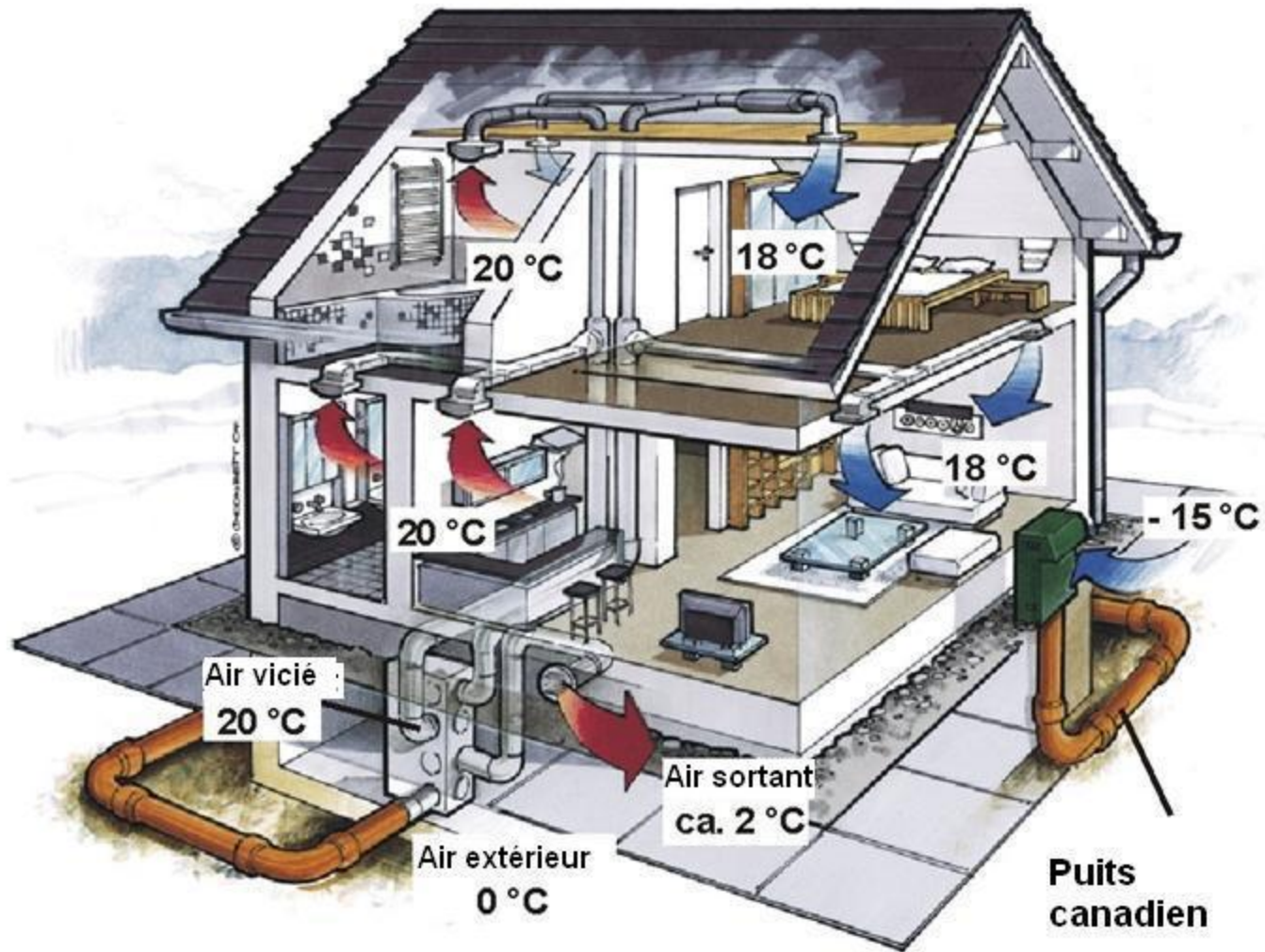
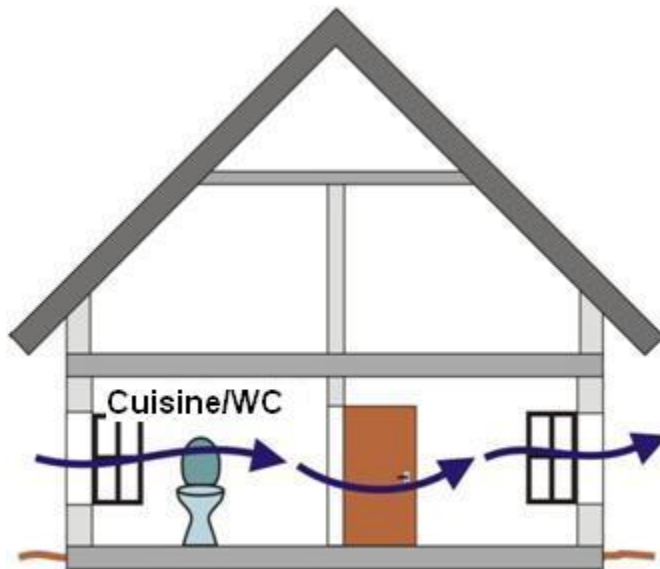


