialisés avec le logo



Il est admis que l'ensemble des exigences réglementaires cantonales, qui viennent d'être rappelées, sont connues de tous. Elles ne seront pas développées dans ce module de formation.

Les documents pour les mises à l'enquête et les subventions ne seront pas développés dans ce module de formation.

Le document annexe présente des liens sur la législation, son application, le dimensionnement des installations et des solutions proposées par quelques fournisseurs.

# Sommaire

- 1 - Objectifs des propriétaires
- 2 - Chauffages électriques existants
- 3 - Travail de groupe : Echanges autour de la visite sur site
- 4 - Visite sur site – points à relever et à discuter
- 5 - Estimation de la puissance nécessaire
- 6a - Choix de la production de chaleur
- 6b- Choix de distribution de chaleur
- 7 - Choix de la production d'eau chaude sanitaire
- 8 - Commandes à distance
- 9 - Travaux annexes
- 10 - Coûts
- 11 - Application CECB / Existant et projet
- 12 - Conclusion

# Objectifs des propriétaires

- **Réduire les coûts** pour le chauffage des locaux et la production de l'eau chaude sanitaire.
- **Anticiper la suppression définitive de la tarification jour / nuit** envisagée sérieusement ou déjà mise en place par les distributeurs d'électricité.
- **Anticiper l'obligation de remplacer les chauffages électriques** qui devrait bientôt se généraliser à l'ensemble des cantons.
- **Planifier l'assainissement des chauffages électriques** qui devront, tôt ou tard, être remplacés en raison de leur ancienneté. Cela permet de **ne pas agir dans l'urgence** en pleine période de chauffe.

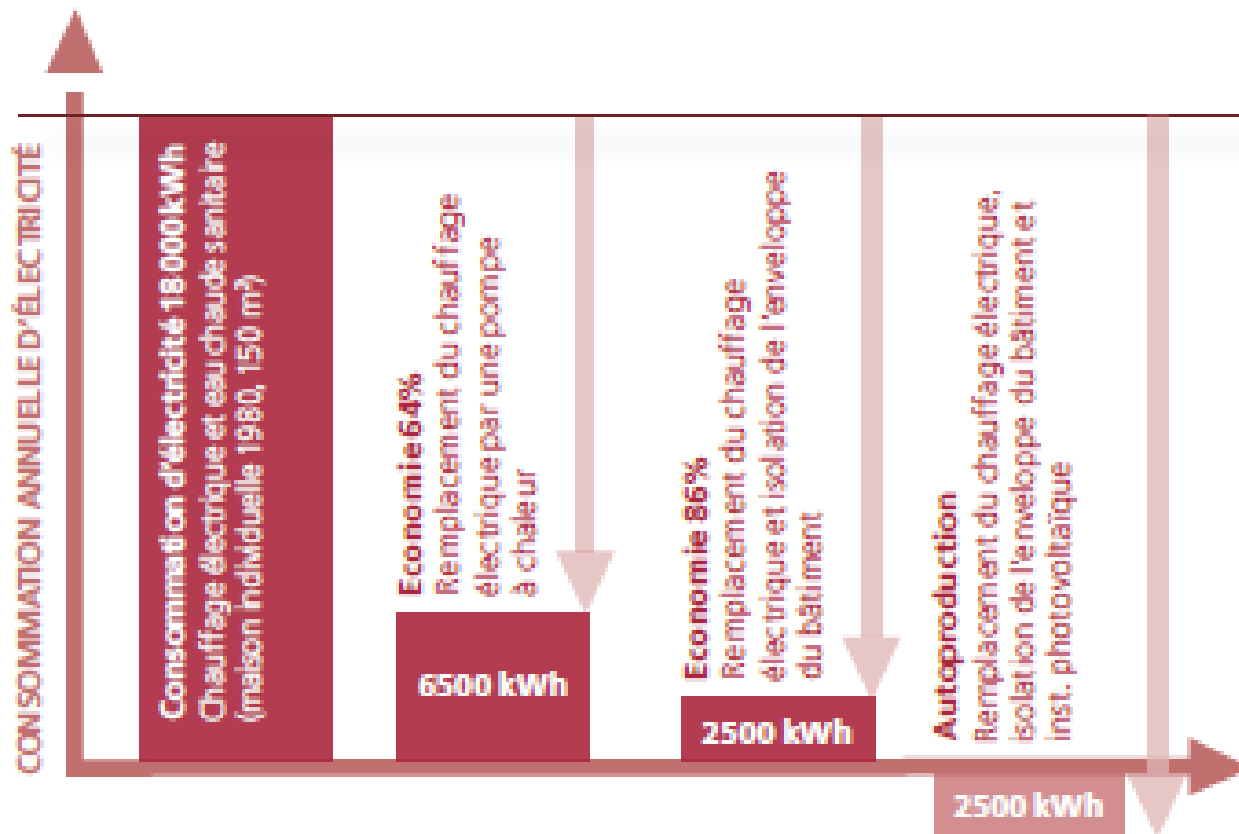
*Source Suisse Energie – remplacement des chauffages électriques*

# Objectifs des propriétaires

- Améliorer le **confort** et le bien-être des occupants.
  - Rafrachissement par freecooling possible avec les pompes à chaleur sol-eau et eau-eau.
  - Réduire l'assèchement de l'air ambiant.
  - Réduction des nuisances liées aux rayonnements électromagnétiques.
- Profiter au maximum des **subventions** allouées par la confédération, les cantons et les communes.
- Optimiser les **déductions fiscales**.
- Investir maintenant que les **taux d'intérêt** sont **bas**.
- **Augmenter la valeur de son patrimoine immobilier.**

*Source Suisse Energie – remplacement des chauffages électriques*

# Objectifs des propriétaires



Source Suisse Energie – remplacement des chauffages électriques

# Chauffages électriques existants

- **Les convecteurs**



Source Star Unity AG

Ils sont utilisés comme **chauffage direct**.  
Il y a généralement un disjoncteur pour plusieurs appareils dans le tableau électrique principal.

Puissance : 0,2 à 2kW par appareil

- **Les radiateurs à inertie**



Source Star Unity AG

Ils sont utilisés comme **chauffage d'accumulation**.

Il y a généralement un disjoncteur par appareil dans le tableau électrique principal.

Puissance : 1 à 6kW par appareil



# Chauffages électriques existants

- **Les infrarouges**



Source Star Unity AG

Ils sont utilisés comme **chauffage direct** dans les salles de bains.

Il y a généralement un disjoncteur pour plusieurs appareils dans le tableau électrique principal.

Puissance : 0,5 à 1,5kW par appareil

- **Les sèche-serviettes**



Source Star Unity AG

Ils sont utilisés comme **chauffage direct** dans les salles de bains.

Il y a généralement un disjoncteur par appareil dans le tableau électrique principal.

Puissance : 0,5 à 1,5kW par appareil

# Chauffages électriques existants

- **Les nattes chauffantes**



Source Star Unity AG

Elles sont utilisées comme **chauffage d'accumulation et** comme chauffage **direct**. Il y a généralement un coffret de commande déporté dans le tableau électrique principal.  
Puissance : 80 à 160W/m<sup>2</sup>

- **Les chaudières électriques avec accumulateur**



Source Star Unity AG

Elles sont utilisées comme **chauffage d'accumulation**. Il y a généralement un coffret de commande déporté dans le tableau électrique principal.  
Puissance : en kW ou dizaines de kW

# Chauffages électriques existants

- **Les chaudières électriques murales**



Elles sont utilisées comme **chauffage direct**.  
Il y a généralement un coffret de commande déporté dans le tableau électrique principal.  
Puissance : en kW ou dizaines de kW

*Source Star Unity AG*



# L'enveloppe thermique

**L'énergie la plus simple à économiser est celle que l'on ne dépense pas.**

Il est donc toujours judicieux de conseiller d'assainir en partie ou totalement l'enveloppe thermique avant de procéder au remplacement de la production et de la distribution de chaleur.

Notre rôle est de donner un maximum d'information à nos clients pour qu'ils puissent faire les choix les plus adaptés à leurs situations.

**Il ne doivent jamais pouvoir dire:  
Si j'avais su, j'aurais fait autrement.**



# L'enveloppe thermique - Incidences

Cela a une incidence forte sur:

- **Les technologies possibles**
  - pompes à chaleur, chaudières à pellets ou à bûches, poêles, installations solaires thermique...
- **Les caractéristiques des productions de chaleur possibles**
  - puissances et températures de départ, chauffage maximum...
- **Les dimensions des équipements et accessoires**
  - radiateurs, accumulateurs de chaleur, groupes chauffage, circulateurs, conduites, armatures, échangeurs de chaleur des chauffe-eaux...
- **Les travaux annexes**
  - prises d'air, portes d'accès, introductions électriques...
- **Les montants des investissements à consentir**
- **Les frais d'exploitation**
  - rendement, consommations électriques, frais d'entretien...
- **Le confort des occupants**
  - murs froids et moisissures...



# L'enveloppe thermique - Propositions

Quelques pistes qu'il est toujours judicieux de proposer:

- **L'isolation des plafonds** des locaux non-chauffés au sous-sol
  - garages, caves, locaux de stockage, buanderies, locaux techniques...
- **L'isolation des murs** des locaux non-chauffés attenants
  - garages, économats, locaux techniques...
- **L'isolation du sol** des galetas non chauffés.
- **Le remplacement des fenêtres**
  - test du briquet, année de fabrication sur l'intercalaire...
- **L'isolation des contre-cœur** derrière les nouveaux radiateurs.
- **L'isolation périphérique** totale ou partielle.
- Le traitement des principaux **ponts thermiques**
  - jardin d'hiver...
- La **fermetures des cheminées** à la française à foyer ouvert avec des inserts étanches
  - **attention** à la prise d'air de combustion

# 1° Travail de groupe

## Echanges autour de la visite sur site

D'après vous quels sont les points à relever lors de la vision locale?

L'idée est d'avoir l'ensemble des éléments pour vous permettre de:

- Proposer une solution réalisable dans le CECB Plus
- Valider la faisabilité
- Etablir un concept / une offre
- Estimer le montant de l'assainissement
- Estimer la durée des travaux
- Dimensionner l'installation avec précision

## Informations à collecter **avant la visite** sur site

- vérifier le degré de **sensibilité au bruit**
- vérifier si des **forages** sont **possibles** et jusqu'à quelle profondeur
- vérifier si des **puits de pompage et de rejet** sont possibles
- vérifier s'il existe des restrictions au niveau des **émissions de particules**
- vérifier s'il existe un **CAD ou un projet de CAD** et obtenir les conditions de raccordement
- vérifier les **apports solaires**
- vérifier les **subventions cantonales et communales**



## Informations à collecter **lors de la visite** sur site

- **Les informations générales**

- adresse du projet et les coordonnées du propriétaire
  - Le numéro EGID
  - L'orientation du bâtiment
  - Les apports solaires

- **Les occupants**

- nombre de personnes
- nombre de baignoires, douches, lits
- âge des personnes (parents, ados, enfants)
- taux d'occupation (100%, résidence secondaire, vide)
  - Les besoins en eau chaude sanitaire actuels
  - Les besoins en eau chaude sanitaire possibles
  - La puissance pour l'eau chaude sanitaire

- **Le comportement des occupants**
  - températures ambiantes
  - abaisssements programmés
  - taux d'occupation
    - Les besoins en chauffage actuels
- **L'enveloppe thermique**
  - état, type et date des fenêtres (intercalaires)
  - état de la toiture ou du sol du galetas
  - état du plafond et des murs des locaux non-chauffés
  - état des façades
  - dossier de plans (niveaux, façades et coupes)
    - La puissance pour le chauffage des locaux

- **Les consommations d'énergie**
  - consommations électriques (3 à 5 ans)
  - consommations des énergies d'appoint (bois, gaz...)
    - La puissance pour le chauffage des locaux
- **Les accès et les locaux disponibles**
  - accès jusqu'au bâtiment
  - dimensions des portes du chemin d'accès
  - dimensions des escaliers
  - dimensions du local technique (L x l x H)
  - présence d'une prise d'air frais (position et dimension)
    - Les concepts énergétiques possibles
    - Les travaux annexes à prévoir

- **La partie tableau électrique**

- état général du tableau électrique principal (vétusté, fusibles...)
- numéros des compteurs d'énergie et leurs affectations
- valeurs des introductions électriques
- mode de facturation (jour / nuit, contrat spécifique...)
- nom et les coordonnées du distributeur d'énergie
- nom et les coordonnées de l'électricien habituel
- valeurs de l'introduction électrique (tension, ampérage...)
- schéma électrique de l'époque
- présence ou non d'un système de gestion à distance
  - Les concepts énergétiques possibles
  - Les travaux annexes à prévoir
  - L'estimation des coûts d'exploitation

- **La partie production de chaleur**
  - inventaire des appareils électriques (type et puissance)
  - implantation et la position des appareils électriques
  - schéma hydraulique pour les chaudières électriques
  - courbe de chauffe pour les chaudières électriques
  - classeur de révision de l'époque
    - La puissance pour le chauffage des locaux
    - Les concepts énergétiques possibles
    - Les travaux annexes à prévoir

- **La partie distribution de chaleur (chaudière électrique)**
  - nombre et le type de groupe chauffage (direct, mélange...)
  - diamètre des conduites chauffage
  - températures de départ et de retour chauffage
  - valeurs de la courbe de chauffe
  - présence d'un système gestion à distance
  - schéma hydraulique de l'époque
  - classeur de révision de l'époque
    - Les concepts énergétiques possibles
    - Les travaux annexes à prévoir

- **Les points divers**

- vents dominants
- distances aux limites et le voisinage (chambre, terrasses...)
- présence d'un canal de fumée et les verticalités possibles
- présence d'un écoulement en chaufferie
- présence de saut de loup ou les possibilités d'en créer
- présence de wifi en chaufferie et dans les différentes pièces
- possibilité de créer un nouveau local technique / chaufferie
- hauteur des poignées et des plans de travail, seuils portes et baies (<https://architecturesansobstacles.ch/batiment/portes/>)
- profondeur des armoires
- revêtements de sol existants et futurs
- assainissements déjà réalisés (salle de bain, cuisine...)
  - Les concepts énergétiques possibles
  - Les travaux annexes à prévoir

- **Les envies / les objectifs**

- sensibilité écologique (engagement fort ou non)
- volonté d'assainir l'enveloppe thermique
- sensibilité au bruit et les relations avec le voisinage
- degré d'autonomie souhaité (offgrid, connecté réseau)
- niveau de confort souhaité (standard, piscine, jacuzzi...)
- choix du principe général (monovalent ou bivalent)
- volonté de faire du rafraichissement passif ou actif
- choix de l'énergie (électricité, bois, pellets, solaire thermique...)
- choix de la distribution de chaleur (radiateurs, chauffage de sol)
- production de l'eau chaude sanitaire (chauffe-eau, boiler PAC...)
- commande à distance / domotique (centralisée, pièce par pièce)
- solaire photovoltaïque, batteries, borne recharge...
- valeur du bien immobilier

➤ **Les concepts énergétiques possibles**



- **Les délais / la planification**

- exigences légales (délais d'assainissement imposés)
- volonté d'assainir l'enveloppe thermique en premier
- temps disponible pour réaliser les travaux
- volonté de travailler avec un architecte ou non (BT, installateurs)
  - Les concepts énergétiques possibles
  - La puissance pour le chauffage des locaux
  - Les travaux annexes

- **Le budget**

- budget **maximum** envisagé
- capacités de financement (court et moyen terme)
  - Les concepts énergétiques possibles
  - La planification des travaux
  - Les travaux annexes

- **Les subventions**
  - cantonales et communales
    - Les concepts énergétiques possibles
    - Le phasage des travaux
- **Les déductions fiscales**
  - revenus à court et moyen terme
    - Les concepts énergétiques possibles
    - Le phasage des travaux
- **Les prêts bancaires**
  - nom de la banque et des programmes possibles
    - Les concepts énergétiques possibles

- **Les frais d'exploitations**

- La division par 3 des kWh électriques achetés avec une pompe à chaleur air-eau
- La division par 4 des kWh électriques achetés avec une pompe à chaleur sol-eau ou eau-eau

La réduction des kWh et les frais ne sont pas identiques.

