

FORMATION BÂTIMENT DURABLE

POMPE À CHALEUR : CHOIX ET CONCEPTION

PRINTEMPS 2021

Optimisation des émetteurs terminaux

Piotr KOWALSKI

MK Engineering





- ▶ Identifier les différents types d'émetteurs suivant
 - les besoins
 - les contraintes

 - ▶ Choisir les émetteurs pour le chauffage (mode PAC)

 - ▶ Choisir les émetteurs pour le refroidissement (mode MF)
- ⇒ Être capable de choisir ses émetteurs et en estimer les conséquences**



GÉNÉRALITÉS

TYPES D'ÉMETTEURS

- ▶ Émetteurs de chauffage
- ▶ Émetteurs de refroidissement

IMPACT DE LA TEMPÉRATURE

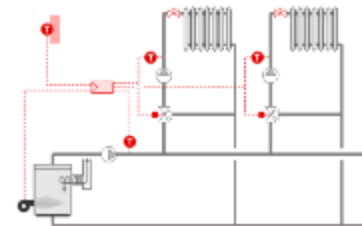
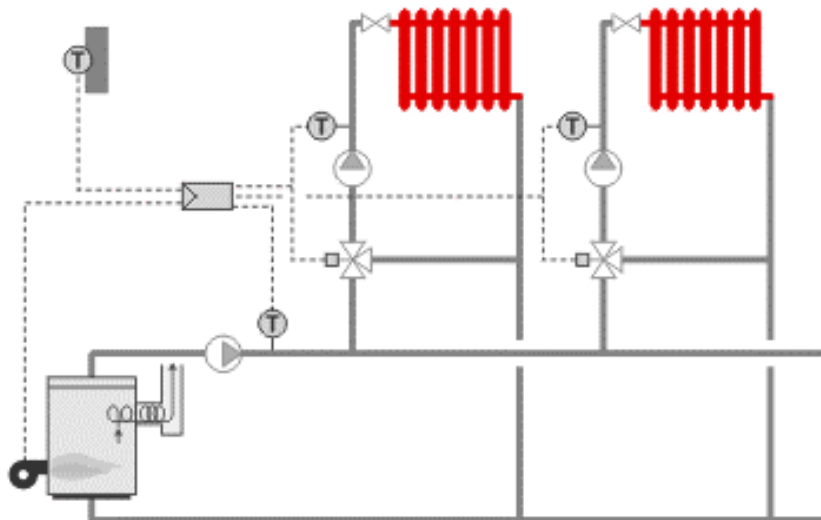
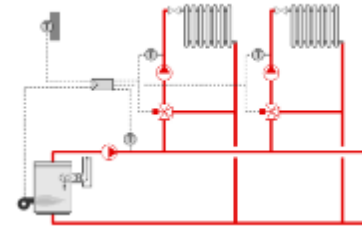
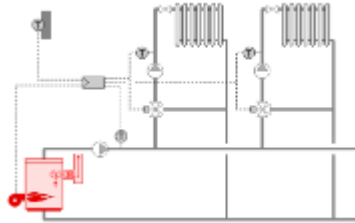
- ▶ Principes