Ventilation contrôlée avec récupération de chaleur dans les habitations

Aération et ventilation contrôlée avec récupération de chaleur



A Ventilation par ouverture des fenêtres

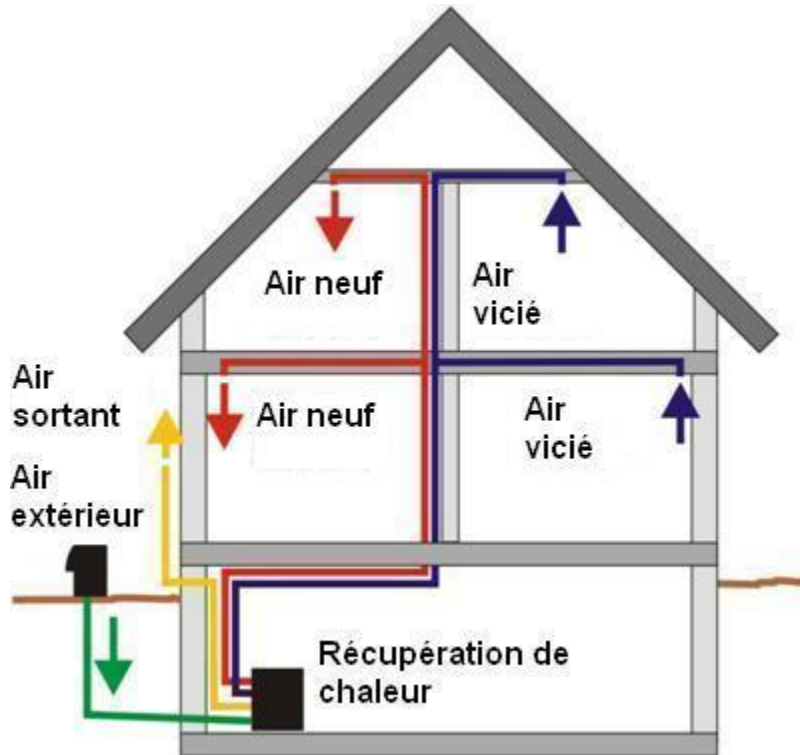


Renouvellement de l'air :

$$n = 0,7 \text{ h}^{-1}$$

$$n = 0,6 \text{ h}^{-1} \text{ (avec test Blower-door)}$$

B Installation de ventilation avec récupération de chaleur



Renouvellement de l'air:

$n_A = 0,4 \text{ h}^{-1}$ installation contrôlée

$n_l = 0,2 \text{ h}^{-1}$ estimé

$n_l = 0,075 \text{ h}^{-1}$ calculé selon EN 832 avec protection moyenne (étanchéité à l'air)

Infiltration
par défauts
d'étanchéité

calculé selon EN 832 :

$$n = n_A + n_l = 0,4 + 0,075 = 0,475 \text{ h}^{-1}$$

$$\text{estimé} = 0,4 + 0,2 = 0,6 \text{ h}^{-1}$$

Différence entre A et B pour le renouvellement de l'air

$$\Delta n = (0,6 \dots 0,7) \text{ h}^{-1} - 0,475 \text{ h}^{-1}$$

$$\Delta n = 0,125 \dots 0,225 \text{ h}^{-1} \rightarrow \text{renouvellement de l'air inexistant}$$

De Δn résulte une réduction de la déperdition de chaleur

$$\Delta q_L = \frac{\Delta H_V \cdot F_{Gt}}{A_N} = \frac{(\Delta n \cdot 0,8 \cdot V_e) \cdot 69,6}{0,32 \cdot V_e} = \Delta n \cdot 59,16$$

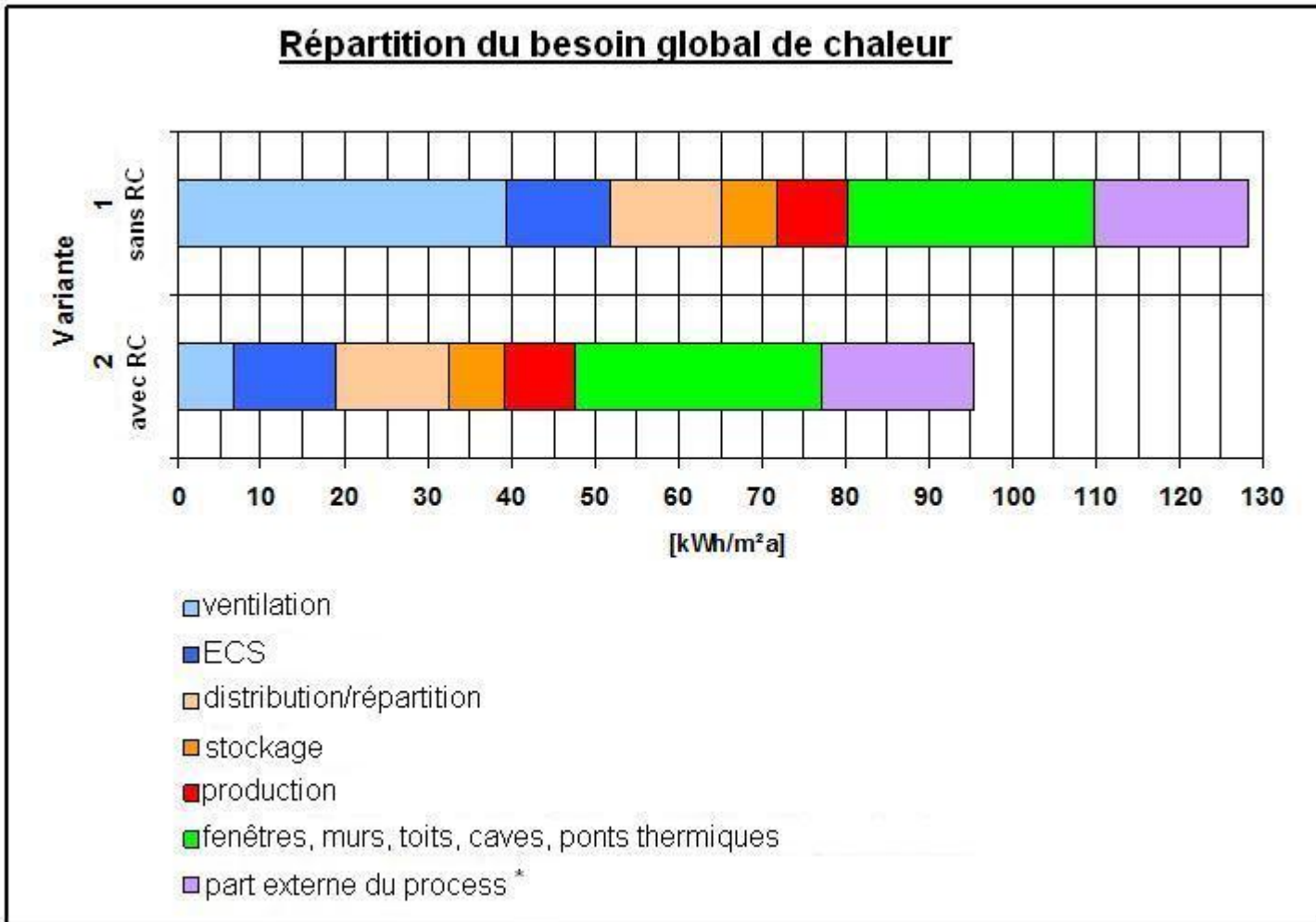
$$\Delta q_L = 7,4 \dots 13,3 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2\text{a}} \text{ (avec...sans Blower - door)}$$