- **Les frais d'entretien et de maintenance**

- Les contrats annuels proposés par les constructeurs et les fournisseurs
- Les extensions de garantie proposées par les constructeurs et les fournisseurs

# Estimation de la puissance nécessaire

Le CECB estime la puissance thermique spécifique (W/m<sup>2</sup>).

## Description du bâtiment

Généralités	Coefficients U [W/(m <sup>2</sup> K)]		Producteur de chaleur		
	Total de la surface de référence énergétique [m <sup>2</sup> ]	Contre extérieur ou enterré ≤ 2 m	Contre espace non chauffé ou enterré > 2 m	Degré de couverture / rendement	Année de construction
Nombre d'appartements	311			Chaudière à mazout 100 % / 0,78	1978
Nombre moyen de pièces	2			Eau chaude sanitaire 100 % / 0,64	
Étages entiers	≥ 6				
Facteur d'enveloppe	2	Toits/plafonds 0,36	0,38		
Station météo	2,19	Murs 0,46	-		
Payenne		Sols 0,35	1,2		
		Fenêtres et portes 1,9	-		
Affectation du bâtiment (Surface de référence énergétique [m <sup>2</sup> ])			Puissance thermique spécifique [W/m <sup>2</sup> ]		
Habitat individuel (311)			Puissance thermique spéc. * 44		


- En multipliant la SRE par la puissance thermique vous obtenez une puissance

$$311 \text{ m}^2 * 44 \text{ W/m}^2 = 13\,684 \text{ W}$$

Mais il est toujours judicieux d'être critique et d'utiliser les autres outils à disposition des experts pour consolider la puissance.

Cela est d'autant plus intéressant si l'expert CECB est en charge du dossier de demande de subvention ou du dimensionnement du projet.

# Estimation de la puissance nécessaire

GSP  Assainissement d'un chauffage avec une pompe à chaleur  
Calcul des besoins de chaleur pour le chauffage

Feuille de saisie des informations de l'installation destinée à l'installateur			
Version V8.8 <small>du 21.06.2021</small>			
Cet outil de calcul ne peut être utilisé que pour les maisons d'habitation			
Lieu et date			
Objet			
Nom			
Planificateur/installateur			
Nom			
Région climatique		Sion	
Bâtiment/ECS			
Type de bâtiment		Maison individuelle	
Surface de référence (énergétique)		A <sub>R</sub> [m <sup>2</sup> ] 200	
Eau chaude sanitaire (ECS)		Type de production d'ECS	
		Séparé	
Générateur de chaleur			
Type de combustible du générateur de chaleur actuel		Besoins électriques en kWh	
Générateur de chaleur		Radiateur électrique direct	
Exploitation à plein rendement		[η] 0,95	
Pouvoir calorifique		[kWh/kWh] 1	
Rendement du générateur de chaleur		[η] 0,95	
Besoins énergétique des trois dernières années			
Année de service	heures-jour de chauffage	Electricité [kWh/a]	Consommation énergétique normalisée [kWh/a]
2016	3 629	18 000	17 272
2017	3 581	18 000	17 505
2018	3 210	18 000	19 523
2019	3 441	18 000	18 217
2020	3 321	18 000	18 872
Moyenne annuelle	3 482 (Période : 2012 jusqu'à la fin de l'année passée)		18 278
Production de chaleur du générateur de chaleur actuel			
Total	Q <sub>produit</sub>	[kWh/a]	18 278
Résultats			
Nouvelle production de chaleur avec production d'ECS?	φ <sub>ch</sub>	[kW]	8,7
ECS d'appoint, selon SIA 384/1	φ <sub>W</sub>	[kW]	0,4
Puissance de chauffe requise de la PAC, sans délestage	φ <sub>produit</sub>	[kW]	8,1
Durée de délestage journalière (2 h sont déjà prises en compte)	t <sub>del</sub>	[h]	
Puissance de chauffe nécessaire de la PAC, durée de délestage inolusée	φ <sub>produit</sub>	[kW]	8,8
Remarques :			

- La puissance nécessaire (chauffage et l'ECS) est calculée à partir de l'historique des consommations annuelles électricité (attention aux autres apports bois...)
- Points importants :
  - région climatique
  - avec ou sans ECS suivant le nombre de compteurs
  - besoins électriques en kWh
  - radiateurs électriques directs
  - **toujours** ECS séparée (SRE)
  - chaudière électrique
  - ECS séparée ou non possible
  - saisir toutes les années

# Estimation de la puissance nécessaire

Feuille de calcul PACesti  
 Projet: **villa Martin**  
 WPeed / V 8.3.18 / 8.07 // variable  
 (log/8.8.12)

**Données concernant le bâtiment**

Station climatique:					<b>Sion</b>
Catégorie d'ouvrage					Habitat individuel
Surface de référence énergétique SRE	$A_e$	m <sup>2</sup>			150
Besoins de chaleur pour le chauffage selon SIA 380/1	$Q_{ch}$	MJ/m2a			432
Dépendances par transmission selon SIA 380/1	$Q_T$	MJ/m2a			
Dépendances par renouvellement d'air selon SIA 380/1	$Q_V$	MJ/m2a			
Chauffage: pertes supplémentaires de distribution de chaleur		%			1%
Durée de coupure d'alimentation de la PAC		h/d			
Puissance de chauffage nécessaire sans ECS à -6°C	valeur proposée:	5,1	KW		
Besoins de chaleur pour l'ECS selon SIA 380/1	$Q_{ec}$	MJ/m2a			50,0
Eau chaude sanitaire: pertes supplémentaires d'accumulation et de distribution		%			

**Installation de pompe à chaleur**

Liste des PAC: **NIBE Schveiz AG**

Nom et type de PAC: **DNV15000**

Source de chaleur: **Pompe à chaleur air/eau vitesse variable**

Utilisation (chauffage ou eau chaude sanitaire): **Chauffage+ECS**

Accumulateur de chaleur: **avec accumulateur chauffage**

Mode de fonctionnement de la PAC: **avec chauffage électrique de secours**

Commande de l'appoint électrique de chaut: **Registre électrique dans l'accumulateur**

Température de la source (entrée PAC)	°C	-15	-7	2	7	20
Valeurs de calcul pour Tdep35°C(Qch/COP)	°C	11,2KW / 2,6	13,5KW / 2,9	10,0KW / 4,2	5,2KW / 5,1	14,9KW / 5,6

Capacité de l'accumulateur chauffage: **500** Litres

Température cible du local le plus chaud (p.ex. salle de bains): **22** °C

Température de départ du chauffage: (Ta = -8°C): **35** °C

Température de retour du chauffage: (Ta = -8°C): **30** °C

Différence de température accu - départ chauffage: **1** °C

Type d'appoint électrique pour ECS: **mode anti-légionellose hebdomadaire**

Température ECS garantie sans appoint électrique: **55** °C

Circulation d'ECS / câble chauffage: **Non disponibles**

Installation solaire: **pas d'installation solaire**

**Résultats**

Part d'énergie électrique pour le chauffage	$\epsilon =$	1,2%	kWh =	259
Part d'énergie électrique pour l'ECS	$\epsilon =$	1,8%	kWh =	35
Pertes en mode chauffage (démarrage, accumulateur, etc.)	$\eta$	9%	Etch =	92%
Pertes en mode préparation d'ECS (démarrage, accumulateur, etc.)	$\eta$	6%	Etsw =	94%
Durée de fonctionnement de la pompe à chaleur	$t$		h / a	2 803
Part et COP annuel de la pompe à chaleur pour le chauffage	$\epsilon$	98,8%	JAZ <sub>ch</sub> =	4,28
Part et COP annuel de la pompe à chaleur pour l'ECS	$\epsilon$	98,4%	JAZ <sub>ec</sub> =	2,78
COP annuel pour chauffage et ECS (COPa [ch+ECS])	estkl et Zusatz		-	#N/A

© est puissance WPeed\_3.1 / WP / 01.08.2021

- Points importants :
  - région climatique
  - $Q_h$  = consommation électrique en kWh à transformer en MJ et à diviser par la SRE
  - $Q_T$  et  $Q_V$  à reprendre d'un calcul type Lesosaï ou du CECB Plus
- Permet de :
  - déterminer la puissance pour le chauffage et l'ECS
  - sélectionner une PAC adaptée
  - choisir les températures
  - vérifier que la quasi-totalité des besoins (chauffage et ECS) sont couverts par la PAC

# Estimation de la puissance nécessaire

Quelques valeurs pour les conversions en kWh :



## Les agents énergétiques

1 kg de mazout	11,6 kWh
1 litre de mazout	9,8 kWh
1 m <sup>3</sup> de gaz naturel	10,0 kWh
1 m <sup>3</sup> de gaz liquide	12,8 kWh
1 kg de bois sec	4,1 kWh
1 kWh d'électricité	1,0 kWh

Les unités de l'indice énergétique sont des kWh/m<sup>2</sup>a  
ou des Mj/m<sup>2</sup>a

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ Mj}$$

www.pac.ch

Partenaire GSP certifié  
Chapitre 2 Technique 1

19

 suisse**énergie**  
partenaire

# Estimation de la puissance nécessaire

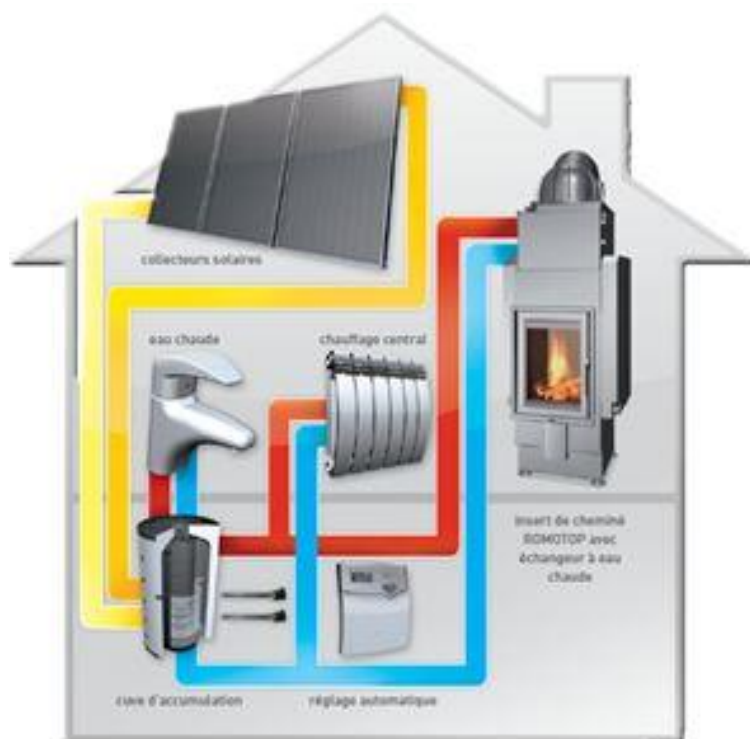
Il est toujours intéressant de comparer ces valeurs avec :

- L'estimation fournie par Lesosai ou l'application CECB
- La puissance de chauffage spécifique

Type de bâtiment	Valeur de contrôle
Maisons anciennes mal isolées	50 W/m <sup>2</sup> à 70 W/m <sup>2</sup>
Maisons anciennes bien isolées	40 W/m <sup>2</sup> à 50 W/m <sup>2</sup>
Nouvelles constructions répondant aux normes actuelles	25 W/m <sup>2</sup> à 40 W/m <sup>2</sup>
Immeubles abritant des activités de services et mal isolés	60 W/m <sup>2</sup> à 80 W/m <sup>2</sup>
Immeubles Minergie	20 W/m <sup>2</sup> à 30 W/m <sup>2</sup>
Immeubles Minergie-P	8 W/m <sup>2</sup> à 20 W/m <sup>2</sup>



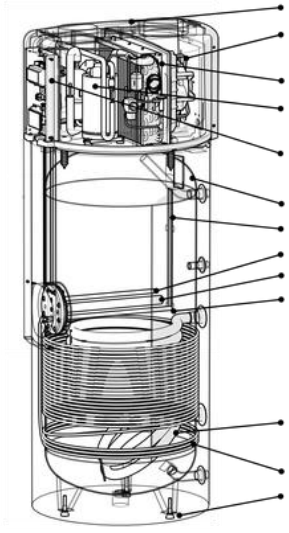
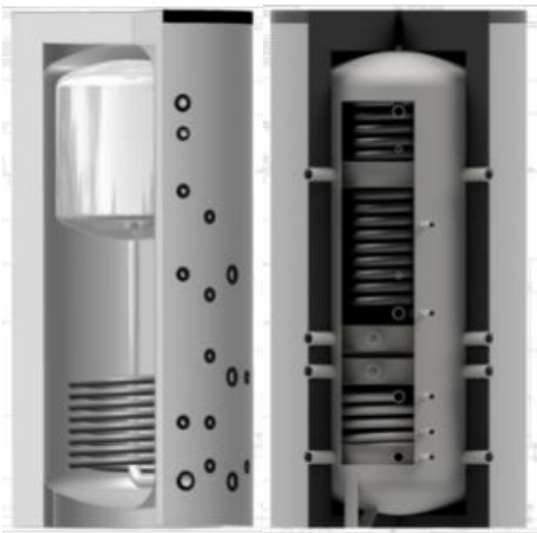
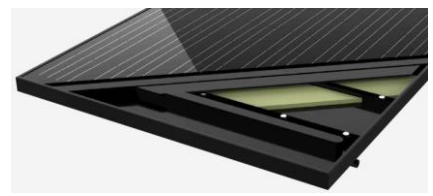
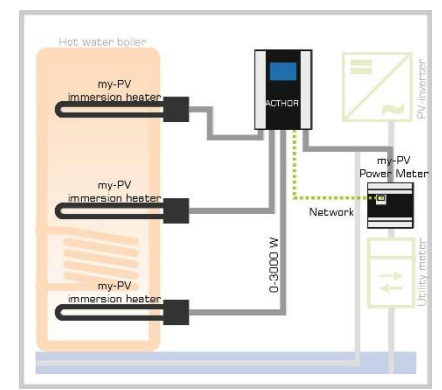
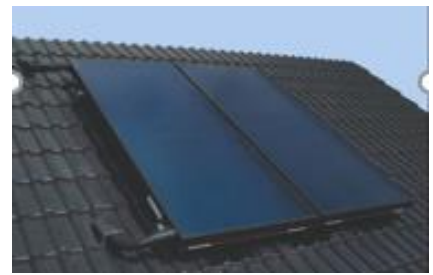
### Les poêles et cheminées de salon



- Poêle ou cheminée hydraulique combinée avec une installation solaire thermique ou hybride ou PV en toiture ou en façade
- Poêle ou cheminée hydraulique combinée avec un chauffe-eau thermodynamique
  - Conservation d'un canal fumés existant
  - Alimentation des bûches / pellets
  - Evacuation des cendres
  - Production de l'ECS

# Production de chaleur

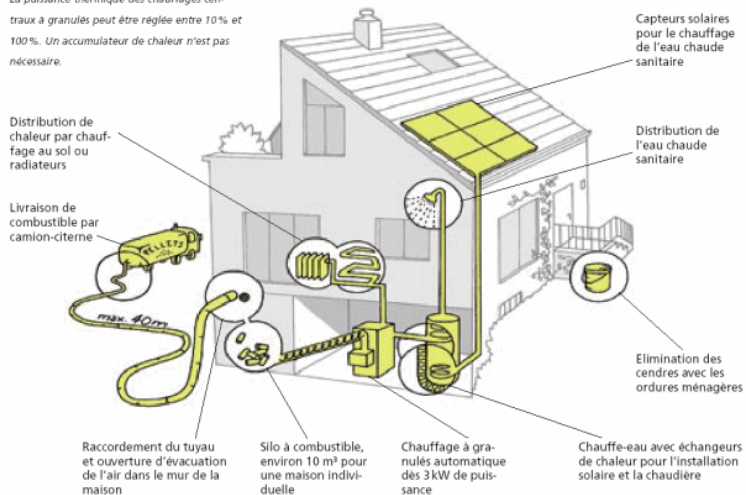
## Poêles et cheminées



Source Vögelin, Dual Sun, JOLLYMEC, Unitec-gmbh.at, PAW Friwa, Atlantic, My-PV

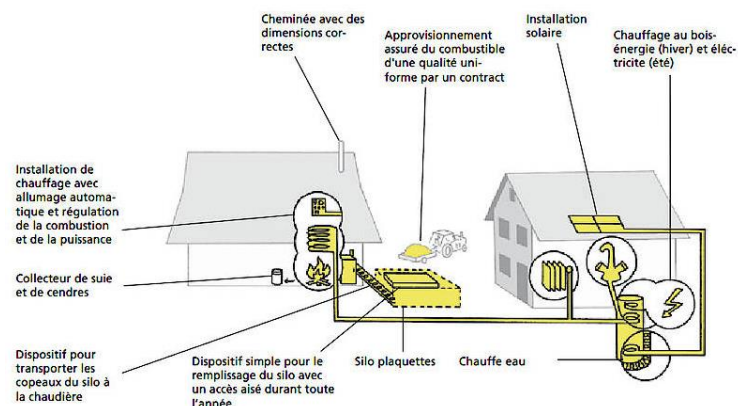
## Les chaudières à bûches, à copeaux ou à pellets

La puissance thermique des chauffages centraux à granulés peut être réglée entre 10% et 100%. Un accumulateur de chaleur n'est pas nécessaire.