INTÉGRATION DE L'ÉMETTEUR DANS LE SYSTÈME

- ▶ Etude de cas



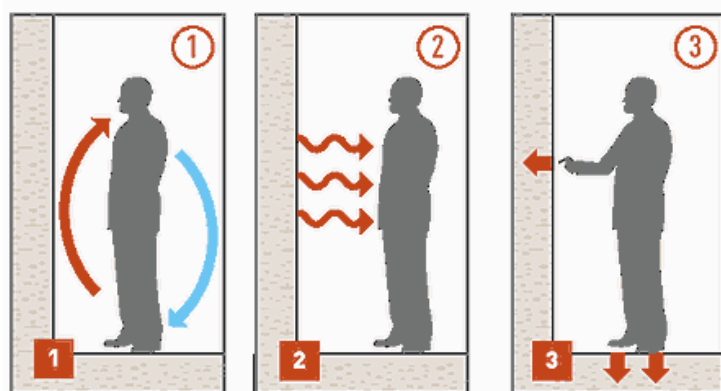
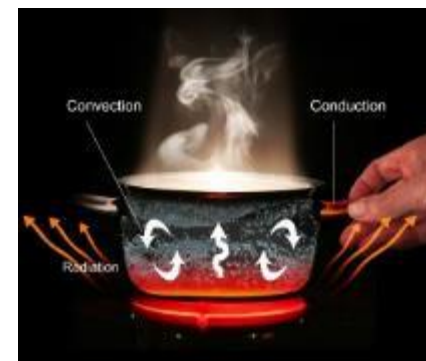
LES UNITÉS TERMINALES LES PLUS COURANTES



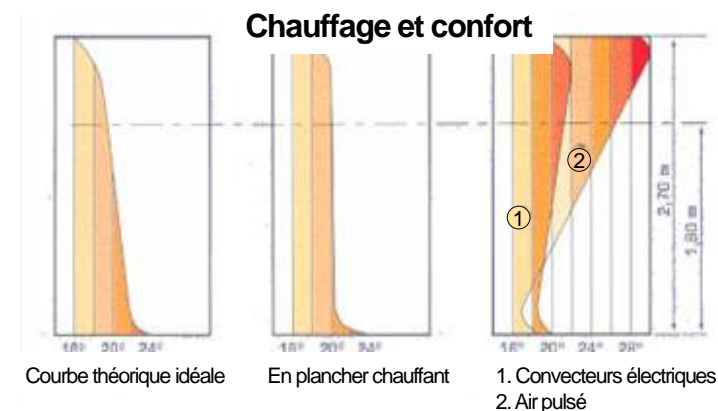
LE PRINCIPE DE L'ÉMISSION DE CHALEUR

Mode d'émission :

- ▶ Convection
- ▶ Rayonnement
- ▶ Conduction

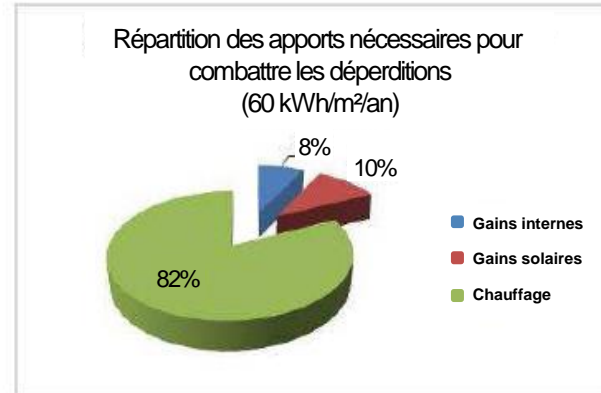
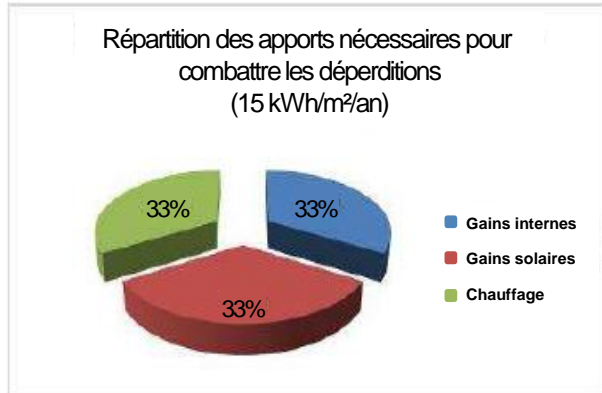


- 1 Le phénomène de convection entre la peau et l'air 2 Le rayonnement
3 La conduction par contact direct entre la peau et les objets



LA RÉACTIVITÉ DES ÉMETTEURS

Les bâtiment à faible besoins énergétiques sont sensibles aux apports internes et externes



Source Matriciel

- Nécessité de réaction rapide aux sollicitations
 - Apports internes
 - Apports externes