Contribution du récupérateur à la production de chaleur :

$$q_{L,g,WE,WRG} = (17,7 \dots 19,4) \text{ kWh/m}^2\text{a} + (7,4 \dots 13,3) \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

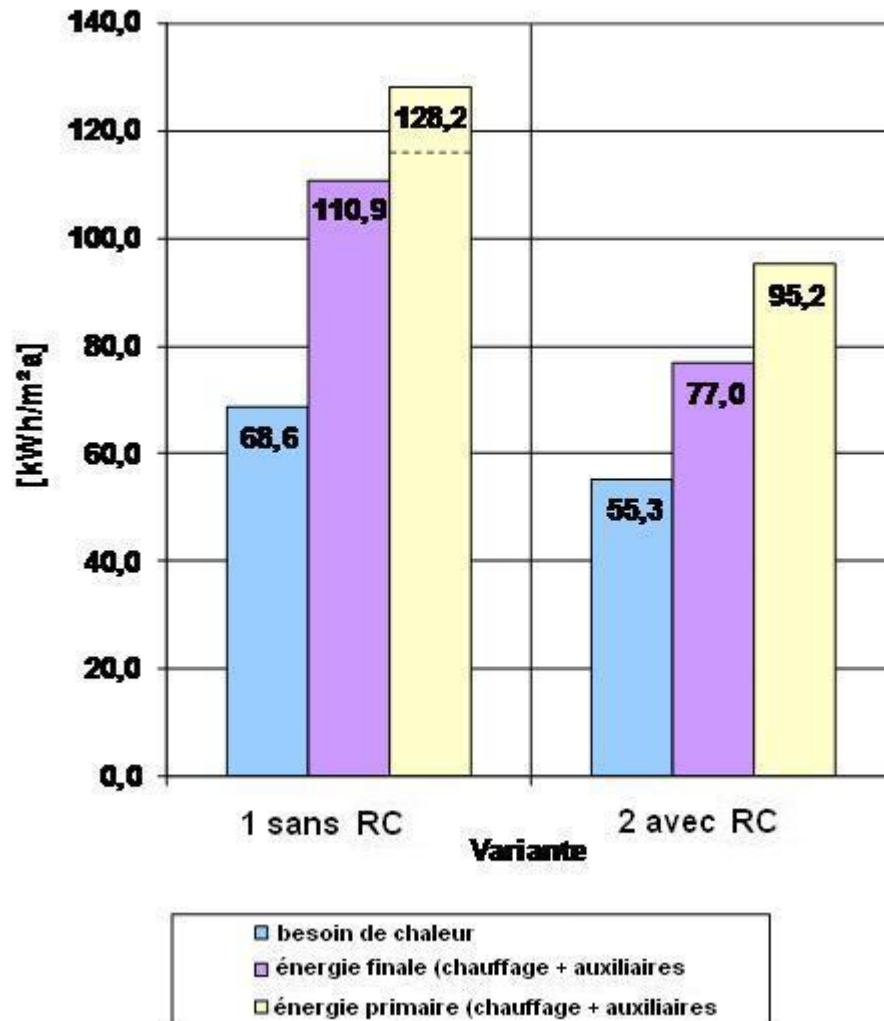
$$q_{L,g,WE,WRG} = (25,1 \dots 32,7) \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Comparaison entre les différents éléments du besoin thermique global avec et sans récupération de chaleur



* déperditions lors de la transformation de l'énergie primaire en énergie finale à l'extérieur du bâtiment.