- La chaudière combinée avec une installation solaire thermique ou hybride ou PV en toiture ou en façade

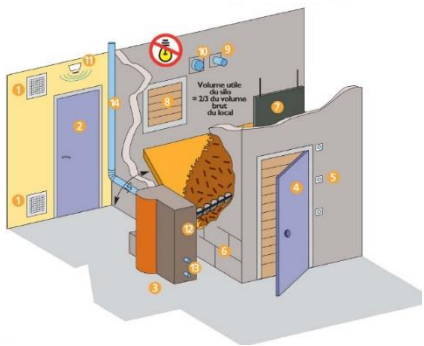
- Alimentation en combustible
- Stockage du combustible
- Transfert du combustible
- Canal fumé
- Filtre à particules
- Evacuation des cendres
- Production de l'ECS estivale
- Entretien



Source Energie-bois Suisse

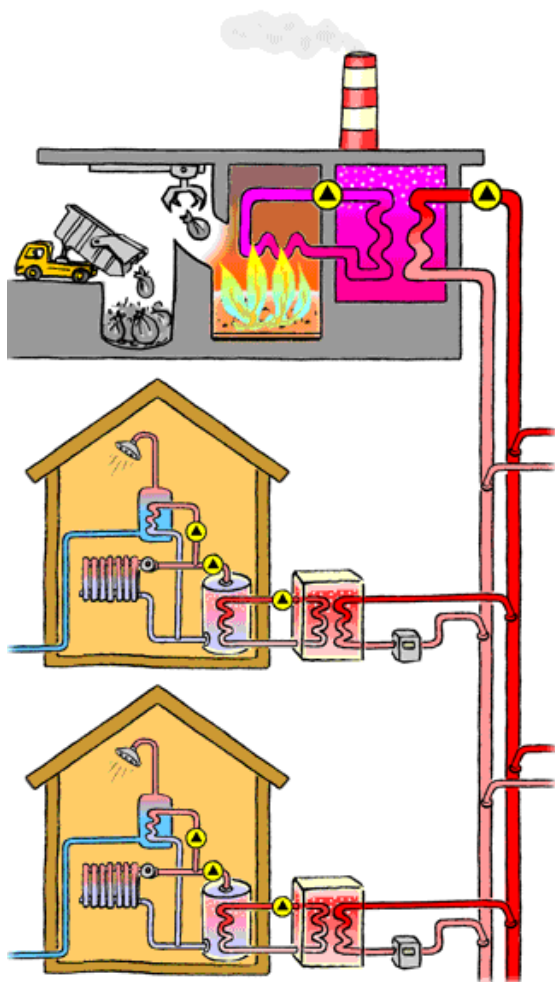
# Production de chaleur

## Chaudières



Source Geotank, Heizmann, Unitec-gmbh.at, PAW Friwa,

## Les chauffages à distance

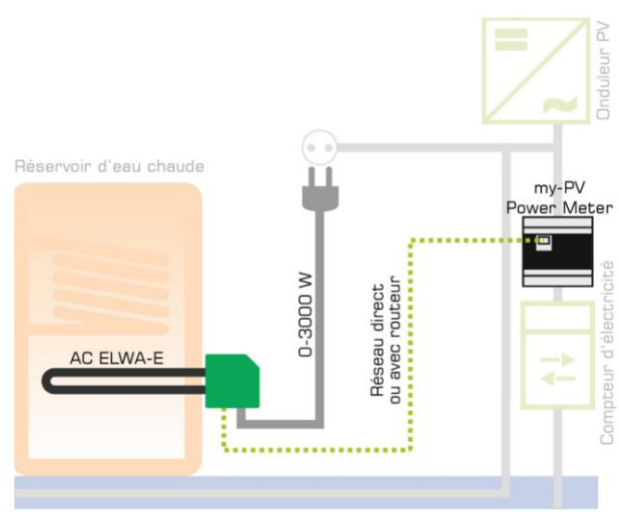
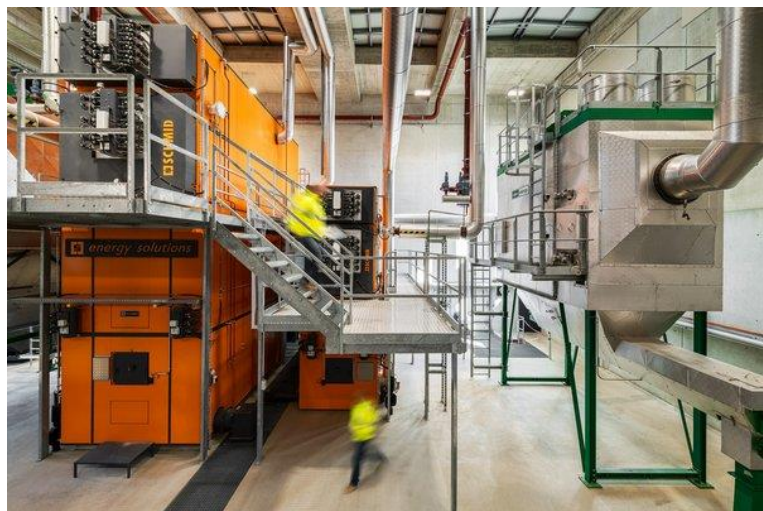


- La production de chaleur principale est gérée par un prestataire ou une commune.
- Couplage avec les installations photovoltaïques possible.
  - Investissements
  - Sécurité de l'approvisionnement
  - Taille des locaux technique
  - Coûts d'exploitation
  - Respect des exigences légales avec des CAD avec plus de 75% d'énergies renouvelables

Source *energie-environnement.ch*

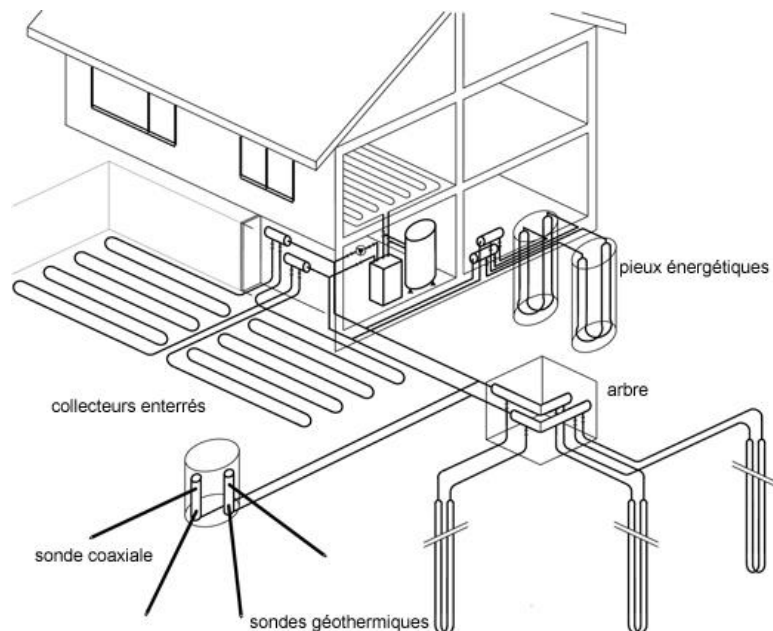
# Production de chaleur

## Chauffages à distance



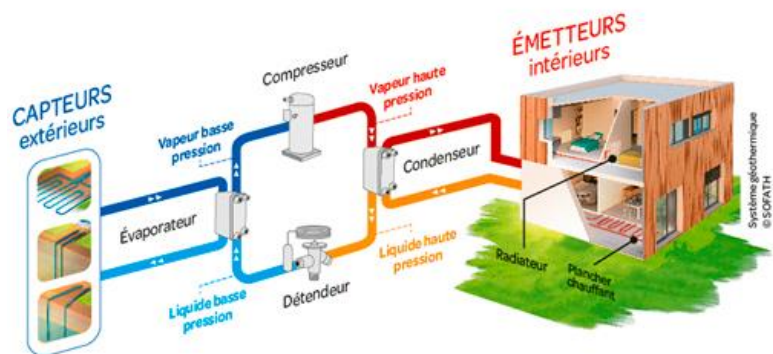
Source Schmid, Brugg Pipes, Groupe E, My-PV

## Les pompes à chaleur sol-eau et eau-eau



- La pompe à chaleur sol-eau ou eau-eau combinée avec une installation solaire thermique ou hybride ou PV en toiture ou en façade

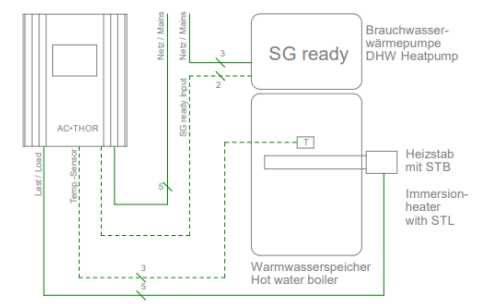
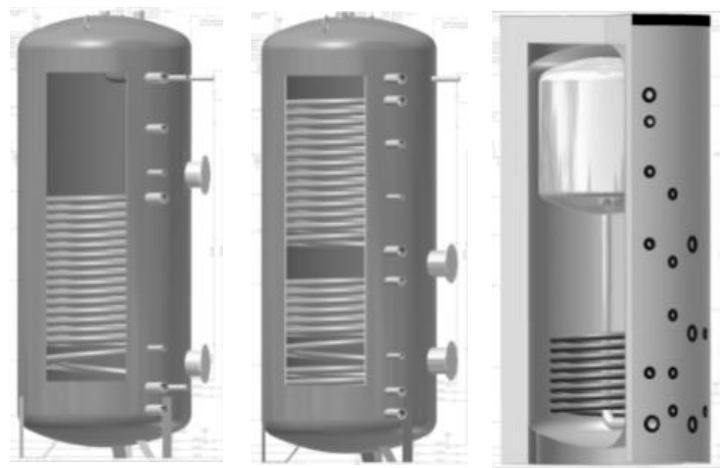
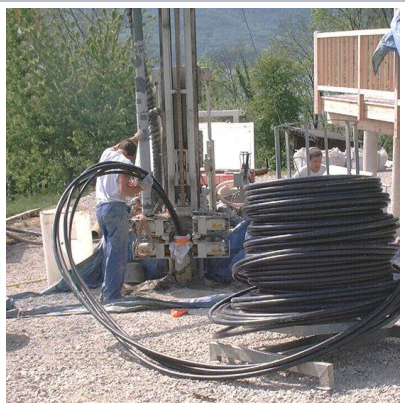
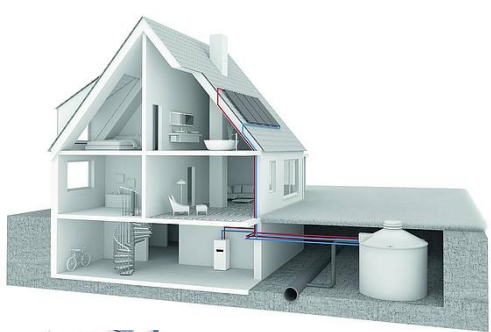
- Autorisation de forage ou de pompage
- Sensibilité au bruit
- Freecooling
- Régénération de sondes



Source *dedietrich-thermique, hakagerodur*

# Production de chaleur

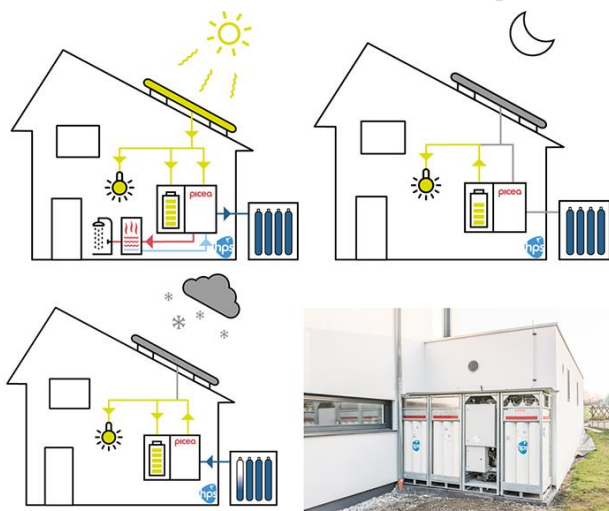
PAC sol-eau / eau-eau



Source Geotank, Nibe, Unitec-gmbh.at, PAW Friwa, My-PV, Viessmann



## Les solutions des prochaines années



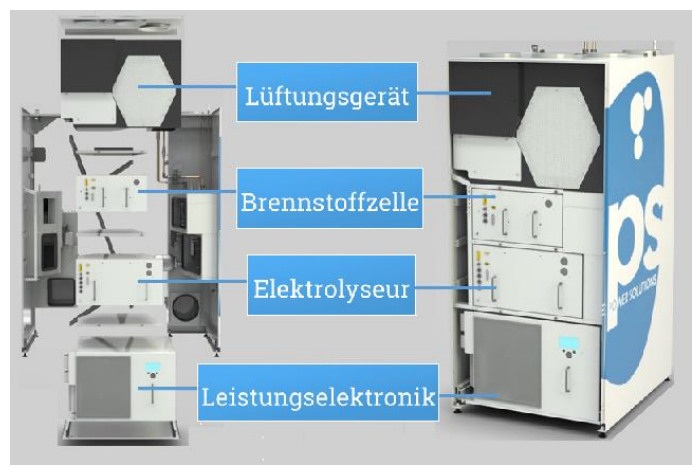
- Les pompes à chaleur couplées avec des électrolyseurs et des piles à combustibles
  - Stockage annuel sous forme d'hydrogène
- Les chaudières à hydrogènes
  - Stockage annuel sous forme d'hydrogène
  - Volume en chaufferie