Forte inertie  Faible inertie



Source Matriciel



GÉNÉRALITÉS

TYPES D'ÉMETTEURS

- ▶ **Emetteurs de chauffage**
- ▶ **Emetteurs de refroidissement**

IMPACT DE LA TEMPÉRATURE

- ▶ Principes

INTÉGRATION DE L'ÉMETTEUR DANS LE SYSTÈME

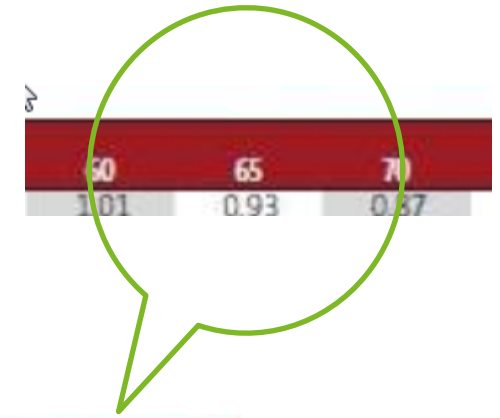
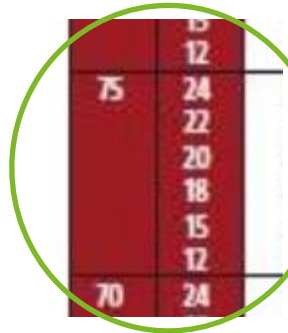
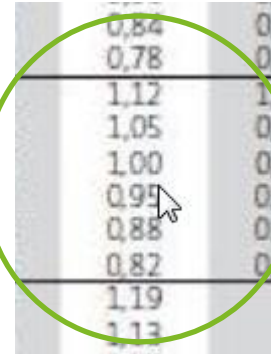
- ▶ Etude de cas



ÉMETTEUR DE CHAUFFAGE

Radiateurs

- ▶ Échange thermique par convection (et rayonnement)
- ▶ Régulation aisée (vanne thermostatique)
- ▶ Réactivité et dynamique thermique (inertie)
- ▶ Puissance d'émission sensible au régime de T°

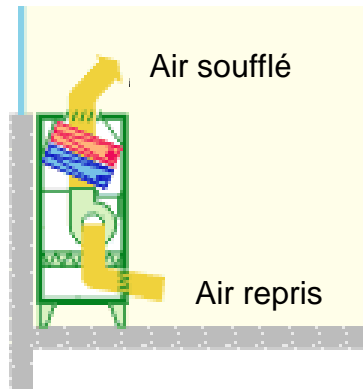



Longueur	Watt	Type 22						
Hauteur		300	400	450	500	600	750	900
450	75/65/20	474	601	661	718	824	968	1092
600	75/65/20	632	802	881	957	1099	1290	1456
750	75/65/20	790	1002	1101	1196	1374	1613	1820
900	75/65/20	948	1202	1321	1436	1649	1935	2184



Ventilo-convecteur

- ▶ Diffusion de la chaleur par convection forcée : un ventilateur active le transfert de chaleur dans une batterie
- ▶ Haute réactivité
- ▶ Consommation électrique et acoustique
- ▶ Régulation relativement simple
- ▶ Existe aussi en chaud & froid !
 - 2 tubes
 - 4 tubes



Chauffage par le sol

- ▶ Distribution d'un fluide chaud et émission de chaleur principalement par rayonnement.
- ▶ Possibilité de travailler en très basse température
- ▶ Inertie très élevée si intégré dans la chape
 - ➔ peu adapté si bâtiment réactif aux apports internes et externes variables (bâtiment basse énergie et passifs)
- ▶ Il existe des systèmes plus réactifs (intégré sous un plancher)
- ▶ Coûts d'investissement élevés
- ▶ Confort ? Fonction de la régulation