Comparaison des besoins en énergie avec et sans récupération de chaleur

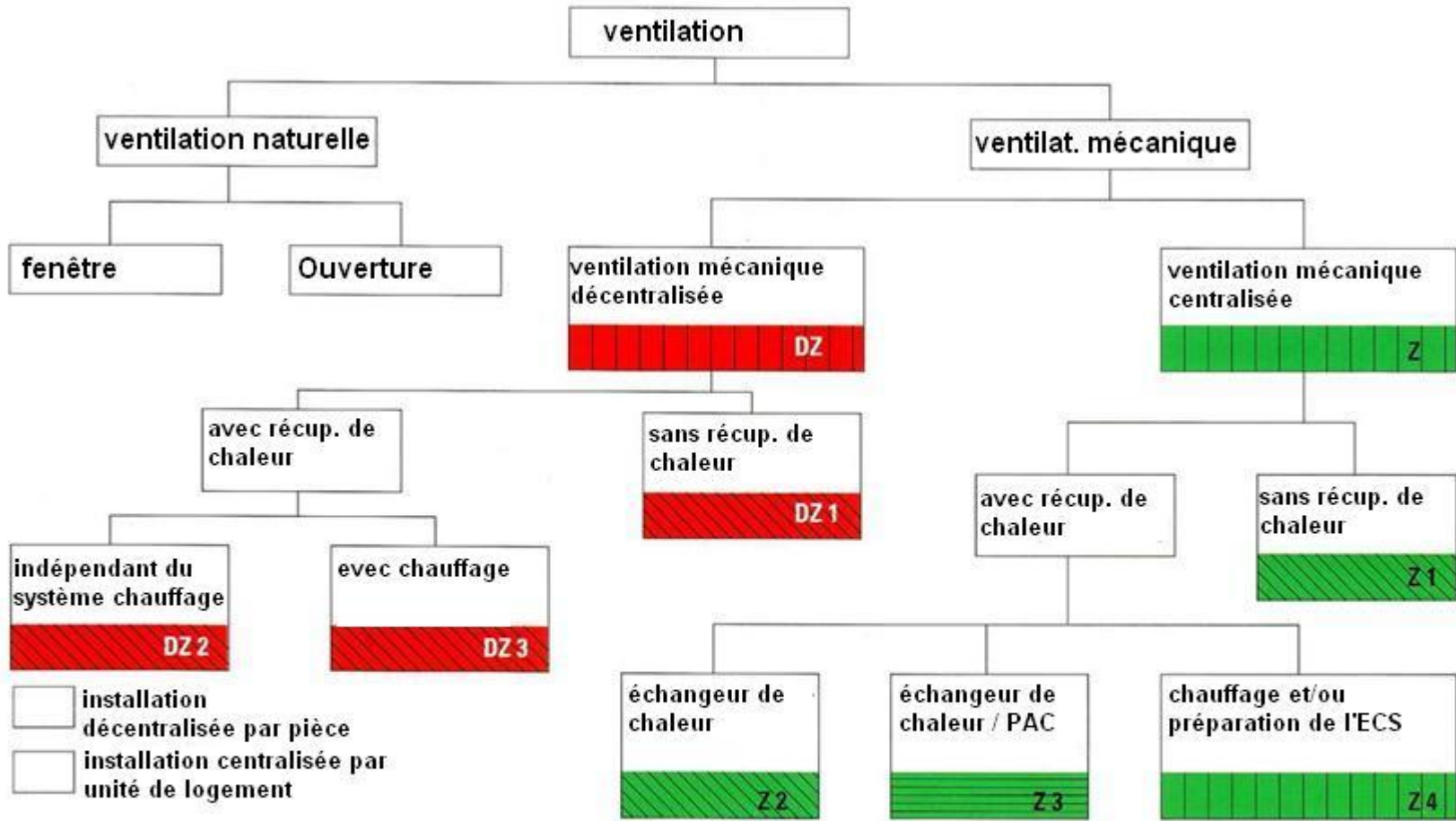


Toutes variantes :

- Même enveloppe de bâtiment → déperditions de chaleur par transmission de même importance
- Taux de renouvellement d'air différents → les déperditions de chaleur liées à la ventilation sont inégales → il en résulte des valeurs différentes pour le bilan thermique annuel du chauffage (q_h) selon DIN V 4108-6

2. Systèmes de ventilation : vue d'ensemble

Vue d'ensemble du système

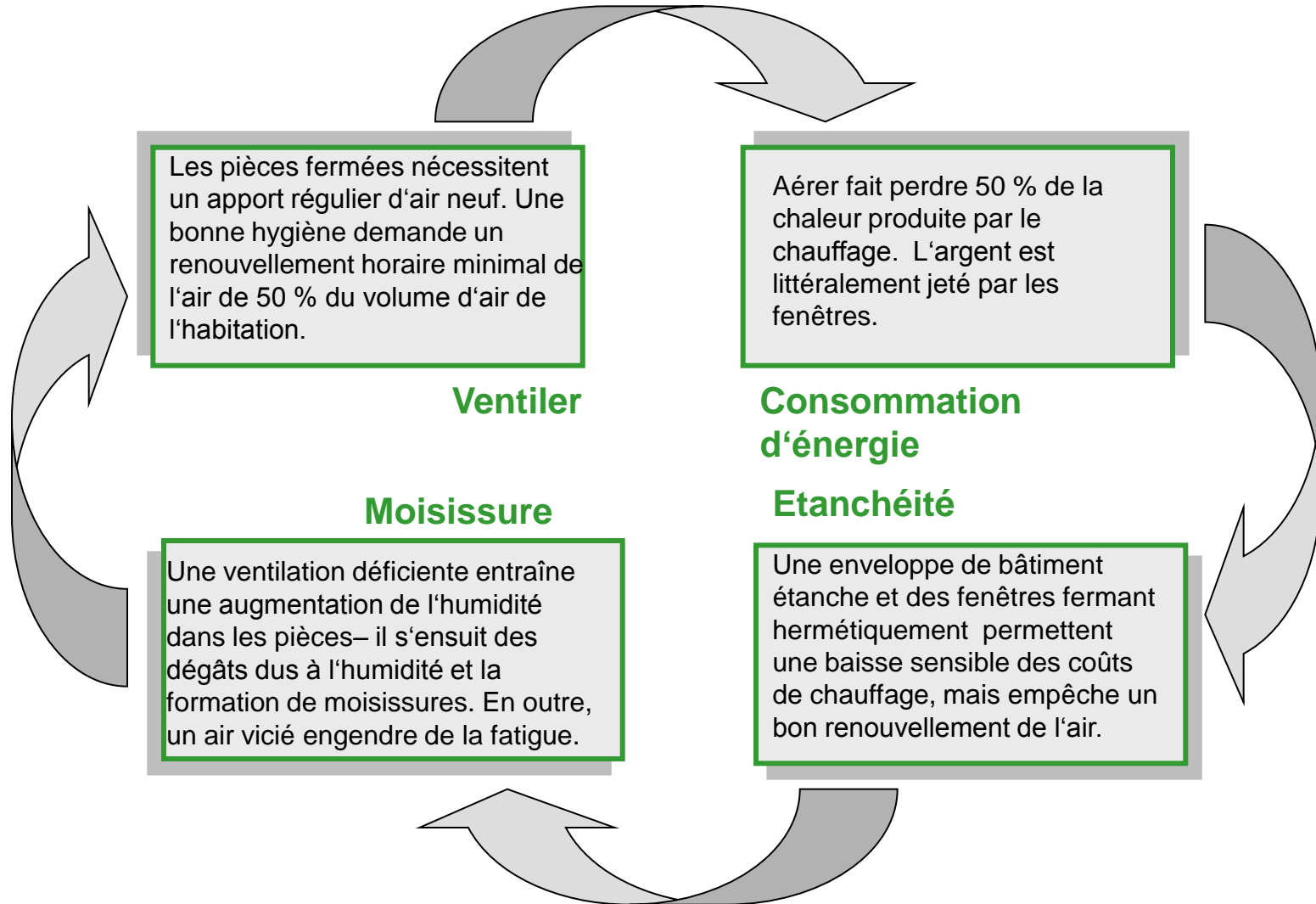


installation décentralisée par pièce
 installation centralisée par unité de logement