Source HPS Picéa, BDR Thermea

# Production de chaleur

Solutions futures

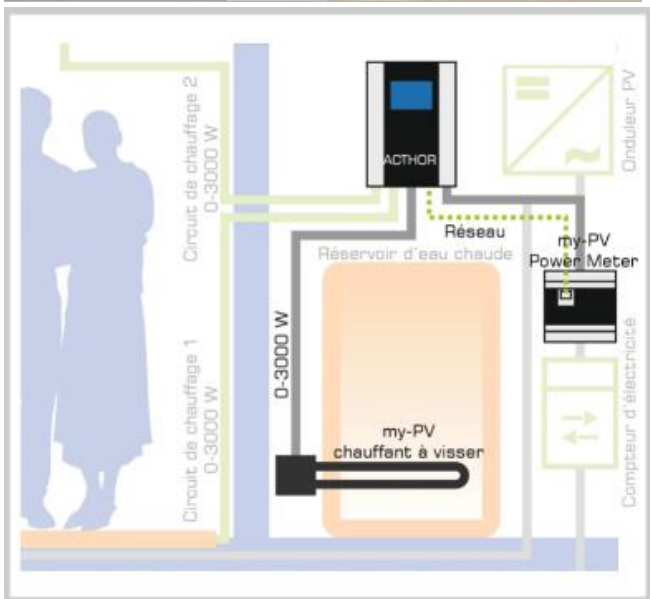


Source Picéa HPS, De Dietrich Remeha

## Les solutions à la limite de la légalité



- Les pompes à chaleur air-air avec 1 à 4 unités intérieures
  - Coûts
  - Liaisons frigo et volume de gaz
  - COP bas et pas de subvention



- Le couplage des chauffages électriques avec du PV dans des objets assainis
  - Conservation des nattes (inertie)
  - Coûts et CECB minimum

Source LG, My-PV

# Production de chaleur

## Solutions limites



### MURAUX R32 & R410A

**ARTCOOL Gallery**  
2,6 et 3,5 kW  
À partir de 27 dBA

**ARTCOOL Mirror**  
2,1 à 6,6 kW  
À partir de 27 dBA

**ARTCOOL Silver**  
2,5 à 5,0 kW  
À partir de 27 dBA

**DELUXE**  
2,1 à 6,6 kW  
À partir de 26 dBA

**STANDARD PLUS**  
1,5 à 6,6 kW  
À partir de 27 dBA

### CONSOLES R410A

**DOUBLE FLUX**  
2,6 à 5,3 kW  
À partir de 27 dBA

**CONVERTIBLES**  
2,6 et 3,5 kW  
À partir de 31 dBA

### GAINABLES R32 & R410A

**BASSE PRESSION (50 Pa)**  
2,6 à 7,0 kW  
À partir de 27 dBA

**HAUTE PRESSION (150 Pa)**  
5,3 et 7,0 kW  
À partir de 30 dBA

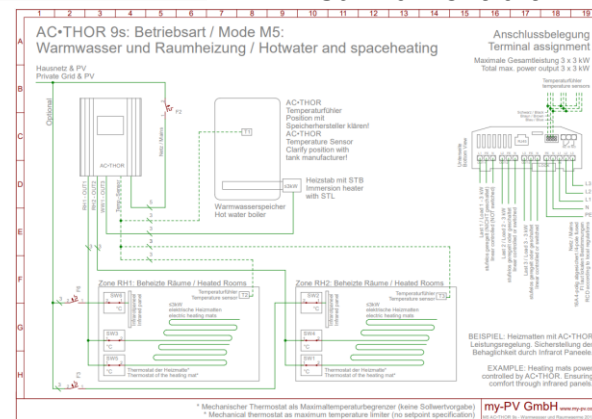
**COMMANDE FLAIRE RS3 EN OPTION**



**Nibe F750 PAC sur l'air extrait**

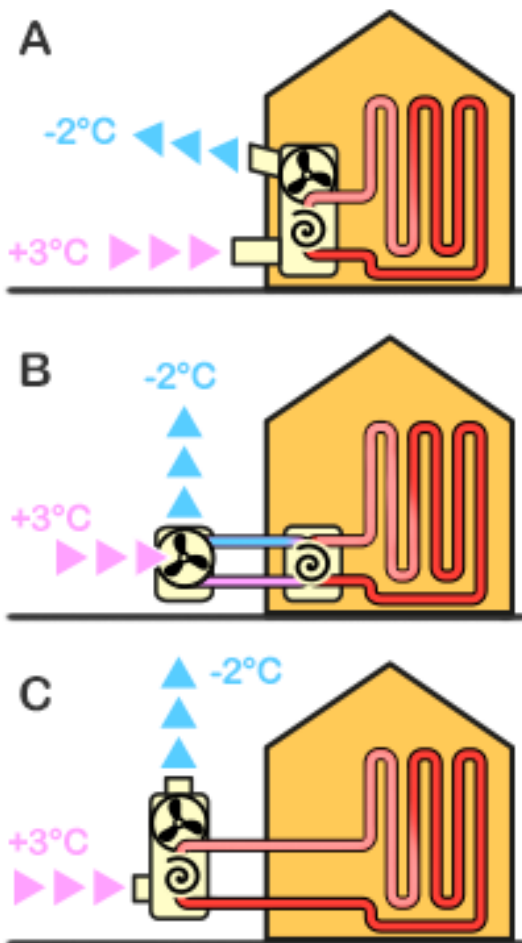


Classe	Efficacité de l'enveloppe du bâtiment	Efficacité énergétique globale
A	Excellente isolation thermique (toit, façade, cave), fenêtres avec triple vitrage (par ex. Minergie-P)	Installations techniques du bâtiment à haut rendement pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire, éclairage et équipements efficaces; utilisation d'énergies renouvelables et production propre d'électricité (par ex. Minergie-A).
B	Nouvelles constructions satisfaisant aux critères de la catégorie B selon la législation en vigueur	Enveloppe et installations techniques conformes aux standards des nouvelles constructions, utilisation d'énergies renouvelables (par ex. modules de rénovation Minergie)
C	Bâtiment ancien dont l'enveloppe a subi une réhabilitation complète (par ex. bloc modélisé de rénovation Minergie)	Bâtiment entièrement réhabilité (enveloppe et installations techniques), le plus souvent combiné avec l'utilisation d'énergies renouvelables
D	Bâtiment ancien ayant bénéficié ultérieurement d'une bonne isolation, mais avec des ponts thermiques subsistants	Bâtiment largement réhabilité, avec toutefois des lacunes manifestes, ou sans recours à des énergies renouvelables
E	Bâtiment ancien dont l'isolation thermique a été améliorée, y.c. avec nouveaux vitrages isolants	Bâtiment ancien partiellement rénové, avec par ex. nouveau générateur de chaleur et évent. de nouveaux appareils et éclairage
F	Bâtiment partiellement isolé thermiquement	Bâtiment avec divers nouveaux éléments (enveloppe du bâtiment, installations techniques, éclairage, etc.)
G	Bâtiment ancien sans isolation ou avec une isolation ultérieure insuffisante, avec fort potentiel de rénovation	Bâtiment ancien avec installations techniques dépassées, sans énergies renouvelables, et avec fort potentiel d'amélioration



Source LG, My-PV, Nibe

## Les pompes à chaleur air-eau

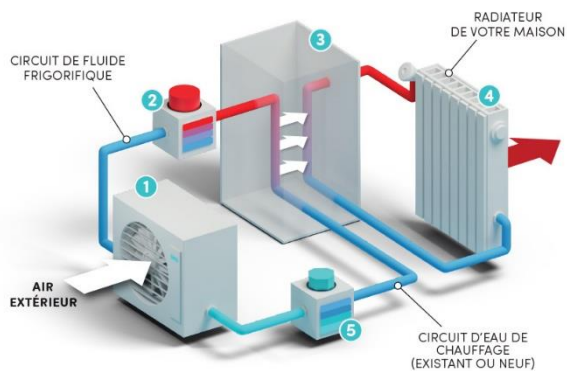


- La pompe à chaleur air-eau combinée avec une installation solaire thermique ou hybride ou PV en toiture ou en façade
  - A - PAC air-eau intérieure
  - B - PAC air-eau split
  - C - PAC air-eau monobloc
  - Problématique du bruit
  - Puissance limitée
  - Basse température
  - Altitude et dimensionnement
  - Gaz frigorigène

Source [energie-environnement.ch](http://energie-environnement.ch)

# Production de chaleur

PAC air-eau



- 1 ÉVAPORATEUR**  
La chaleur est puisée gratuitement dans l'air extérieur
- 2 COMPRESSEUR**  
Le fluide frigorigère est comprimé pour élever sa température
- 3 ÉCHANGEUR**  
La chaleur est transmise au circuit d'eau de chauffage
- 4 RADIATEUR**  
Les radiateurs chauffent l'air de vos pièces
- 5 DÉTENDEUR**  
Le détendeur permet d'abaisser la température du fluide frigorigère



Source enr-pro.fr, NIBE, Elco

		Haute température	Basse température	Environnement
<b>Raccordement au réseau de chaleur à distance (énergie renouvelable)</b>	Lorsqu'un réseau de chaleur à distance produite par des énergies renouvelables (bois, incinération des ordures ménagères) est disponible, il convient de l'utiliser en priorité: en plus d'un bon bilan environnemental, le consommateur bénéficie d'un service de qualité.	✓	✓	😊😊
<b>Pompe à chaleur sonde géothermique / eau</b>	Le sous-sol en tant que source de chaleur permet d'obtenir un coefficient de performance annuel élevé, ce qui a pour effet de réduire le besoin en électricité. Il est nécessaire d'obtenir une autorisation de forage de la part du canton.	(✓)	✓	😊😊
<b>Pompe à chaleur air / eau</b>	L'air ambiant est disponible partout, en principe, en tant que source de chaleur. Les inconvénients sont la consommation d'électricité relativement élevée et une certaine nuisance sonore. Un permis de construire est généralement nécessaire.		✓	😊
<b>Chauffage au bois (bûches)</b>	Quand on opte pour le chauffage au bois, on utilise un combustible renouvelable et local. L'installation d'un accumulateur d'énergie et d'une cheminée est nécessaire.	✓	✓	😊
<b>Chauffage aux granulés de bois (pellets)</b>	La production de chaleur est presque neutre en CO <sub>2</sub> . Il faut tenir compte de la place que peut prendre le silot à granulés de bois. L'installation d'une cheminée est nécessaire.	✓	✓	😊
<b>Chauffage au gaz naturel</b>	Le gaz naturel est un combustible fossile, même si l'émission de CO <sub>2</sub> est beaucoup plus faible que pour le mazout. L'installation d'une cheminée est nécessaire.	✓	✓	😞
<b>Chauffage au mazout</b>	Le mazout est un combustible fossile. En outre, le coût de production de la chaleur est plus élevé que pour une pompe à chaleur. L'installation d'une cheminée et d'un réservoir est nécessaire.	✓	✓	😞😞

Source Suisse Energie – remplacement des chauffages électriques

## La production et la distribution de chaleur sont étroitement liées.

Lorsque la température extérieure est égale à  $-8^{\circ}\text{C}$  et que la température de **départ chauffage est  $\leq$  à  $45^{\circ}\text{C}$** , la production de chaleur peut être assurée sans soucis par une **pompe à chaleur air-eau**.

Cette configuration est facilement atteignable avec du chauffage de sol, un peu plus difficilement avec des radiateurs.

### *Rappel:*

Plus l'écart entre la température de la source de chaleur (air extérieur, sol ou nappe phréatique) et celle du départ chauffage sera faible, plus le rendement (COP) de l'installation sera élevé.

*Source Suisse Energie – remplacement des chauffages électriques*



Lorsque la température extérieure est égale à  $-8^{\circ}\text{C}$  et que la température de départ chauffage est  $>$  à  $45^{\circ}\text{C}$ , il n'est **pas recommandé** d'assurer la production de chaleur avec une **pompe à chaleur air-eau**.

Il est alors préférable de choisir d'autres solutions:

- Pompes à chaleur sol-eau ou eau-eau
- **Chaudières à granulés ou à bois**
- **Poêle à granulés ou à bois**
- **Chauffage à distance**

Pour la suite de la présentation, nous considèrerons que nous sommes dans des conditions optimales pour une pompe à chaleur air-eau.

*Source Suisse Energie – remplacement des chauffages électriques*



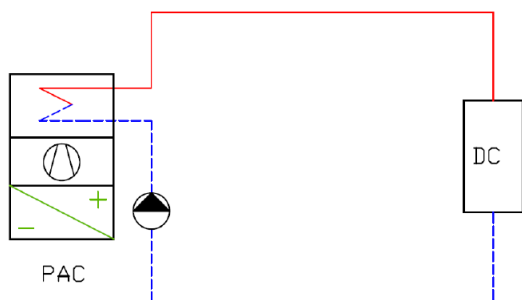
# L'hydraulique – schémas standards

Schémas standards

Les schémas hydrauliques standards sont disponibles sur le site PAC système-module (**PAC-SM**).

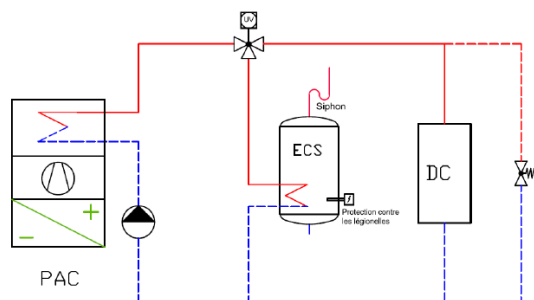
**Les schémas hydrauliques sont classés en 10 grandes familles**

## Schéma 1



sans accumulateur  
sans préparation d'eau chaude sanitaire  
variantes 1 et 1a

## Schéma 2



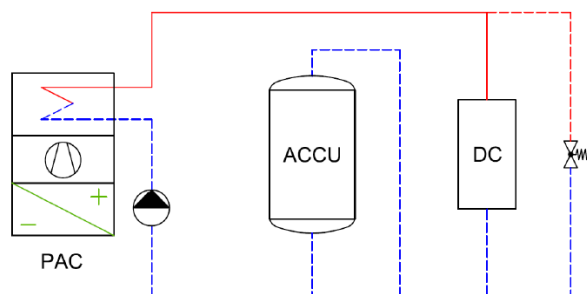
sans accumulateur  
avec préparation d'eau chaude sanitaire  
variantes 2, 2a et 2b



# L'hydraulique – schémas standards

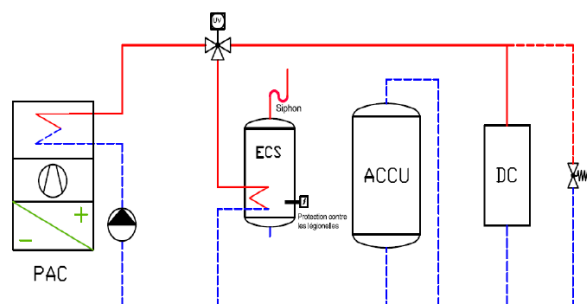
Schémas standards

## Schéma 3



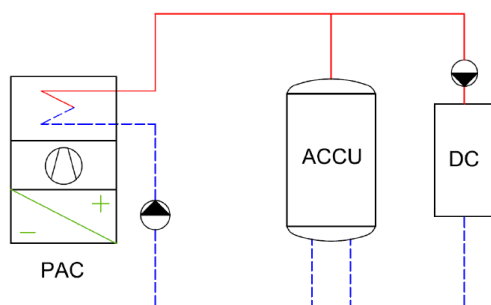
avec accumulateur en série  
sans préparation d'eau chaude sanitaire

## Schéma 4



avec accumulateur en série  
avec préparation d'eau chaude sanitaire

## Schéma 5



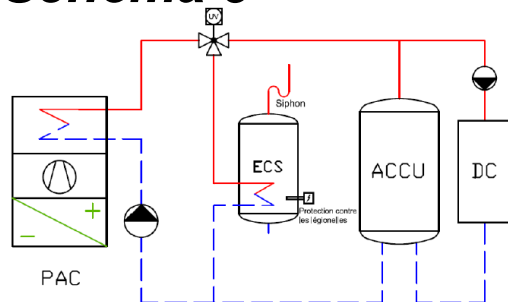
avec accumulateur en parallèle  
sans préparation d'eau chaude sanitaire  
variantes 5 et 5a