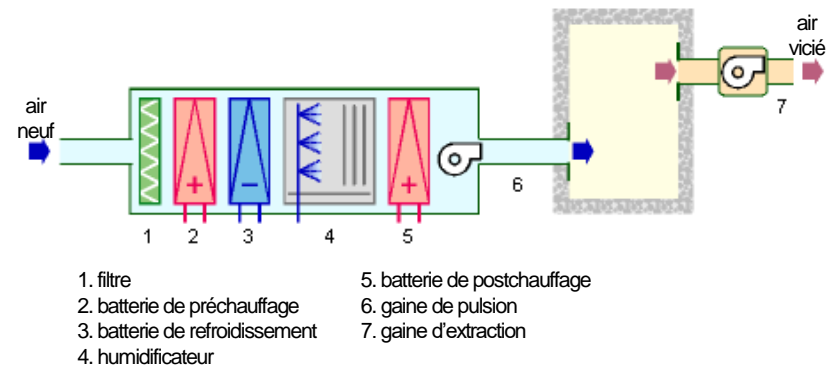
Plafond chaud

- ▶ Diffusion de la chaleur par des serpentins d'eau chaude intégrés dans le plafond
- ▶ Émission de la chaleur principalement par rayonnement
- ▶ Réactivité élevée
- ▶ Perte d'accessibilité à la masse thermique (inertie du bâtiment) sauf si plafond en ilot ou lamelle ouverte
- ▶ Hydraulique un peu plus complexe
- ▶ Coûts d'investissement élevés



Batterie chaude

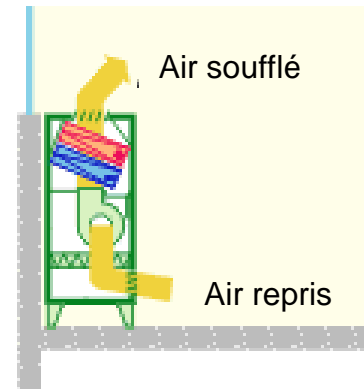
- ▶ Chauffage de l'air au travers d'une batterie
- ▶ Peut être placé dans un groupe de ventilation ou dans le gainage
- ▶ Température de pulsion limitée pour maintenir le confort
- ▶ Le débit d'air pulsé doit être adapté à la puissance thermique à apporter et non plus au seul débit d'air hygiénique
- ▶ Transport de l'énergie par l'air :
 - La capacité de l'air est plus faible que l'eau
 - Génère des pertes de charge sur le réseau
 - Consommation des ventilateurs
- ▶ Piloté par une vanne (2 ou 3 voies) commandée par thermostat ou directement par vanne thermostatique déportée



ÉMETTEUR DE REFROIDISSEMENT

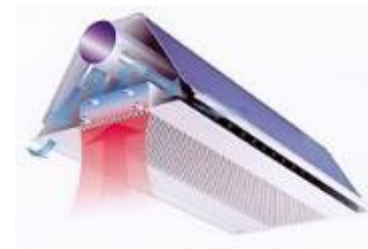
Ventilo-convecteur

- ▶ Même principe que le VC de chauffage mais avec une batterie froide (ou les deux)
- ▶ Prévoir évacuation des condensats



Et ses dérivés:

- ▶ Montage en plafonnier
- ▶ Système monté sur gainage
- ▶ Poutre froide
- ▶ Ejecto-convecteur
- ▶ ...



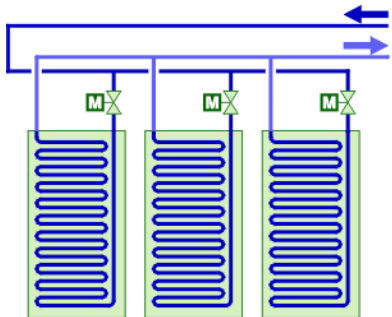
ÉMETTEUR DE REFROIDISSEMENT

Batterie froide

- ▶ Similaire à batterie chaude ... mais en froid !
- ▶ Ne pas oublier l'évacuation des condensats
- ▶ Faible capacité thermique de l'air
 - Grand débit ou faible puissance
- ▶ Egalement possible dans le groupe de ventilation