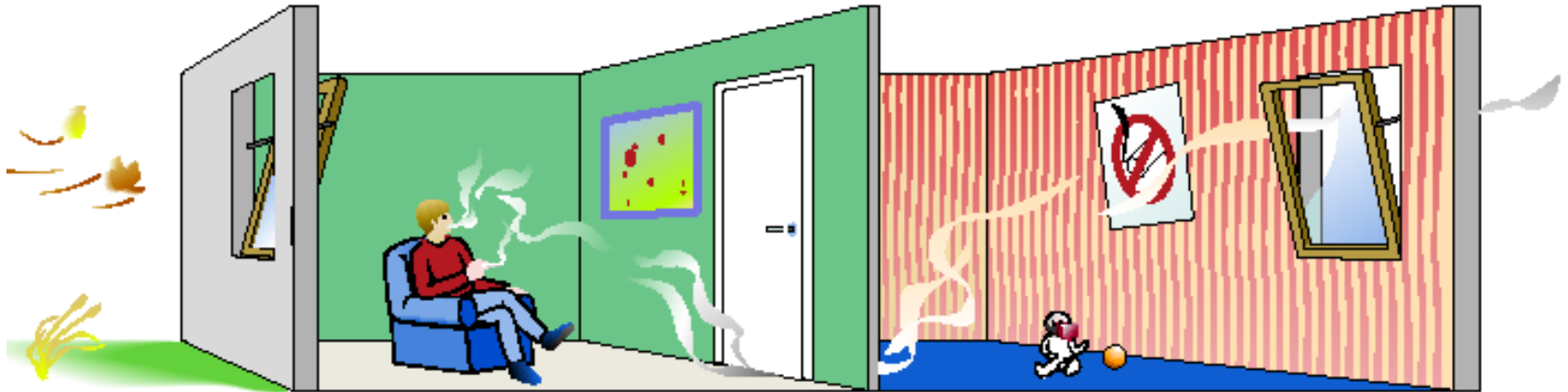
Source: TZWL, Dortmund

Problème : circulation de l'air dans une habitation



Ventilation naturelle

Ventilation par ouverture des fenêtres – pourquoi cela ne suffit pas toujours

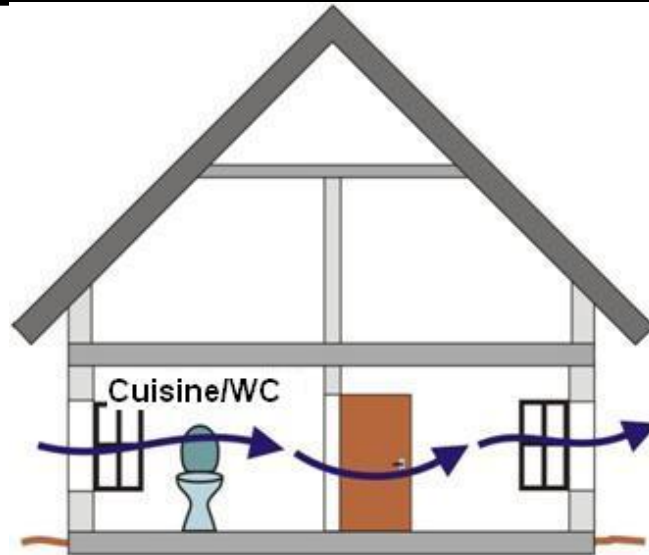


- Circulation de l'air non contrôlée
- Nuisances sonores, pollens, poussières
- Protection réduite contre les infractions
- Enfin, qualité de l'air bonne à court terme seulement

Source:

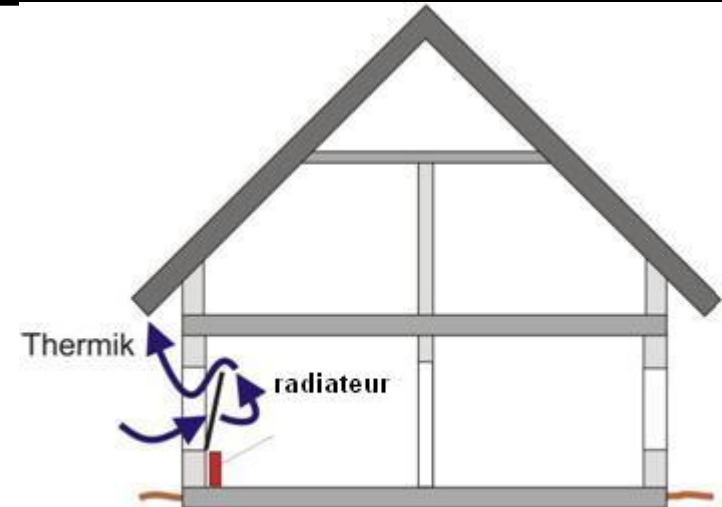
Systèmes de ventilation

Ventilation par les fenêtres – ventilation transversale



- Ventilation de courte durée et „brusque“
- Pas de réglage possible
- Inconfort : air froid, grande vitesse de l'air - courants d'air
- Approvisionnement en air neuf non contrôlé, bref et dépendant du vent
- Evacuation non contrôlée des produits nocifs et des odeurs (voir figure)
- Pas de filtration possible (pollens, poussières)
- Nuisances sonores, risque d'infractions
- Risque de moisissures (lorsque les fenêtres restent longtemps fermées)
- Pas de récupération de la chaleur, fortes déperditions de chaleur – c'est pour cela que l'on aère souvent par des fenêtres basculantes