# L'hydraulique – schémas standards

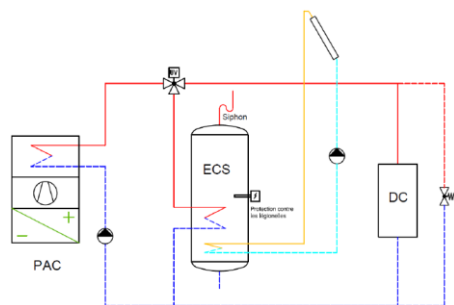
Schémas standards

## Schéma 6



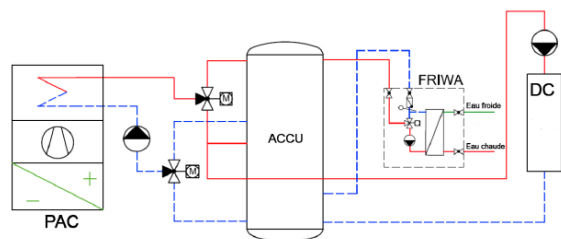
avec accumulateur en parallèle  
avec préparation d'eau chaude sanitaire  
variantes 6 et 6a

## Schéma 7



avec ou sans accumulateur en série ou en //  
avec préparation d'eau chaude sanitaire (ECS)  
avec installation solaire thermique pour ECS  
variantes 7.1, 7.2 et 7.3

## Schéma 8



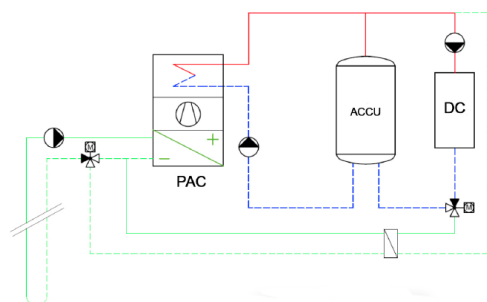
avec accumulateur d'énergie combiné  
avec production d'eau chaude instantanée  
variantes 8, 8a, 8b et 8c



## Les schémas pour les configurations spécifiques

Avec les pompes à chaleur sol-eau ou eau-eau

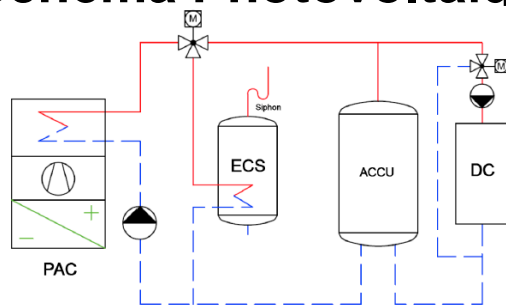
### Schéma free-cooling



avec ou sans accumulateur en série ou en //  
avec ou sans préparation ECS

Avec les pompes à chaleur combinées avec du solaire photovoltaïque

### Schéma Photovoltaïque

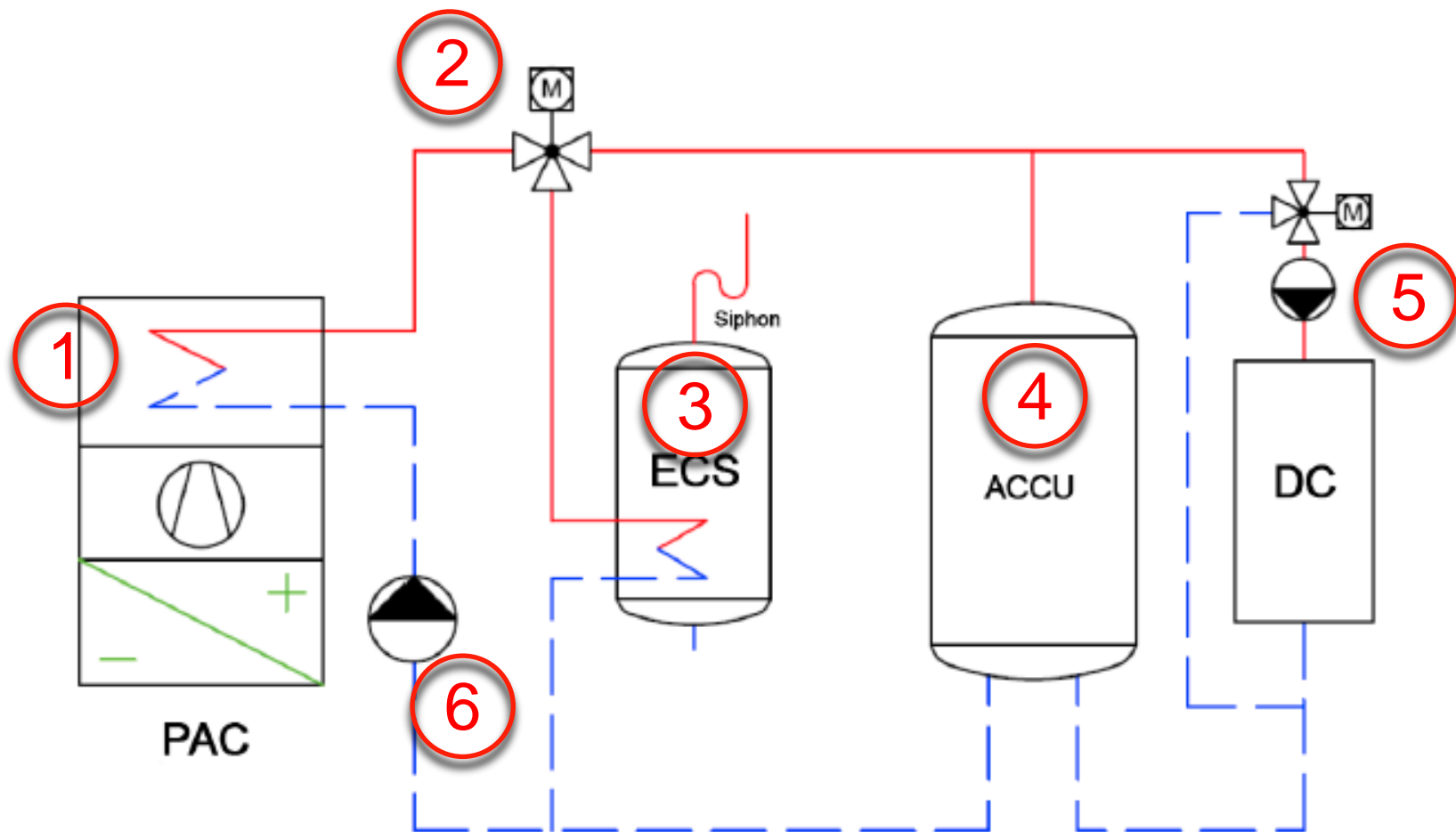


avec accumulateur en en parallèle  
avec préparation d'eau chaude sanitaire  
avec groupe chauffage en mélange  
avec éventuellement un corps de chauffe



# L'hydraulique – focus sur le schéma 6

Schémas 6





## Principales règles pour une PAC air-eau dans le cadre du PAC-SM

### 1 : Pompe à chaleur

Certificat de qualité international (EHPA, KEYMARK)

Puissance limitée à 15kW à A-7 ou B0 ou W10/W35

Niveau de COP minimum (exemple : air-eau 1,7 à A-7/W55)

Niveau de température minimum (exemple : air-eau 55°C à A-7)

### 2 : Vanne inverseuse

La vanne inverseuse doit se situer avant l'accumulateur de chaleur pour éviter de le charger inutilement à la même température que le chauffe-eau et de péjorer le rendement global de l'installation



## **3 : Dimensionnement de l'échangeur du chauffe-eau**

0,4 m<sup>2</sup>/kW - Prendre la puissance maximum de la PAC en été

## **4 : Dimensionnement de l'accumulateur de chaleur**

35 l/kW - Prendre la puissance à A-7/W35

Volume maximum 1'000l

En cas d'autoconsommation, ces valeurs peuvent être augmentée d'un tiers (jusqu'à 100l/kW et jusqu'à 1'500l)

Raccordement en 3 points impératif pour que pour ne pas baisser la température de départ chauffage.





## 5-6 : Débit des circulateurs

Idéalement, le débit du circulateur primaire (charge) doit être supérieur à celui du groupe chauffage (décharge).

Cela est possible avec un groupe chauffage direct mais pas toujours vrai avec un groupe en mélange.

## 6 : Circulateur du groupe chauffage

Le débit du groupe chauffage (décharge) doit être régulé en fonction de la pression pour tenir compte du fonctionnement des vannes thermostatiques et des thermostats d'ambiance.



# L'hydraulique – focus sur le schéma 6

Schémas 6

Les fournisseurs et distributeurs doivent vous mettre à disposition:

Un certificat - des schémas hydraulique et électrique - une matrice

**ZERTIFIKAT**



**WÄRMEPUMPEN-SYSTEM-MODUL**

Für  
**Nibe Wärmetechnik s/o alt Schweiz AG**  
Industriepark, 6240 Altshofen

Die folgenden Wärmepumpentypen erfüllen die Pflichten zur Zertifizierung als Wärmepumpen-System-Modul:

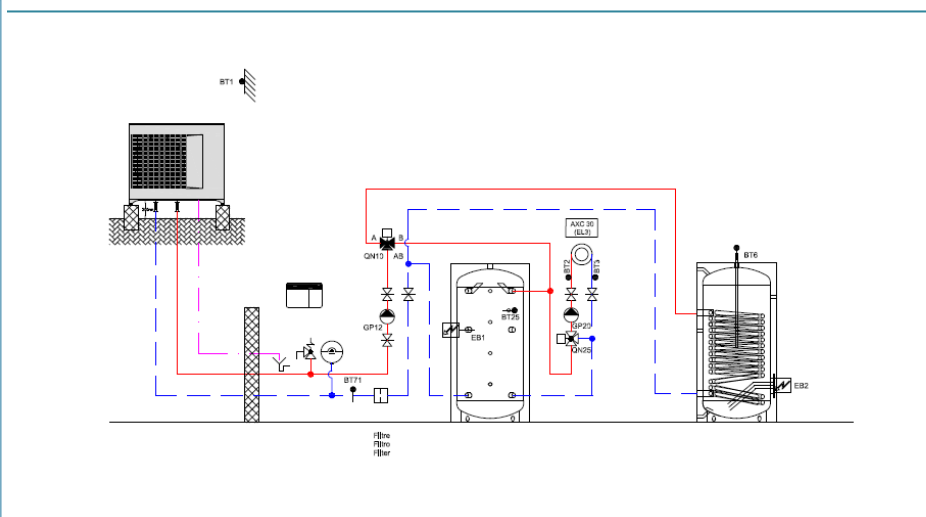
**Luft/Wasser-Wärmepumpen:**  
 LU 10.1, LU 12.1, LU 14, LU 16, AP-AW10-AC, AP-AW10-BC  
 LW 8.201.0, LW 12.201, LW 8.201.0, LW 12.201  
 LW6-V 09, LW6-V 09, LW6-V 13, LW6-V 16  
 F2120-06, F2120-12, F2120-16, F2120-20

Genützt auf die Prüfung der eingereichten Unterlagen werden die oben genannten Wärmepumpentypen, in Verbindung mit den im Antrag zugeordneten Systemkomponenten, als zertifizierte Wärmepumpen-System-Module zugelassen.

Zertifizierungsgruppe FWS

Präsident:   
 Ein Mitglied der Gruppe: 


13 September 2019  
 Datum

alt Schweiz AG	Luft/Wasser - Wärmepumpe Pompes à chaleur air/eau Pompe di calore aria/acqua	F2120	Das vorliegende Schema ist ein reines Funktionsschema und muss durch den Planer / Installateur den örtlichen Gegebenheiten angepasst an alle Normen und Vorschriften sein & zu realisieren. Le présent schéma est purement un schéma de fonction et doit être adapté aux données locales par le planificateur / Installateur. Toutes les normes et les prescriptions à respecter. Il presente schema è puramente uno schema di funzionamento ed deve essere adattato alle specifiche esigenze dell'installatore / progettista. Tutte le norme e i regolamenti sono da rispettare.
Gez; 06.07.20 / KER	HL-L12-18-2120-1-2-40a	HYD	
Rev; - - - / - -			

**Wärmepumpen-System-Modul**

Zertifizierungs-Antrag Hersteller/Lieferanten  
Dok 2: WP-System-Modul-Matrix





Modul Nr. F2120-16 mit Untermodulen

WP- Typ/ Untermodell	Funktions- Schema	Schema alpha Innotec	Wasserspeicher			Speicher Typ
			Typ	Fläche WT m²	WT	
F2120-16.3.1	3	L112-13-2010-0-30a				TPS 200, 500
F2120-16.4.1	4	L112-13-2010-1-2-40a	WWG 406 <sup>9)</sup>	6,0	Intern	TPS 200, 500
F2120-16.4.2	4	L112-13-2010-1-2-40a	WWG 507 <sup>9)</sup>	7,0	Intern	TPS 200, 500
F2120-16.4.3	4	L112-13-2010-1-2-40a	WWG 606 <sup>9)</sup>	6,0	Intern	TPS 200, 500
F2120-16.5.1	5	L112-13-2110-0-30a				TPS 200, 500, 800
F2120-16.5.2	5a	L112-13-2130-0-30a				TPS 200, 500, 800
F2120-16.6.1	6	L112-13-2110-1-2-40a	WWG 406 <sup>9)</sup>	6,0	Intern	TPG 200, 500, 800
F2120-16.6.2	6	L112-13-2110-1-2-40a	WWG 507 <sup>9)</sup>	7,0	Intern	TPG 200, 500, 800
F2120-16.6.3	6	L112-13-2110-1-2-40a	WWG 606 <sup>9)</sup>	6,0	Intern	TPG 200, 500, 800
F2120-16.6.4	6a	L112-13-2130-1-2-40a	WWG 406 <sup>9)</sup>	6,0	Intern	TPG 200, 500, 800
F2120-16.6.5	6a	L112-13-2130-1-2-40a	WWG 507 <sup>9)</sup>	7,0	Intern	TPG 200, 500, 800
F2120-16.6.6	6a	L112-13-2130-1-2-40a	WWG 606 <sup>9)</sup>	6,0	Intern	TPG 200, 500, 800
F2120-16.7.2.1	7.2	L112-13-2013-2-2-40a	SWWG 606 <sup>9)</sup>	6,0	Intern	TPS 200, 500
F2120-16.7.2.2	7.2	L112-13-2013-2-2-40a	MFS 8305	7,5	Intern	TPS 200, 500
F2120-16.7.2.3	7.2	L112-13-2013-2-2-40a	MFS 8305	8,7	Intern	TPS 200, 500
F2120-16.7.3.1	7.3	L112-13-2113-2-2-40a	SWWG 606 <sup>9)</sup>	6,0	Intern	TPG 200, 500, 800
F2120-16.7.3.2	7.3	L112-13-2113-2-2-40a	MFS 8305	7,5	Intern	TPG 200, 500, 800
F2120-16.7.3.3	7.3	L112-13-2113-2-2-40a	MFS 8305	8,7	Intern	TPG 200, 500, 800
F2120-16.7.4.1	7.4	L112-13-2133-2-2-40a	SWWG 606 <sup>9)</sup>	6,0	Intern	TPG 200, 500, 800
F2120-16.7.4.2	7.4	L112-13-2133-2-2-40a	MFS 6005	7,5	Intern	TPG 200, 500, 800
F2120-16.7.4.3	7.4	L112-13-2133-2-2-40a	MFS 8305	8,7	Intern	TPG 200, 500, 800

Anstelle von Email-Wasserspeichern sind auch folgende Wasserspeicher aus Chromstahl zugelassen:

- WPX1 400
- WPX1 500
- WPX1 600
- WPX2 600

Ort, Datum: Altshofen 27.03.2017 (Digitale) Unterschrift: 

Kooperationspartner: 

Version: 27.01.2014  
3

Source AIT / Nibe



# Le dimensionnement - la calorimétrie

**Une calorimétrie selon les normes SIA 384/1, 384/2 et 384.201 est toujours nécessaire pour dimensionner correctement la distribution de chaleur.**

Elle permet de déterminer la puissance nécessaire pour chaque local.  
Elle prend en compte entre autre :

- Les valeurs U et les surfaces
- Les températures intérieures et extérieures
- Les ponts thermiques
- Le débit d'air thermiquement actif

Elle est en général réalisée avec un logiciel spécifique.