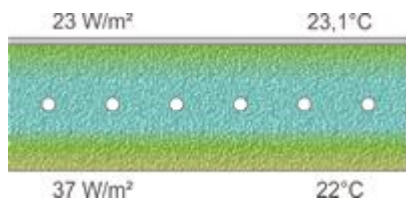
**Plafond froid**

- ▶ Distribution d'eau glacée dans des capillaires au plafond
- ▶ Sur plaque métallique, existe aussi sur finition plâtre
- ▶ Risque de condensation, nécessite une déshumidification de l'ambiance au préalable



Dalle active (TABS)

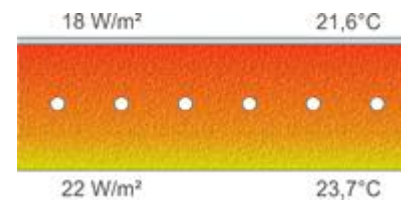
- ▶ Système éventuellement réversible (chaud et froid)
- ▶ Fonctionne en très basse température (chauffe) ou élevée (en froid)
- ▶ Refroidissement de la masse du béton
- ▶ Très grande inertie → difficulté de régulation
 - Nécessite généralement un système d'appoint complémentaire



T° départ d'eau = 16°C
 T° retour d'eau = 20°C
 T° ambiante = 26°C (!)

T° surface supérieure = 24,9°C
 T° surface inférieure = 22,4°C

Puissance totale refroidissement : **47 W/m²**
40 W/m² vers le bas et **7 W/m²** vers le haut.



T° départ d'eau = 28°C
 T° ambiante = 26°C (!)

T° surface supérieure = 20,6°C
 T° surface inférieure = 23,8°C

Puissance totale de chauffage : **29 W/m²**
 dont **23 W/m²** vers le bas et **6 W/m²** vers le haut.



**Il existe une multitude de type d'unité terminale
de chauffage et de refroidissement**

Chaque système présente ses avantages et contraintes

Quelles sont les opportunités avec une PAC / MF ?