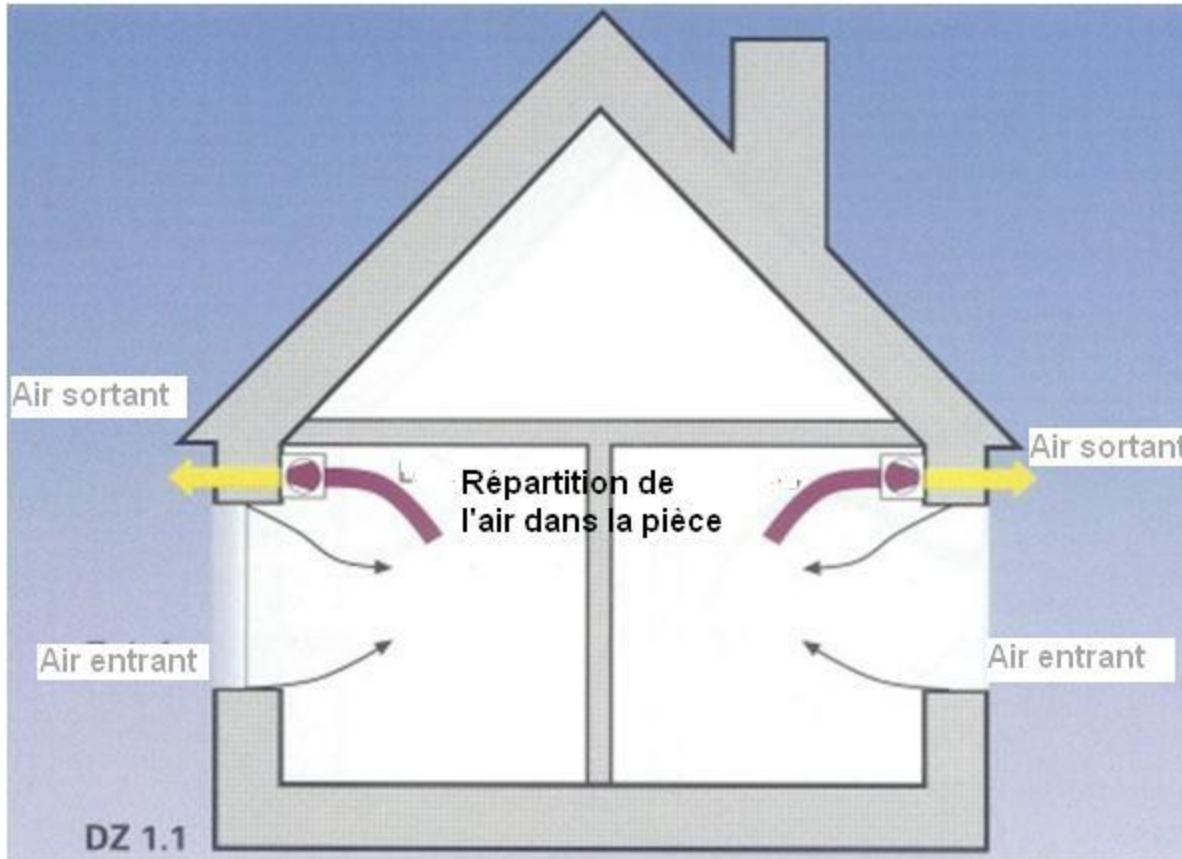
Ventilation par les fenêtres - fenêtres basculantes



- Pas de ventilation des pièces, circulation d'air seulement à proximité des fenêtres
- Pas d'apport d'air neuf
- Pas de filtration possible
- Nuisances sonores
- Risque d'infractions
- Risque de moisissures

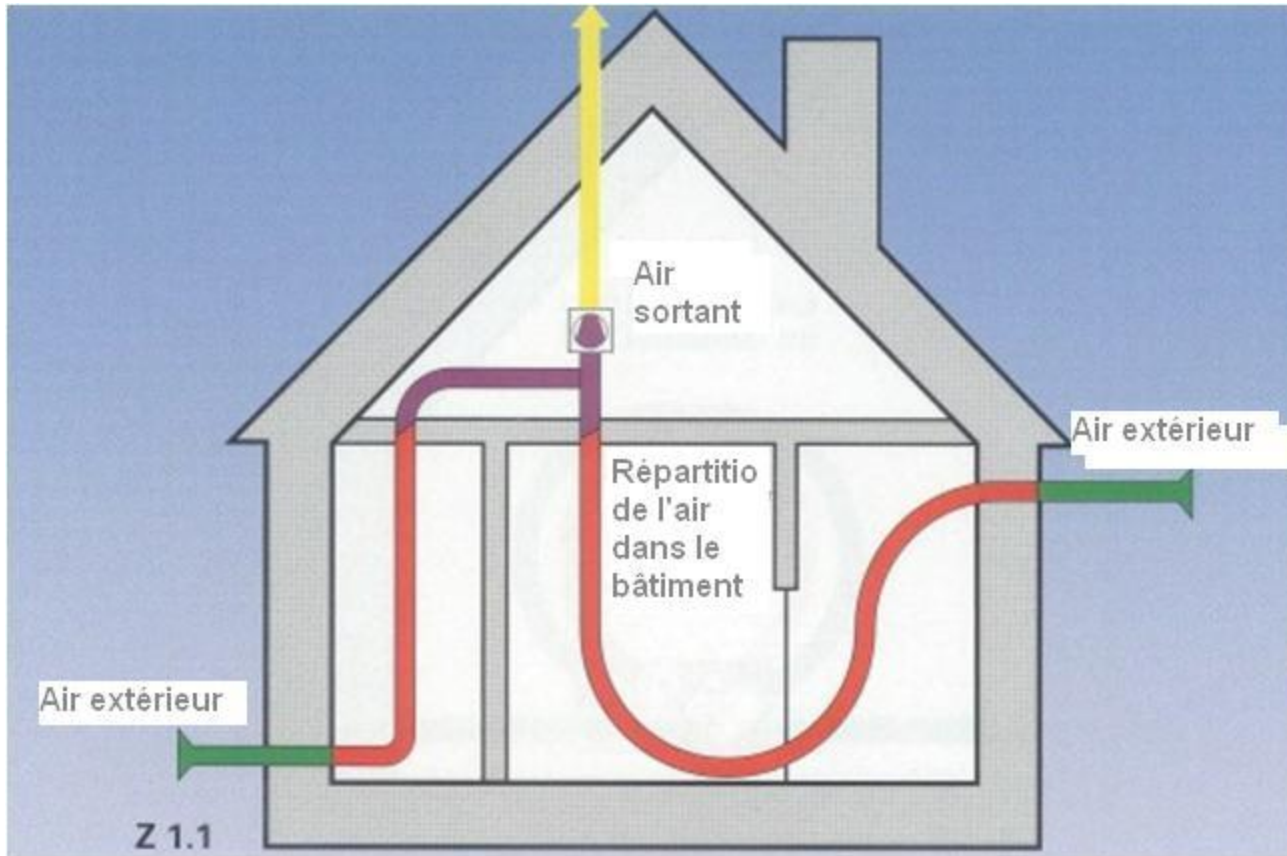
Installation d'évacuation d'air vicié (centralisée ou non)