**Ne jamais faire l'impasse sur la calorimétrie.**



# La distribution de chaleur - les rappels

## Radiateurs

- Les systèmes d'émission de chaleur neufs ou mis à neuf doivent être dimensionnés et exploités de manière à ce que les températures de départ ne dépassent pas **50 °C** lorsque la température extérieure atteint la valeur servant au dimensionnement (en général -7°C en plaine).

## Chauffages de sol

- Les systèmes d'émission de chaleur neufs ou mis à neuf doivent être dimensionnés et exploités de manière à ce que les températures de départ ne dépassent pas **35 °C** lorsque la température extérieure atteint la valeur servant au dimensionnement (en général -7°C en plaine).

*Source aide à l'application EN-103 / EN-3*



# La distribution de chaleur - les rappels

## Vannes thermostatiques et thermostats d'ambiance

- Les locaux chauffés doivent être équipés de dispositifs permettant de fixer pour chacun d'eux la température ambiante indépendamment et de régler cette dernière automatiquement. Sont dispensés de ces exigences, les locaux bénéficiant prioritairement d'un système de chauffage par le sol avec une température de départ de 30 °C maximum. En pareil cas, il est nécessaire d'installer au moins un dispositif de régulation par unité d'habitation ou unité d'occupation, dans un local de référence.
- Pour de petits locaux à l'intérieur d'un logement (p. ex. WC ou bains), on peut renoncer à une régulation automatique pour autant qu'il n'y ait ni apports solaires importants ni rejets thermiques internes importants. En présence de sèche-serviettes ou systèmes analogues, le local doit être asservi à une régulation par pièce.

*Source aide à l'application EN-103*

## Avantages

- La mise en place des radiateurs après coup est relativement simple d'autant plus s'il y a des locaux non chauffés au sous-sol.
- Les dérangements pour les occupants sont moindres. Les occupants peuvent rester chez eux pendant la durée des travaux.
- La durée des travaux est courte.
- Les chapes et les revêtements de sol existants sont conservés.
- La hauteur des locaux n'est pas réduite.
- Il n'y a pas d'adaptation à prévoir ni au niveau des seuils de porte et des baies vitrées ni au niveau des meubles de cuisine.
- L'inertie des radiateurs est faible. Ils réagissent rapidement à une variation des besoins (apports solaires au niveau d'une baie vitrée, fonctionnement d'un four dans une cuisine, mise en route d'une cheminée ou d'un poêle d'agrément ou abaissements nocturnes).

### Avantages

- L'esthétisme font de certains modèles des éléments à part entière de la décoration. Ils permettent de créer une ambiance rustique ou moderne. Les constructeurs jouent simultanément sur la matière (acier ou fonte), la forme (panneaux, tubes, éléments), les dimensions (longueur, largeur et épaisseur) et les couleurs (quasiment toutes les nuances RAL sont possibles).
- La possibilité d'intégrer de la masse dans les radiateurs pour avoir une plus grande inertie et accumuler de la chaleur la journée lorsque l'électricité produite par une installation solaire photovoltaïque alimente la pompe à chaleur.
- Les délais de livraison du matériel sont très rapide (chantier terminé très rapidement et phasage des étapes très facile).

## Inconvénients

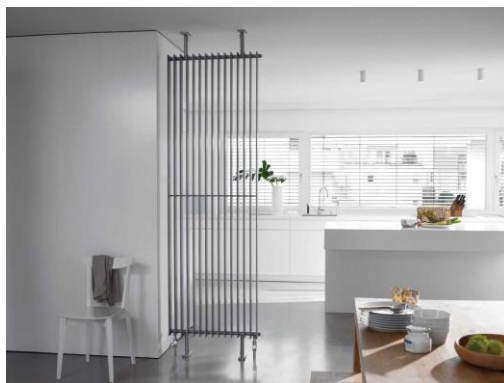
- Les températures de départ et de retour sont plus élevées.
- Les emplacements possibles sont réduits. En général ils sont implantés sous les fenêtres pour limiter les courants d'air froid mais cela n'est pas impératif.
- Les radiateurs basse température sont volumineux. Cela est nécessaire pour garantir des surfaces d'échange suffisantes et limiter les températures de départ en dessous de 45°C (\*).
- L'esthétisme des modèles d'entrée de gamme est discutable.

Les radiateurs haute température sont plutôt adaptés pour les rénovations légères ou une chaudière à bois sera plus adaptée.

Il faut compter environ 1000 à 1500 CHF HT par radiateur (fourniture et pose comprise) pour des modèles standards.



### Quelques exemples de radiateurs



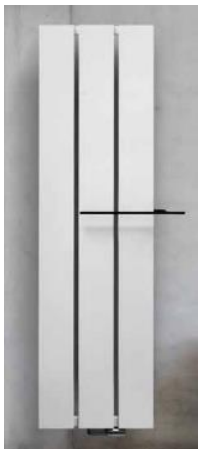
Source Zehnder



Radiateurs en pierres avec un serpentín en cuivre (avec une inertie plus importante).

Source chaleur-naturelle

Quelques exemples d'**accessoires** pour les radiateurs



Il existe de nombreux accessoires pouvant être installés sur les radiateurs:

- porte serviette
- tablette de salle de bain...



*Source Arbonia*

### Avantages

- chauffage doux, progressif, homogène et silencieux
- chauffage par rayonnement très confortable
- température de fonctionnement basse (maxi 35°C) permettant une exploitation optimale des PAC et des installations solaires thermiques
- très performant sur le plan énergétique
- idéal lors des rénovations lourdes ou tout est refait
  - enveloppe thermique performante
- gain de place dans les locaux
  - 3 à 7% de la surface habitable
- invisible
- libère totalement les surfaces de mur

### Inconvénients

- planification, la coordination et coût des travaux de chauffage
- planification, la coordination et coût des travaux annexes
- sol existant doit être plat et suffisamment résistant
- points bloquants (hauteurs sous plafond, baies vitrées, portes de communication, hauteur des plans de travail dans les cuisines et les salles de bain...)
- place nécessaire pour le collecteur de chauffage de sol
- raccordement électrique des thermostats d'ambiance et du collecteur de chauffage de sol
- inertie des chauffage de sol traditionnels
- le fait que la maison / le logement n'est plus habitable pendant plusieurs semaines
- le démontage et le recyclage en fin de vie

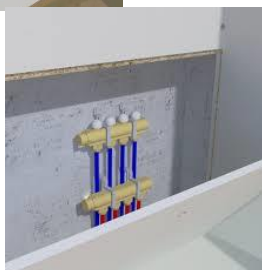
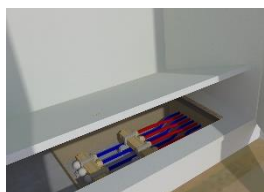
## Points importants lors de la planification

- **déperditions** de chaque pièce.
- **charge** maximum admissible par les dalles existantes
- **planéité** des dalles existantes
- **hauteurs** sous plafond au niveau des contrecœurs
- position et les dimensions du **meublier fixe**
  - meuble cuisine, cheminée...
- possibilité d'**ajuster les portes existantes**
  - hauteur des poignées
- **seuils** de porte et des baies vitrées
- **prises** de courant et leur raccordement
- emplacement d'une **gaine technique** verticale
- **durée** maximum des travaux admissible par les occupants
- **niveau de domotique** souhaité

## Composants d'un chauffage de sol



Source *Giacomini*



Source *Norba*

### Le collecteur

C'est de là que partent et reviennent les boucles de chauffage de sol.

Il est en général encastré dans une cloison ou placé dans un coffret au fond d'une armoire.

Il comprend l'ensemble des composants nécessaire pour :

- le comptage d'énergie,
- l'équilibrage hydraulique,
- le réglage de la température ambiante,
- la commande à distance,

## Composants d'un chauffage de sol



Source Soprema



Source Flumroc

### **La bande de rive / désolidarisation**

Il s'agit généralement d'un isolant souple en polystyrène ou en laine minérale.

Elle permet une rupture thermique et phonique entre la chape et les murs. Elle est appliquée sur tout le périmètre de la pièce.

### **L'isolant thermique et phonique**

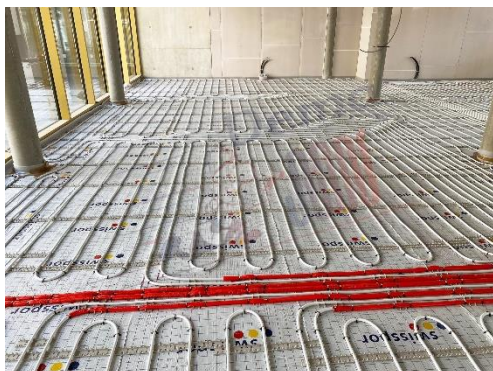
Il s'agit généralement de plaques de polystyrène ou polyuréthane ou de laine de minérale avec un quadrillage pour faciliter la pose.

Elle bloque la diffusion de chaleur vers le bas.

## Composants d'un chauffage de sol



Source Rotex



Source Déma Chauffage

### Les tubes

Il s'agit généralement de tube en souple en polyéthylène réticulé (PER ou PEX).

C'est eux qui permettent de faire circuler l'eau de chauffage ou de refroidissement.

L'écartement des tubes varie en fonction de la surface et de la puissance thermique nécessaire. Ils sont en général plus rapprochés vers les baies vitrées (déperditions plus importantes).

Le plan de chauffage au sol est en général établi par l'entreprise chargée de la calorimétrie (BE).



### Composants d'un chauffage de sol



Source Réhau

#### Les tubes (suite)

Ils sont soit agrafés, clipsés ou collés sur l'isolant.

La longueur maximum des boucles est de l'ordre de 80m (pertes de charge et équilibrage).

Ils sont isolés vers les collecteurs (risque sur chauffe).

La densité se situe en général vers 7 m de longueur de tube par m<sup>2</sup> du plancher chauffant.

Il est recommandé de faire un test d'étanchéité à l'air et à l'eau avant de couler la chape liquide.

### Composants d'un chauffage de sol

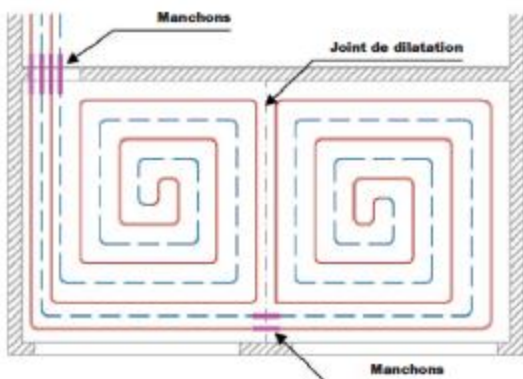


Source Sika

#### La chape liquide

Il s'agit généralement de chape à base de ciment ou de sulfate de calcium.

C'est elle qui répartit la chaleur et donne l'inertie au système. Elle sert de support au revêtement de sol.



Source Suissetec

Son épaisseur varie entre 5 et 7 cm.

Pour les pièces de grandes dimensions, il faut prévoir des joints de dilatation.

### Composants d'un chauffage de sol

	Mesure	Durée
Jour 1-2	être mis en route avec une température de départ de 20 °C jusqu'au 7ème jour.	
Jour 3-7	Aérer 2 fois par jour	
Jour 8 jusqu'à la maturité de pose	Ventiler 4-5 fois par jour	
Jour 8	Début du chauffage avec une température de départ de 25 °C ou augmentation de la température de départ pour atteindre 25°C	1 jour
Jour 9	Augmentation de la température de départ pour atteindre 30° C	1 jour
Jour 10	Augmentation de la température de départ pour atteindre 35° C	1 jour
Jour 11	Augmentation de la température de départ pour atteindre 40° C	1 jour
Jour 12	Augmentation de la température de départ pour atteindre 45° C	1 jour
Jour 13	Augmentation de la température de départ pour atteindre 50° C	1 jour
À partir du jour 14	Maintenir le chauffage au sol à une température de départ de 50° C, jusqu'à ce que la chape soit recouvrable.	environ 7 jours
Lorsque la maturité de pose est atteinte	Réduire la température de départ de 10° C par jour	

Les déshumidificateurs peuvent être utilisés après 7 jours. Idéalement, des ventilateurs

Source Weber

### La chape liquide (suite):

La mise en chauffe ne doit pas commencer avant:

- 21 jours pour les chapes à base de ciment
- 7 jours pour les chapes à base de sulfate de calcium

Il est impératif de respecter les consignes du chapiste / chapeur et de son fournisseur et d'établir un rapport de mise en chauffe.

Certaines PAC air-eau disposent d'un programme de séchage des chapes.

Attention avec les PAC géothermiques.

## Composants d'un chauffage de sol



### La chape sèche (système Fermacell)

La plaque de sol Therm25 est une plaque **fermacell** fibres-gypse spéciale de 25 mm dont la face supérieure est fraisée selon un schéma permettant une pose rationnelle des éléments et des tubes de chauffage.

Le système nécessite une deuxième couche de plaques **Fermacell** fibres-gypse de 10 mm d'épaisseur qui doit être collée et vissée ou agrafée par dessus les plaques Therm25.

Il existe un gabarit pour éviter les erreurs lors de la fixation des plaques entre elles.

Source Fermacell

### Composants d'un chauffage de sol



#### La chape sèche (système Metalplast)

Elle se compose des éléments suivants:

- couche thermoconductrice d'une épaisseur de 5, 12 ou 15 mm suivant le type de revêtement choisi et les applications
- plaque d'isolation de matière et d'épaisseur variable revêtue de tôles d'aluminium

compact neo 20 : 20 mm de néopor ( $2,6\text{kg/m}^2$ )

compact plus 30 : 30 mm de polystyrène ( $2,6\text{kg/m}^2$ )

compact-oeko 30 : 30 mm de fibres de bois ( $9,0\text{kg/m}^2$ )

Source Meier Tobler

### Composants d'un chauffage de sol



### La chape combinée (système Stramax R22)

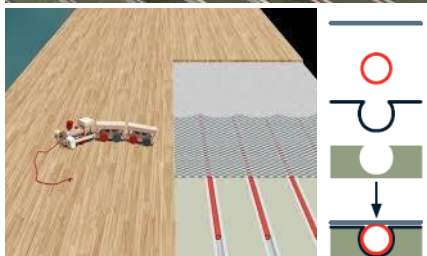
Elle se compose des éléments suivants:

- éléments porteurs de 15 mm composés d'une couche d'aluminium fixée sur la totalité de la surface d'une plaque d'EPS. Ils sont fixés sur la dalle avec un mortier colle et intègrent les rainures pour les tubes.
- éléments de bordure, des éléments rainurés et différents accessoires
- couche de répartition de charge de 7 mm.

22 mm, 22 kg /m<sup>2</sup> sans le revêtement de sol

Source Meier Tobler

### Composants d'un chauffage de sol



### La chape combinée (Opal Systems)

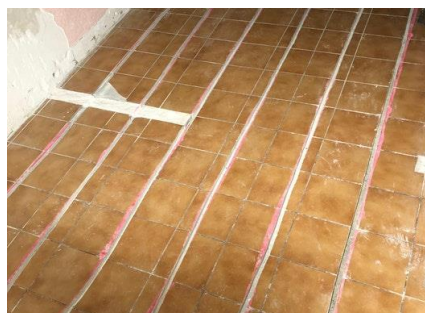
Il se compose des éléments suivants:

- panneaux en MDF hydrofuge de 18 mm d'épaisseur rainuré (pas fixe) (11 types diff.).
- diffuseurs en aluminium clipsés.
- tuyaux de chauffage de sol clipsés dans les diffuseurs.
- grillage en aluminium à agraffer.
- couche de colle à adapter en fonction du revêtement choisi.