GÉNÉRALITÉS

TYPES D'ÉMETTEURS

- ▶ Émetteurs de chauffage
- ▶ Émetteurs de refroidissement

IMPACT DE LA TEMPÉRATURE

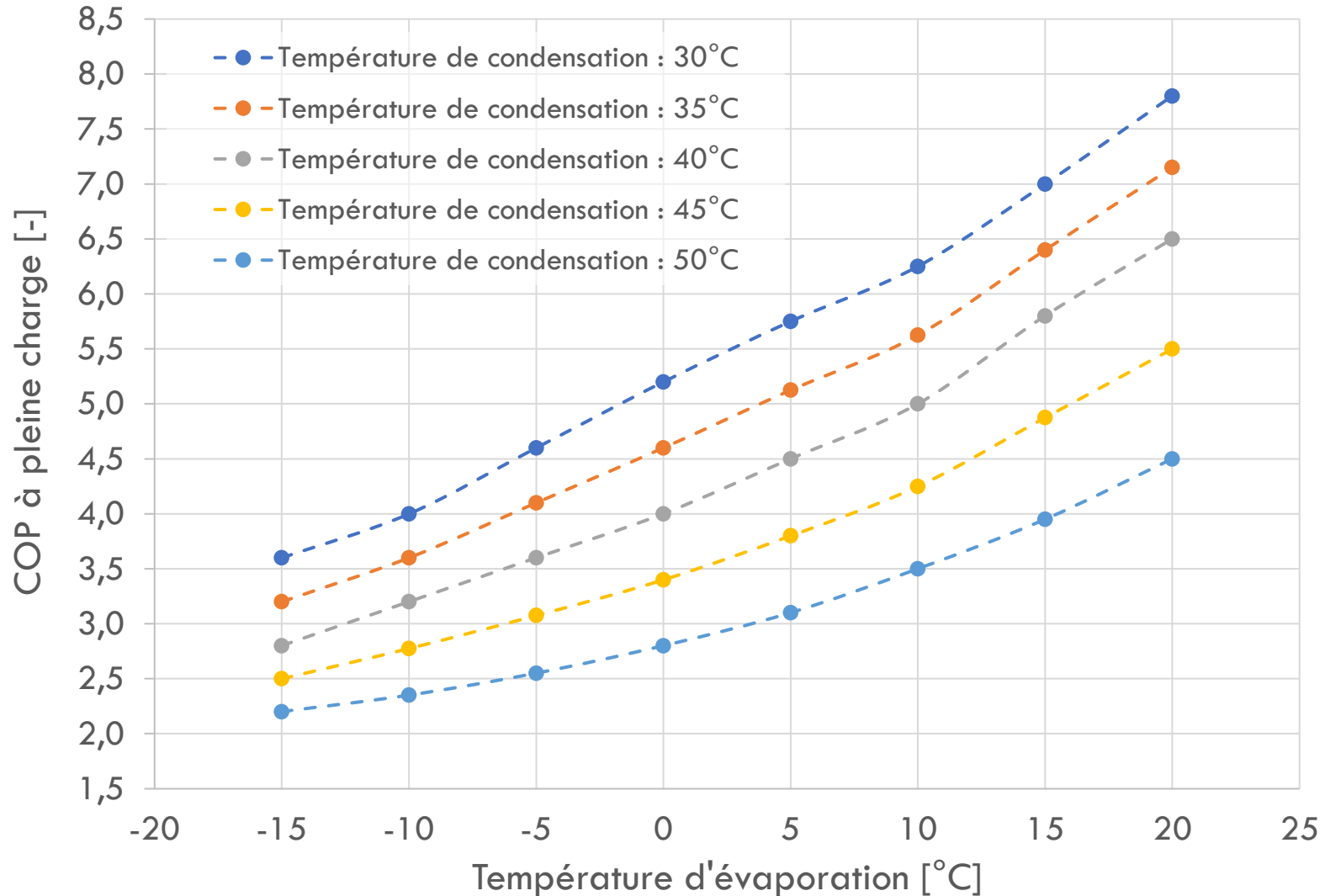
- ▶ **Principes**

INTÉGRATION DE L'ÉMETTEUR DANS LE SYSTÈME

- ▶ Etude de cas



Rappel : efficacité de la PAC en fonction de la température

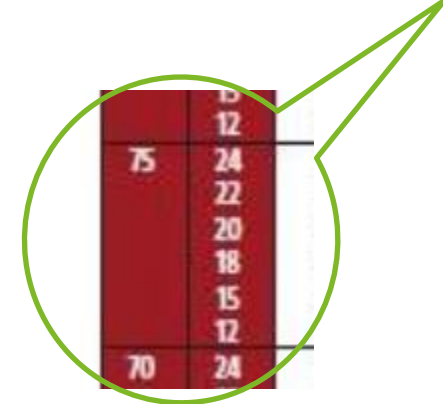
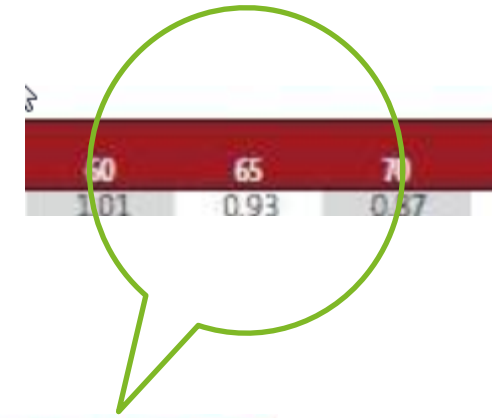


ÉMETTEUR DE CHAUFFAGE

Radiateur

- Impact des régimes de T° sur la sélection

Longueur	Watt	Type 22						
		Hauteur	300	400	450	500	600	750
450	75/65/20	474	601	661	718	824	968	1092
600	75/65/20	632	802	881	957	1099	1290	1456
750	75/65/20	790	1002	1101	1196	1374	1613	1820
900	75/65/20	948	1202	1321	1436	1649	1935	2184