Installation non centralisée d'évacuation de l'air vicié



Installation de ventilation mécanique pour des pièces individuelles sans récupération de chaleur, avec apport d'air neuf libre et non défini. (Source : TZWL, Dortmund)

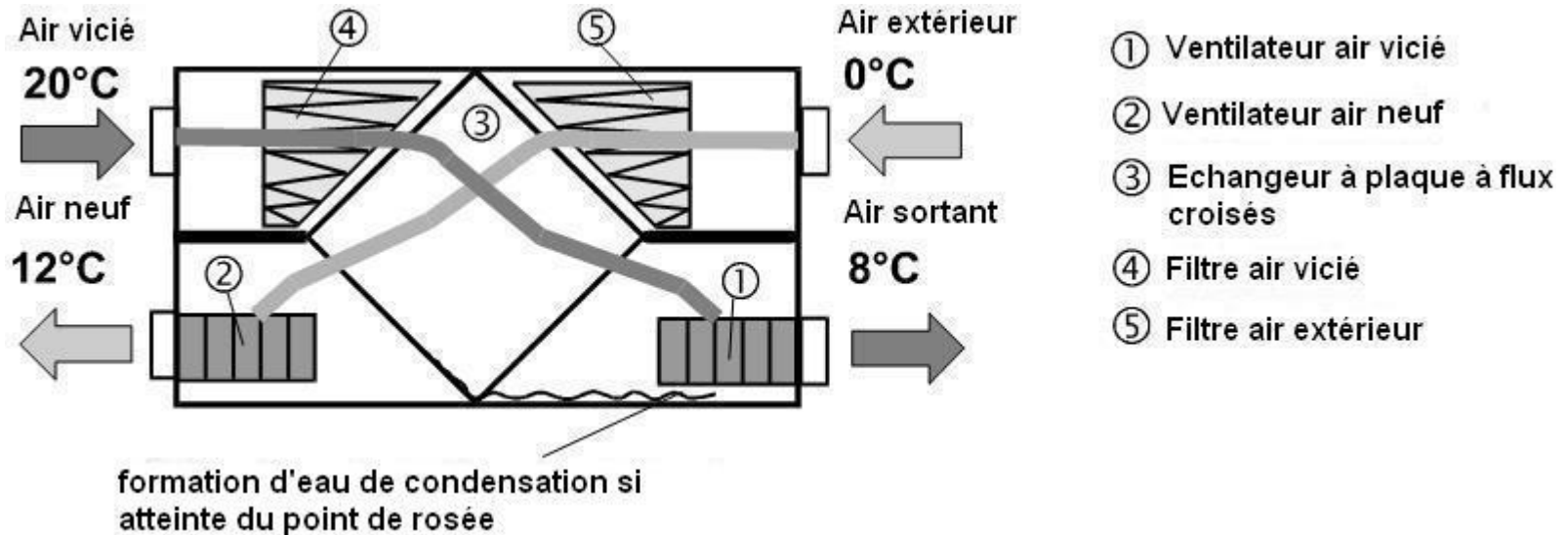
Installation centralisée d'évacuation de l'air vicié



Installation de ventilation mécanique avec apport d'air neuf **non contrôlé (libre)**.
(Source : TZWL, Dortmund)

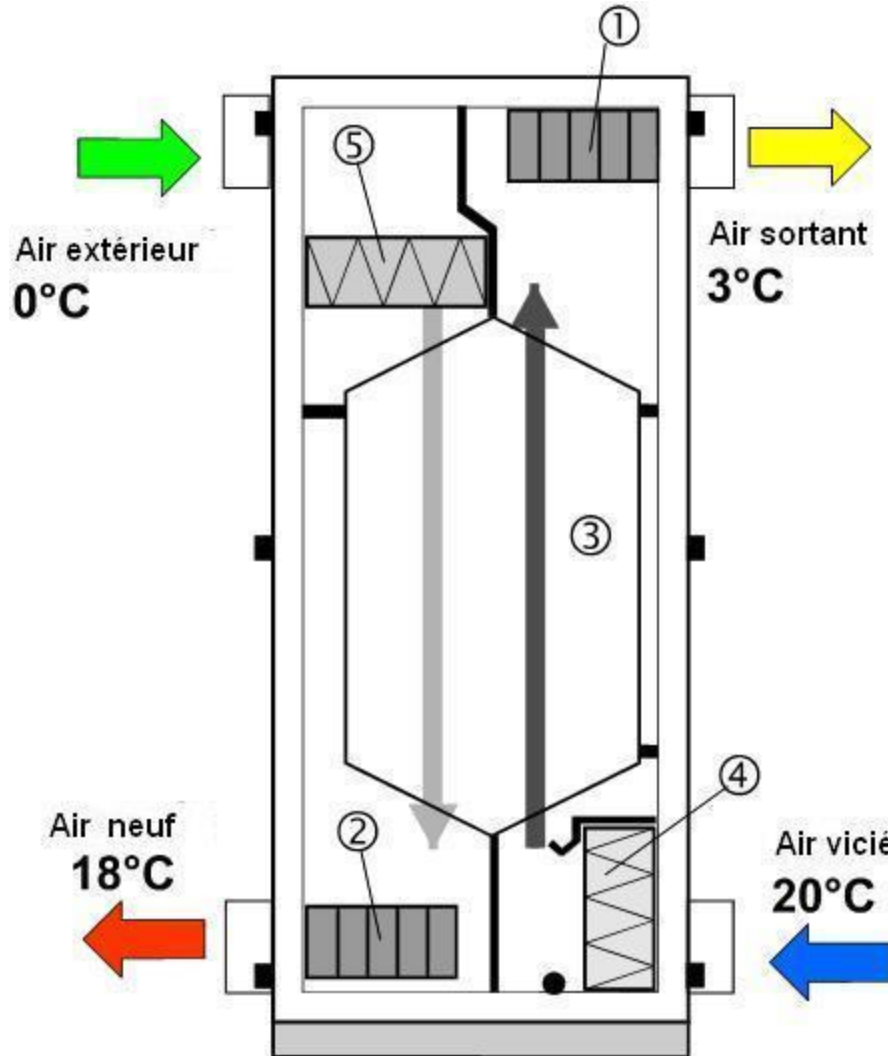
Récupération de chaleur avec échangeur de chaleur et/ou pompe à chaleur