20 mm, 12 kg /m<sup>2</sup> sans l'isolation, la couche de colle et le revêtement de sol

Source Opal Systems

## Composants d'un chauffage de sol



### L'usinage de chape (Adiasol)

L'épaisseur de la chape existante (de type ciment ou anhydrite) doit être au moins de 5 cm.

Les rainures sont fraisées directement dans la chape au moyen d'une rainureuse spécifique reliée à une aspirateur. Avec cette solution, l'écartement des rainures est adaptable.

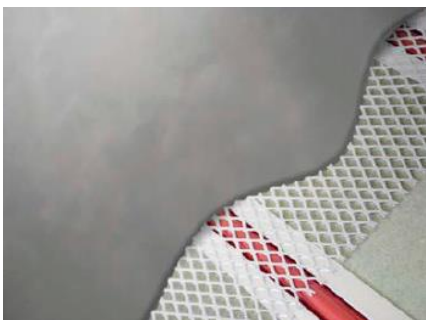
Les tubes de chauffage de sol sont ensuite insérés dans les rainures.

Une couche d'égalisation est ensuite mise en œuvre pour fixer les tubes et servir de support au revêtement.

Source DIFACO S.À.R.L



### Composants d'un chauffage de sol



Source Opal Systems

### Le revêtement de sol

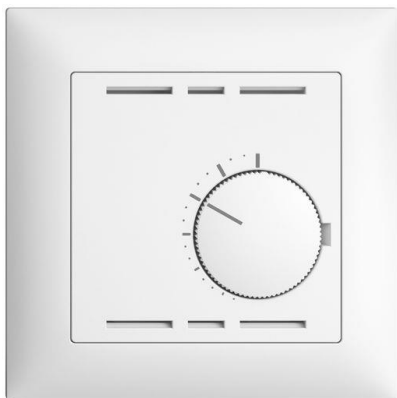
Il existe différentes méthodes de fixation:

- collage pour le carrelage, la pierre et le parquet
- vissage ou le clouage pour le parquet
- pose flottante pour le parquet
- coulage pour la résine et le béton décoratif

Points importants lors du dimensionnement:

- type du revêtement (matière et épaisseur)
- recommandations des fournisseurs (taux d'humidité et temps de séchage)

## Composants d'un chauffage de sol



Source Feller



Source Siemens

### Les thermostats d'ambiance

Il existe plusieurs type de technologie:

- avec ou sans fils
- avec les fonctions chauffage et / ou refroidissement
- avec ou sans affichage de la température et / ou humidité ambiante

Ils permettent de régler la température dans la pièce en actionnant des servomoteurs qui autorisent ou non la circulation de l'eau de chauffage dans les boucles des chauffage de sol.



## Les ventilo-convecteur muraux

- Zehnder Nova Néo
- Vasco Niva ventilo-convecteur
- Atlantic Panama Access

## Les ventilo-convecteur encastrés au sol

- Zehnder Terraline,
- Prolux Ascotherm® Eco



Ils sont équipés de ventilateurs silencieux avec plusieurs niveaux de vitesse pour augmenter la puissance et la réactivité.

Certains modèles intègrent aussi des filtres.

Ils permettent de faire du chaud et du froid.



## Les plinthes chauffantes

- Caesar Technik FHL
- Ecomatic Plinthes chauffantes eau chaude

## Les murs ou les plafonds rayonnants

Les solutions Fermacell et Opal Systems peuvent aussi être utilisées pour faire des murs rayonnants.



Cela est particulièrement intéressant dans les petits locaux ayant besoin d'une puissance importante (salle de bain avec grande douche à l'italienne par exemple).



## Les plafonds rayonnants

- Plus adaptés pour les commerces (attention à la hauteur mini d'au moins de 2,4m pour garantir le confort).

## Les aérothermes

- Plus adaptés pour l'industrie.

## L'air pulsé

- Plus adapté pour les commerces.

Il est toujours possible de mixer les solutions:

- chauffage de sol dans les pièces à vivre au **REZ**,
- radiateurs dans les chambres et les salles de bain à l'**ETAGE**.

Il peut parfois être nécessaire de prévoir plusieurs groupes en chaufferie pour respecter les températures et les heures de fonctionnement des différents systèmes.



# Distribution de chaleur

MES et entretien

- Tester l'étanchéité à l'air avant la mise en place du revêtement.
- Rincer correctement l'installation.
- Remplir l'installation avec de l'eau déminéralisée.
- Purger correctement l'installation lors de la mise en service.
- Vérifier plusieurs fois par an la pression dans le circuit.
- Compléter uniquement avec de l'eau déminéralisée.
- Contrôler la qualité de l'eau de chauffage tous les 2 à 3 ans.
- Nettoyer et rincer compétement tous les 5 à 7 ans si nécessaire pour éviter que de la boue bouche les tuyaux de chauffage de sol.

# Production d'eau chaude sanitaire

- Le système de production de chaleur de l'eau chaude sanitaire **doit être remplacé en même temps** que le système de production de chaleur pour le chauffage des locaux.
- Il n'est jamais recommandé d'installer simultanément:
  - Une pompe à chaleur pour produire la chaleur pour le chauffage des locaux.
  - Un chauffe-eau thermodynamique pour produire la chaleur pour l'eau chaude sanitaire.
- Les schémas des familles 2, 4, 6, 7 et 8 sont donc toujours à privilégier.
- Les chauffe-eau homologués dans le cadre d'une installation PAC Système-Module sont indiqués dans la matrice du constructeur ou du fournisseur.



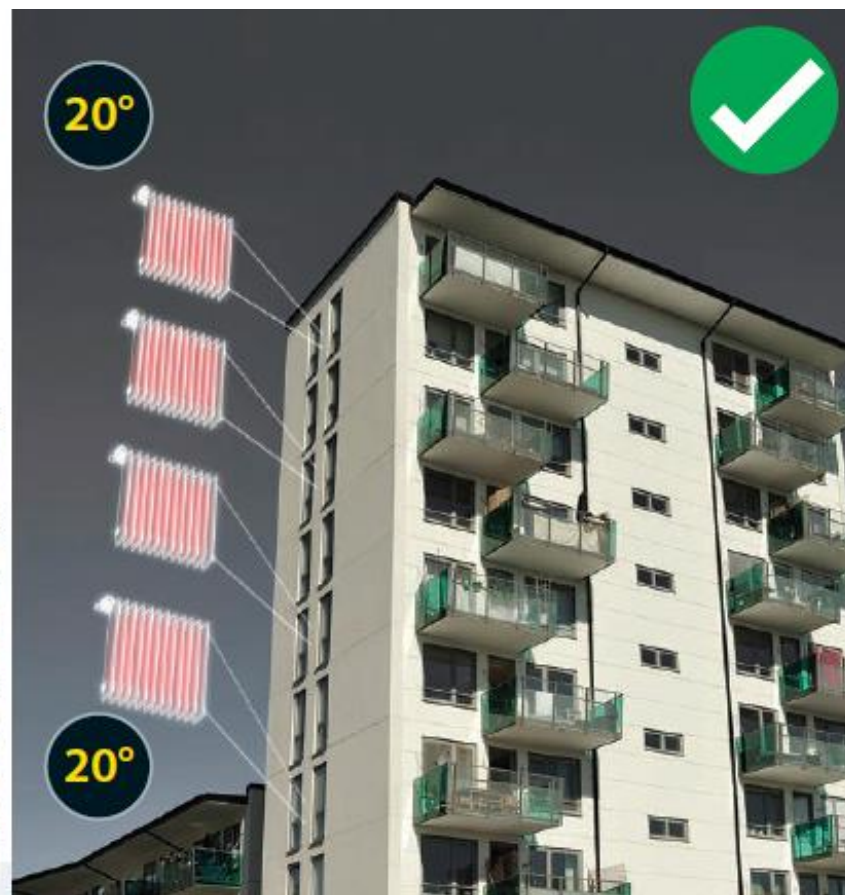
# L'équilibrage hydraulique

- L'équilibrage hydraulique permet une répartition homogène de la chaleur dans le bâtiment.
- Il est ainsi garanti que la chaleur soit disponible où l'on en a besoin.
- Actuellement, la majorité des installations de chauffage existante n'est pas équilibrée de manière optimale.  
Cela génère des pertes de rendement, une augmentation des consommations électriques des circulateurs, des températures ambiantes non maîtrisées et des nuisances sonores.
- Il est parfois très difficile d'améliorer l'équilibrage hydraulique d'une installation existante à peu de frais.
- Comme dans ce type de projet, la distribution hydraulique est totalement neuve, il est impératif de dimensionner correctement tous les composants de l'installation pour avoir un équilibrage hydraulique parfait.





# L'équilibrage hydraulique



Source Danfoss



# L'équilibrage hydraulique

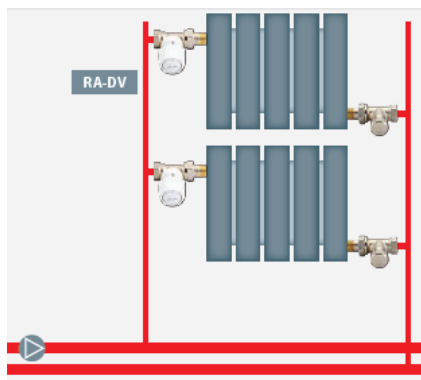
## Incidence d'un mauvais équilibrage hydraulique

- Les utilisateurs ne sont pas satisfaits.
- La température de consigne n'est en général pas atteinte dans les pièces éloignées de la production de chaleur et elle est dépassée dans les pièces proches de la production de chaleur.
- Le circulateur chauffage n'est pas réglé à la valeur optimal, générant des débits et des consommations électriques trop élevés.
- La variation de température entre le départ et le retour chauffage n'est pas optimale (en général trop faible).
- Le débit trop élevé génère du bruit dans les conduites.
- Les performances de la pompe à chaleur sont diminuées car il faut travailler avec des températures plus élevées.
- Les frais d'exploitation sont plus élevés.



# L'équilibrage hydraulique

## Equilibrage dynamique d'une installation avec radiateurs



### *Exemple*

Utilisation de vannes thermostatiques auto-équilibrantes Danfoss RA-DV.

Cette technologie permet limiter le débit circulant dans chaque radiateur.

Le débit nominal se règle directement sur la bague graduée de la vanne thermostatique.

Il ne sera ensuite jamais dépassé quelles que soient les variations de pression du réseau.

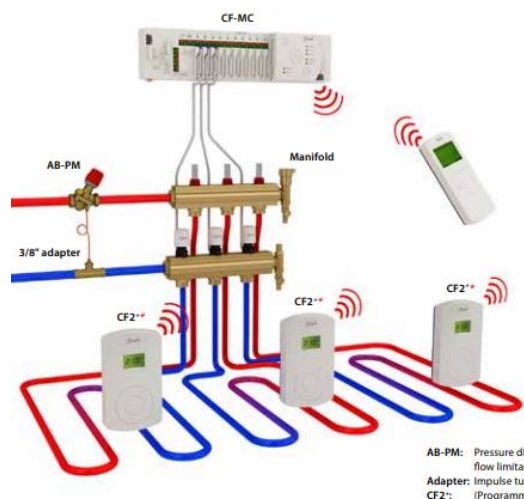


*Source Danfoss*



# L'équilibrage hydraulique

## Equilibrage dynamique d'une installation avec chauffage de sol



### Exemple

Utilisation d'une vanne d'équilibrage automatique Danfoss AB-PM avant le collecteur et d'une prise de mesure après le collecteur.

Cette technologie permet de limiter la pression sur le collecteur et le débit dans les boucles.

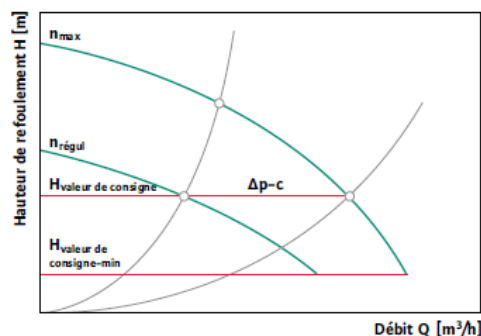
Le débit des boucles ne dépassera pas la valeur souhaitée quelles que soient les variations de pression du réseau.

Source Danfoss



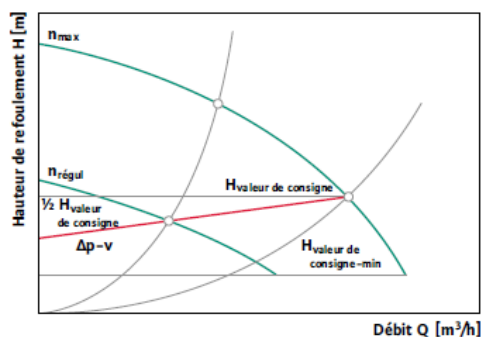
# Les circulateurs

- La régulation en continu de la vitesse de rotation est désormais la norme. Les deux principaux modes de régulation sont :



## Pression différentielle constante ( $\Delta p-c$ )

Le système électronique ajuste la vitesse du circulateur (débit) pour maintenir une pression constante au niveau du capteur du circulateur.



## Pression différentielle variable ( $\Delta p-v$ )

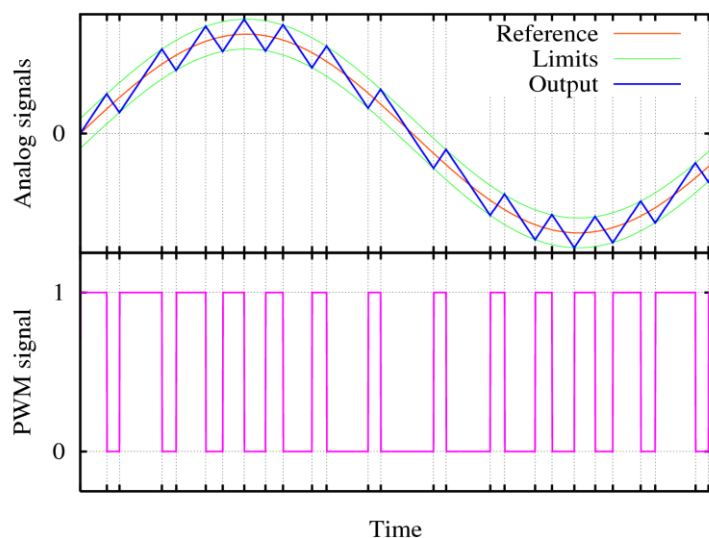
Le système électronique ajuste simultanément la vitesse et la pression au niveau du capteur du circulateur pour maintenir pour une pression linéaire entre par exemple  $H_s$  et  $\frac{1}{2} H_s$ .

Source Wilo *Le manuel des pompes – Principes fondamentaux de la technologie des pompes*



# Les circulateurs

- **Circulateur de charge** : Les fournisseurs de pompe à chaleur Inverter utilisent des circulateurs pilotés en PWM (Pulse Width Modulation) ou en français MLI (Modulation de Largeur d'Impulsion).



- Cette technologie permet de faire varier le débit en continu et d'adapter la puissance fournie à la puissance demandée.
- Il faut faire attention au raccordement électrique de ces circulateurs.

- **Circulateur de décharge** : Le PAC système-module recommande de les régler en fonction de la pression (idéalement **Pression différentielle constante  $\Delta p-c$** ).



# La qualité de l'eau de remplissage

- L'eau de remplissage et d'appoint ainsi que l'eau de circulation doivent remplir les exigences de la directive SICC BT102-01 « Qualité de l'eau dans les installations techniques du bâtiment ».
- Les exigences plus sévères des constructeurs doivent être obligatoirement être respectées.
- L'analyse de l'eau doit faire l'objet d'un procès-verbal.
- Dans les deux mois suivant le remplissage, la qualité de l'eau de circulation doit être contrôlée (valeur du pH, conductivité, dureté totale) et documentée.