0,84	0
0,78	0
1,12	1
1,05	0
1,00	0
0,99	0
0,88	0
0,82	0
1,19	0
1,13	0



ÉMETTEUR DE CHAUFFAGE

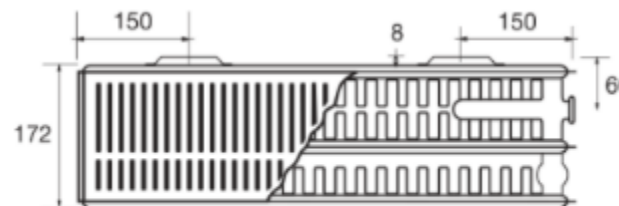
Radiateur

- ▶ Exemple : comparaison de l'encombrement d'un radiateur
- ▶ Régime 75/65/20 → facteur 1
- ▶ Régime 50/30/20 → Facteur de correction de 3,7 !

	Type	75/65/20	50/30/20
		Hauteur x Longueur	
Radiateur 500 W	21	600 x 450	600 x 1350
Radiateur 500 W	33	450 x 300	450 x 900
Radiateur 1.500 W	21	600 x 1200	> 900 x 3000
Radiateur 1.500 W	33	450 x 900	450 x 2550



Type 21s



Type 33

Sources : Radson



ÉMETTEUR DE CHAUFFAGE

Batterie chaude

(T° air entrant = 16°C)	débit	T° in = 75°/65°C		T° in = 50°/40°C	
		Puissance	T° Puls	Puissance	T° Puls
batterie diam 125	100 m³/h	1.000 W	45°C	436 W	29°C
batterie diam 200	200 m³/h	2.270 W	49°C	1.150 W	33°C