*Source Notice technique Suissetec – Qualité de l'eau de remplissage et d'appoint*



# L'isolation

- **Epaisseur de l'isolation thermique des conduite de chauffage et d'eau chaude sanitaire**

Diamètre de conduite DN	Diamètre de conduite Pouces	Isolation $0,03 \text{ W/mK}$ $< \lambda \leq$ $0,05 \text{ W/mK}$	Isolation $\lambda \leq$ $0,03 \text{ W/mK}$
10 - 15	3/8 " – 1/2 "	40	30
20 - 32	3/4 " – 1 1/4 "	50	40
40 - 50	1 1/2 " – 2 "	60	50
65 - 80	2 1/2 " – 3 "	80	60
100 - 150	4 " – 6 "	100	80
175 - 200	7 " – 8 "	120	100





# L'isolation

**Lors d'un remplacement de production de chaleur ou de chauffe-eau, les conduites accessibles doivent être isolées conformément aux exigences légales actuelles dans la mesure où la place à disposition le permet.**

*Source aide à l'application EN-103*

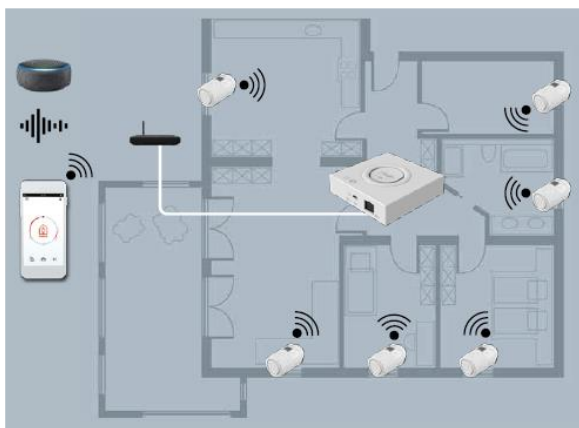
Coquilles isolantes Swisspor Kisodur Pir Alu écroui en PIR  
 $\lambda$  à 0,027 W/mK



*Source Swisspor*

# Commandes à distance

## Exemple 1 : distribution de chaleur par radiateurs



### Smart Heating – Danfoss Ally™

- Communication sans fils
- Accès à distance
- Programmation jour / nuit
- Calendriers hebdomadaires
- Programmation des vacances
- Compatible avec les vannes RA-DV



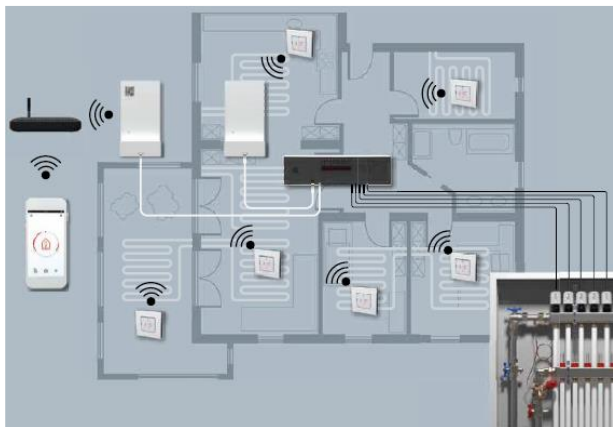
### Smart Heating – Danfoss Eco™ Bluetooth

- Version simplifiée

Source Danfoss Smart Heating

# Commandes à distance

## Exemple 2 : distribution de chaleur par chauffage de sol



### Smart Heating – Danfoss Icon™

- Variante filaire (230 ou 24V)
- Variante sans fils
- Accès à distance
- Chauffage et rafraîchissement
- Programmation jour / nuit
- Calendriers hebdomadaires
- Programmation des vacances
- Compatible avec les vannes ASV



*Source Danfoss Smart Heating*

# Travaux annexes

- Les frais d'études (calorimétrie, plan de chauffage de sol...)
- Les frais pour la coordination et le suivi du chantier
- Le dossier de mise à l'enquête et les émoluments
- La demande de raccordement auprès du distributeur
- Le dossier de demande de subvention
- Les travaux de démontage et d'évacuation de l'existant
- Les travaux de désamiantage
- Les travaux de génie civil et de maçonnerie
- Les travaux de menuiserie et de peinture
- Les travaux électriques et le contrôle OIBT
- Les travaux de protection incendie
- Les travaux de ventilation
- Le suivi des consommations et l'optimisation des réglages

## Exemple 1

Maison individuelle avec:

- Pour le chauffage, 5 radiateurs / accumulateurs électriques décentralisés
- Pour l'eau chaude sanitaire, 1 chauffe-eau électrique

Assainissement avec une pompe à chaleur sol-eau

## Exemple 2

Maison individuelle avec:



- Pour le chauffage, 1 accumulateurs électriques centralisé avec distribution de chaleur par du chauffage de sol
- Pour l'eau chaude sanitaire, 1 chauffe-eau électrique

Assainissement avec une pompe à chaleur air-eau

*Source Suisse Energie – remplacement des chauffages électriques*

- Données de l'étude:
  - Puissance pour le chauffage des locaux  
9 kW
  - Consommation d'électricité avant assainissement
    - Pour le chauffage:  
18'000 kWh / an
    - Pour l'eau chaude sanitaire:  
3'000 kWh / an

*Source Suisse Energie – remplacement des chauffages électriques*


		Exemple 1	Exemple 2
Pompe à chaleur	①	38'000 CHF	27'000 CHF
Chauffe-eau	②	4'500 CHF	4'500 CHF
Distribution de chaleur	③	20'000 CHF	0 CHF
Subventions	④	9'000 CHF	3'000 CHF
Déduction fiscale 20% des invest. 	⑤	10'700 CHF	5'700 CHF
Investissement normal 	⑥	12'000 CHF	10'000 CHF
<b>Investissement net</b>	<b>⑦</b>	<b>30'800 CHF</b>	<b>12'800 CHF</b>

⑥ = montant de l'investissement pour remplacer l'installation actuelle à l'identique

$$\textcircled{5} = (\textcircled{1} + \textcircled{2} + \textcircled{3} - \textcircled{4}) \times 20\%$$

$$\textcircled{7} = (\textcircled{1} + \textcircled{2} + \textcircled{3} - \textcircled{4} - \textcircled{5} - \textcircled{6})$$

Source Suisse Energie – remplacement des chauffages électriques

		Exemple 1	Exemple 2
<b>Investissement net</b>	⑦	<b>30'800 CHF</b>	<b>12'800 CHF</b>
COP annuel	⑧	3,5 -	2,7 -
Conso. élec. après assainissement	⑨	6'000 kWh / an	7'800 kWh / an
Economie conso. élec.	⑩	15'000 kWh / an	13'200 kWh / an
Prix du kWh 	⑪	18 ct / kWh	18 ct / kWh
Economie sur l'électricité	⑫	2'700 CHF	2'400 CHF
<b>Retour sur investissement</b>	⑬	<b>≈ 11 ans</b>	<b>≈ 5 ans</b>

$$\textcircled{9} = (18'000 \text{ kWh} + 3'000 \text{ kWh}) / \textcircled{8}$$

$$\textcircled{12} = (\textcircled{10} \times \textcircled{11}) / 100$$

$$\textcircled{10} = (18'000 \text{ kWh} + 3'000 \text{ kWh}) - \textcircled{9}$$

$$\textcircled{13} = \textcircled{7} / \textcircled{12}$$

Source Suisse Energie – remplacement des chauffages électriques



## Quelques ordres de grandeur

- Chauffage de sol traditionnel 50 à 70 CHF HT / m<sup>2</sup>
- Chape 30 à 40 CHF HT / m<sup>2</sup>
- Systèmes Meier Tobler (fichier joint)
- Chape sèche Opal système 150 CHF / m<sup>2</sup> avec pose
- Sondes géothermiques 80 à 100 CHF HT/m de sonde
- Pompe à chaleur 10 à 15kW environ 35 à 45'000 CHF HT
- Chaudière à pellets 20kW environ 40 à 45'000 CHF HT
- Container extérieur pour chaudière environ 20'000 CHF HT
- Raccordements électriques environ 8 à 12'000 CHF HT

Liens intéressant pour consolider des coûts:

<https://www.chauffezrenouvelable.ch/calculateurdescouts/>

<https://suissetec.ch/fr/news-detail-fr/nouvelle-application-web-calculateur-en-technique-du-batiment.html> (application payante)

Toujours intéressant que l'expert définisse son concept et demande une offre à un fournisseur ou utilise leurs calculateurs en ligne (PV et PAC).

Temps de montage pour une petite chaufferie entre 4 et 6 jours à deux personnes pendant 8h / jour à 80 CHF HT de l'heure.

## Les critères économiques:

- Le montant des investissements
- Les subventions
- Les déductions fiscales
- Les frais d'exploitation
- Les frais d'entretien
- Les frais pour l'optimisation des installations techniques
- La plus value immobilière

## Les critères subjectifs:

- Le confort
- L'engagement écologique



# Références - Sources

Mots clefs intéressants:

- Chauffages électriques
  - Pompes à chaleurs
  - Assainissements
  - Circulateurs
  - Chauffage de sol
- 
- En pièce jointe un fichier Excel avec l'ensemble des liens sur les sites consultés pour cette présentation.
  - Il y a aussi quelques sites étrangers très intéressants (Français et Belges).

PC-2	Électro direct
Abrév.	PC-2
Type	Électro direct
Agent énergétique	Électricité (TB / heures creuses)
Dénomination	Radiateurs électriques
Accumulateur	non
Distribution	Chauffage (Ch)
Emplacement	Dans l'enveloppe du bâtiment

Type : Electro direct

Agent énergétique : Electricité

Dénomination : Radiateur électrique

Accumulation : Non

Distribution : Chauffage uniquement

Emplacement : Dans l'enveloppe

# Application CECB

## Production de chaleur - assainissement

Abrév.	PC-2 (Électro direct)	
Type	Pompe à chaleur, air-eau	
Agent énergétique	Électricité (TM / tarif unique)	
Dénomination	pompe à chaleur air-eau installée dans le bâtiment	
Accumulateur	Accumulateur de chauffage	
Distribution	Ch+ECS (toute l'année)	
Emplacement	Dans l'enveloppe du bâtiment	
Année de construction	2021	
Rendement chauffage	2.3	
Rendement ECS	2.3	
Surdimensionnement	1	
Volume accumulateur	800	litres
Production d'électricité couplage chaleur-force	0	kWh/a
Nombre (0=effacer)	1	—
Type de modernisation	Remplacement/nouvelle construction	
Base de calculs	Forfait	
Durée d'utilisation	25	ans
Description du programme de soutien financier		
Investissement	50000	CHF
Coûts d'entretien	0.5	%/a
Facteur de difficulté	1	— fx
Montant subventionné		CHF

Type : Pompe à chaleur air-eau

Agent énergétique : Electricité

Dénomination : PAC intérieur

Accumulation : oui

Distribution : Ch + ECS

Emplacement : Dans l'enveloppe

Année :

Rendement : mettre les valeurs de COP calculées dans le PAC esti

RAD-2 Radiateurs électriques directs décentralisés	
Abrév.	RAD-2
Dénomination	Radiateurs électriques directs décentralisés
Type de chauffage	Décentralisé
Surface	151 m <sup>2</sup>
Type d'émission de chaleur	Radiateurs

Dénomination : Radiateur électrique

Type : Décentralisé

Distribution : Chauffage uniquement

Surface : Mettre SRE concernée

# Application CECB

## Distribution de chaleur - assainissement

Abrév.	CSO-1	
Dénomination	chauffage de sol basse température alimenté par la PAC air-eau	
Type de chauffage	Central	
Surface	197	m <sup>2</sup>
Type d'émission de chaleur	Surfaces chauffantes	
Nombre (0=effacer)	1	—
Degré de couverture producteur de chaleur		
PC-1	0	%
PC-2	100	%
PC-3	0	%
PC-4	0	%
PC-5	0	%
Distribution de chaleur		
Position des conduites horizontales	Dans l'enveloppe du bâtiment	
Isolation des conduites	Oui	
Équilibrage hydraulique	oui	
Flux aller/flux retour	35/28	
Épaisseur d'isolation	4	cm
Valeur lambda de l'isolation	0.03	W/(mK)
Type de modernisation	Remplacement/nouvelle construction	
Base de calculs	Forfait	
Durée d'utilisation	25	ans

Déclarer la chape avec chauffage de sol

Type : Central

Surface : SRE

Type : Radiateur/Surface chauffante

PC-X : spécifier le pourcentage

Position : Dans l'enveloppe

Isolation : oui

Équilibrage : oui

Flux aller / retour : idem PAC esti

Épaisseur isolation et valeur lambda : suivant slide isolation

Investissement	15000	CHF
Coûts d'entretien	0.5	%/a
Facteur de difficulté	1	— fx



# Application CECB

Eau chaude sanitaire- existant

Abrév.	ECS-1	
Dénomination	chauffe-eau horizontal de 160[ <sup>l</sup> ] CIPAG de 1985	
Surface	151	m <sup>2</sup>
Type d'alimentation	Central	▼
Degré de couverture producteur de chaleur		
PC-1	100	%
PC-2 Électro direct (Radiateurs électriques)	0	%
PC-3	0	%
PC-4	0	%
PC-5	0	%
Distribution de chaleur		
Position des conduites horizontales	Dans l'enveloppe du bâtiment	▼
Isolation des conduites	En partie	▼
Maintien temp.	Aucune	▼
Épaisseur d'isolation	2	cm
Valeur lambda de l'isolation	0.05	W/(mK)

Dénomination : Chauffe-eau

Surface : Mettre SRE

Alimentation : Central

PC-X : spécifier le pourcentage

Isolation : En partie

Maintien temp : Aucune ds les villas

Épaisseur isolation : mini

Valeur lambda : maxi

# Application CECB

## Eau chaude sanitaire- assainissement

Abrév.	ECS-2	
Dénomination	chauffe-eau alimentée par la PAC air-eau	
Surface	197	m <sup>2</sup>
Type d'alimentation	Central	
Nombre (0=effacer)	1	—
<b>Degré de couverture producteur de chaleur</b>		
PC-1	0	%
PC-2	98	%
PC-3	2	%
PC-4	0	%
PC-5	0	%
<b>Distribution de chaleur</b>		
Position des conduites horizontales	Dans l'enveloppe du bâtiment	
Isolation des conduites	Oui	
Maintien temp.	Circulation	
Épaisseur d'isolation	4	cm
Valeur lambda de l'isolation	0.03	W/(mK)
Type de modernisation	Remplacement/nouvelle construction	
Base de calculs	Forfait	
Durée d'utilisation	25	ans

Dénomination : Chauffe-eau

Surface : Mettre SRE

Alimentation : Central

PC-X : spécifier le pourcentage

Isolation : oui

Maintien temp : Aucune ds les villas

Épaisseur isolation : suivant slide  
isolation

Valeur lambda : suivant slide  
isolation

Investissement	14000	CHF
Coûts d'entretien	0.1	%/a
Facteur de difficulté	1	fx



# Les formations complémentaires

En plus des modules de formation Minergie / CECB

- PAC-SM pour les pompes à chaleur
- GSP pour les pompes à chaleur
- QM Bois pour les installations au bois
- Swissolar pour les installations solaires
- Fe3 pour des formations qualifiantes
- Suissetec pour des formations qualifiantes
- Webinar fournisseur pour le matériel et les composants

# Conclusion

Vous devez être maintenant convaincus que le remplacement des chauffages électriques directs est techniquement et économiquement possible.

Il nécessite un réel dialogue avec les propriétaires. Il est impératif qu'ils soient conscients de l'étendue des travaux, des besoins de planification, de l'engagement financier et des dérangements occasionnés. Mais au final, c'est pour la bonne cause (environnement et finances).

Je vous souhaite beaucoup de réussite dans vos projets et j'espère que ce support vous sera utile.

Merci pour votre écoute. Des questions?