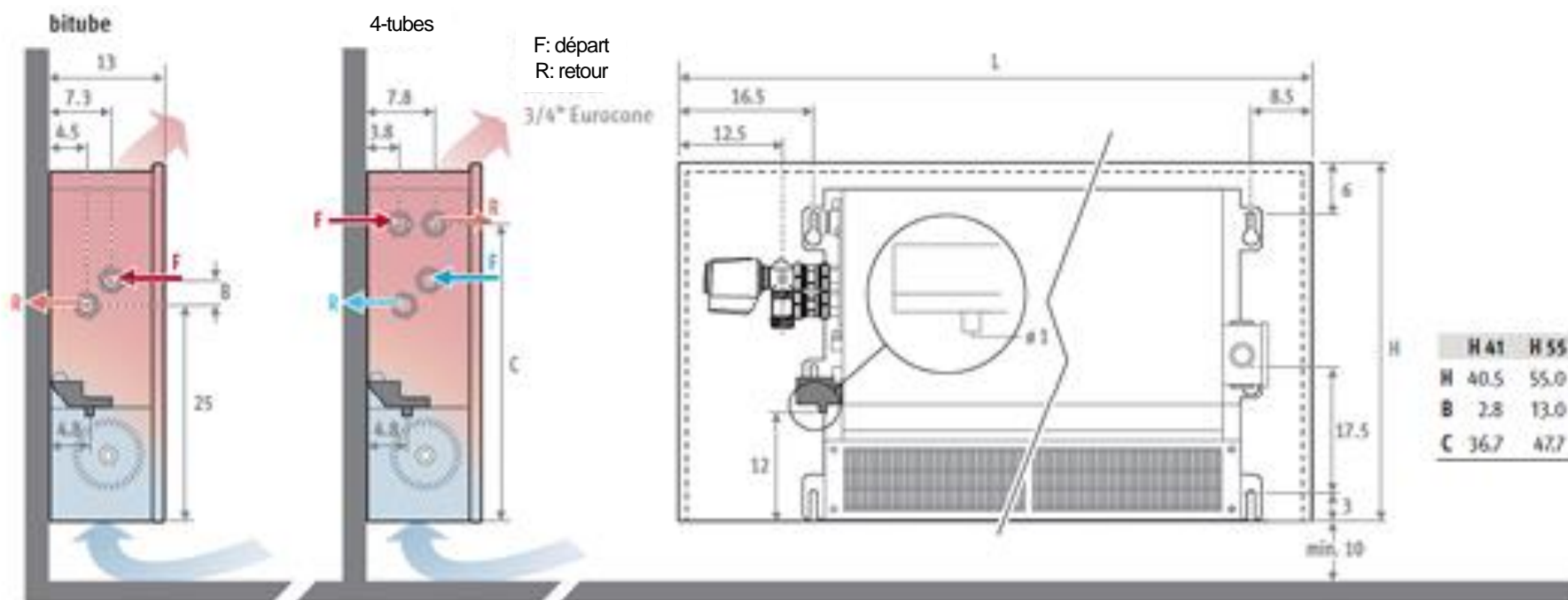
Batterie froide

(T° air entrant = 27°C)	débit	T° in = 6°/12°C		T° in = 12°/18°C	
		Puissance	T° Puls	Puissance	T° Puls
batterie diam 125	100 m³/h	785 W	13°C	388 W	18°C
batterie diam 200	200 m³/h	1.480 W	14°C	706 W	18°C

Sources : Systemair Product Selector



Ventilo-convecteur



	75°/65°C	55°/45°C	35°/30°C
H = 55 cm / L = 95 cm / p = 13 cm	1.350 W	810 W	338 W

Sources : Jaga



GÉNÉRALITÉS

TYPES D'ÉMETTEURS

- ▶ Émetteurs de chauffage
- ▶ Émetteurs de refroidissement

IMPACT DE LA TEMPÉRATURE

- ▶ Principes

INTÉGRATION DE L'ÉMETTEUR DANS LE SYSTÈME

- ▶ **Etude de cas**



Soit une chambre dans une maison existante

- ▶ La puissance de déperdition calculée est de **1.950 W**
 - Avec une chaudière existante sous régime 90/70 par $-8^{\circ}\text{C}^{\circ}$ extérieur (facteur 0,8 pour dimensionnement du radiateur)
(Souvent les radiateurs sont légèrement surdimensionnés dans les bâtiments existants)
 - Dimensions du radiateur existant sous allège : $L = 1050 \times h = 600$ (type 22) en régime 90/70 (soit la dimension de la largeur sous allège...)
 - ➔ +/- **3.500 W** disponibles

Remplacement de la chaudière par une PAC :

- ▶ Modification du régime de température : par exemple en 55/45,
 - la puissance du radiateur chute à **1.400 W**

➔ **La Puissance du radiateur n'est donc plus suffisante !**
(pour respecter la norme...)



Solutions envisageables :

- ▶ Si j'isole la toiture et les murs, renforce l'étanchéité à l'air et installe un groupe de ventilation à récupération de chaleur
 - Alors la puissance de déperdition chute à 810 W
- ▶ Ou je remplace les radiateurs existants, soit avec de plus gros radiateurs, soit avec des ventilo-convecteurs

Le remplacement d'une chaudière par une pompe à chaleur avec maintien des radiateurs n'est donc pertinent qu'à condition de procéder à d'autres travaux d'amélioration de la performance énergétique !
Sinon, bien souvent, le remplacement des unités terminales s'impose...





- ▶ Les PAC sont performantes en basse température, ce qui ne convient pas à toutes les unités terminales
- ▶ Les solutions hybrides combinant plusieurs systèmes de production et d'émission peuvent être pertinentes
- ▶ Il faut être attentif aux changements de régimes de T° en cas de rénovation





Guide bâtiment durable

- ▶ Thème Energie

[Dossier I Garantir l'efficacité 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](#)





Piotr WIERUSZ-KOWALSKI

Associé - gestionnaire de projets

MK Engineering

 + 32 2 340 65 00

 pkowalski@mkengineering.be

 MK Engineering

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