Appareil centralisé à courants croisés avec échangeur de chaleur à plaques



ε = utilité : dépenses = 5 – 10
 η = rendement = 50 – 70 %

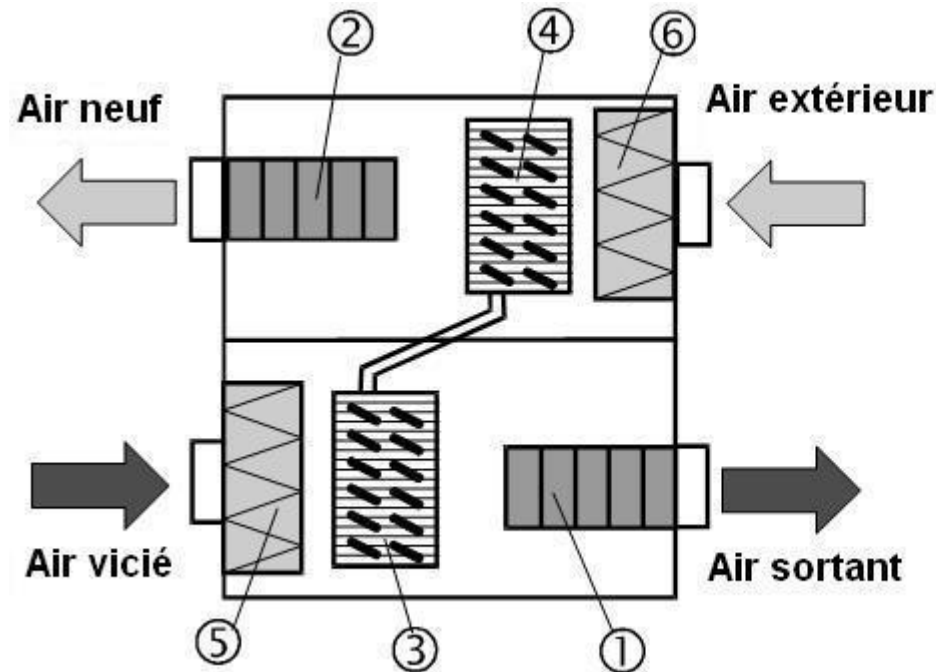
Appareil centralisé à contre-courant avec échangeur de chaleur à tubes



- ① Ventilateur air vicié
- ② Ventilateur air neuf
- ③ Echangeur à canal à flux inversés (brevet PAUL)
- ④ Filtre air vicié
- ⑤ Filtre air extérieur

$\varepsilon = 10 - 25$
(atmos-Gerät, Fa. PAUL $\varepsilon = 22$)
 $\eta \approx 95 \%$

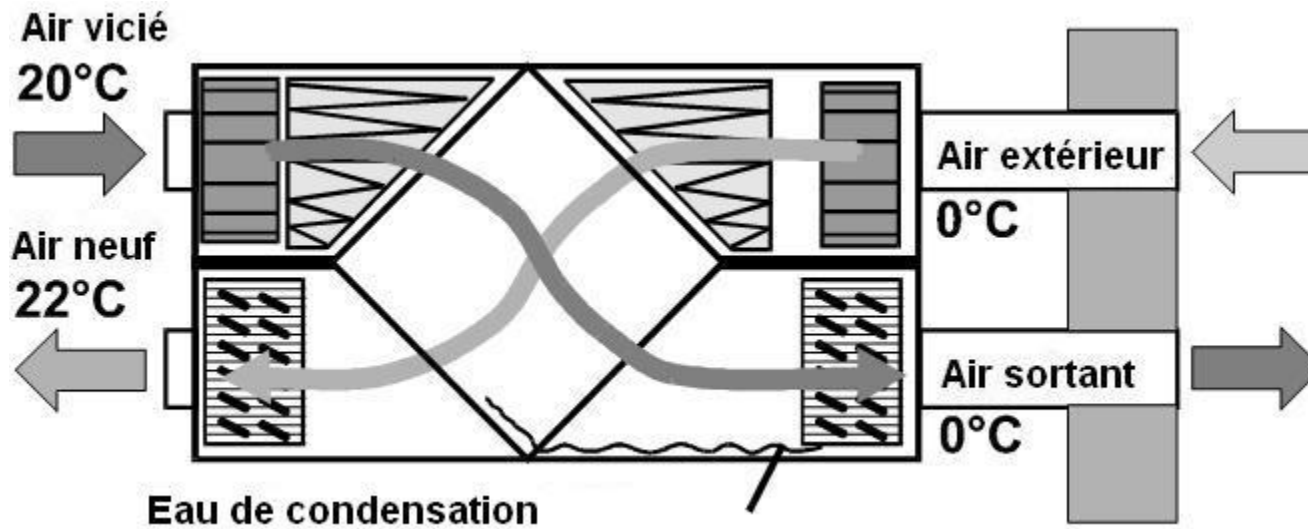
Pompe à chaleur air vicié/air neuf



- ① Ventilateur air vicié
- ② Ventilateur air neuf
- ③ Evaporateur
- ④ Condensateur
- ⑤ Filtre air vicié
- ⑥ Filtre air extérieur

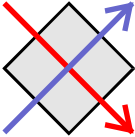
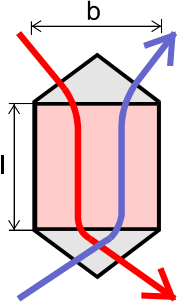
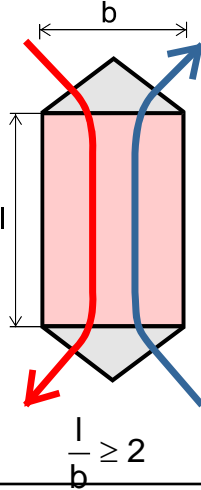
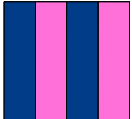

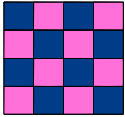
$$\varepsilon = 2 - 3$$

Récupération de chaleur avec pompe à chaleur air sortant/air neuf

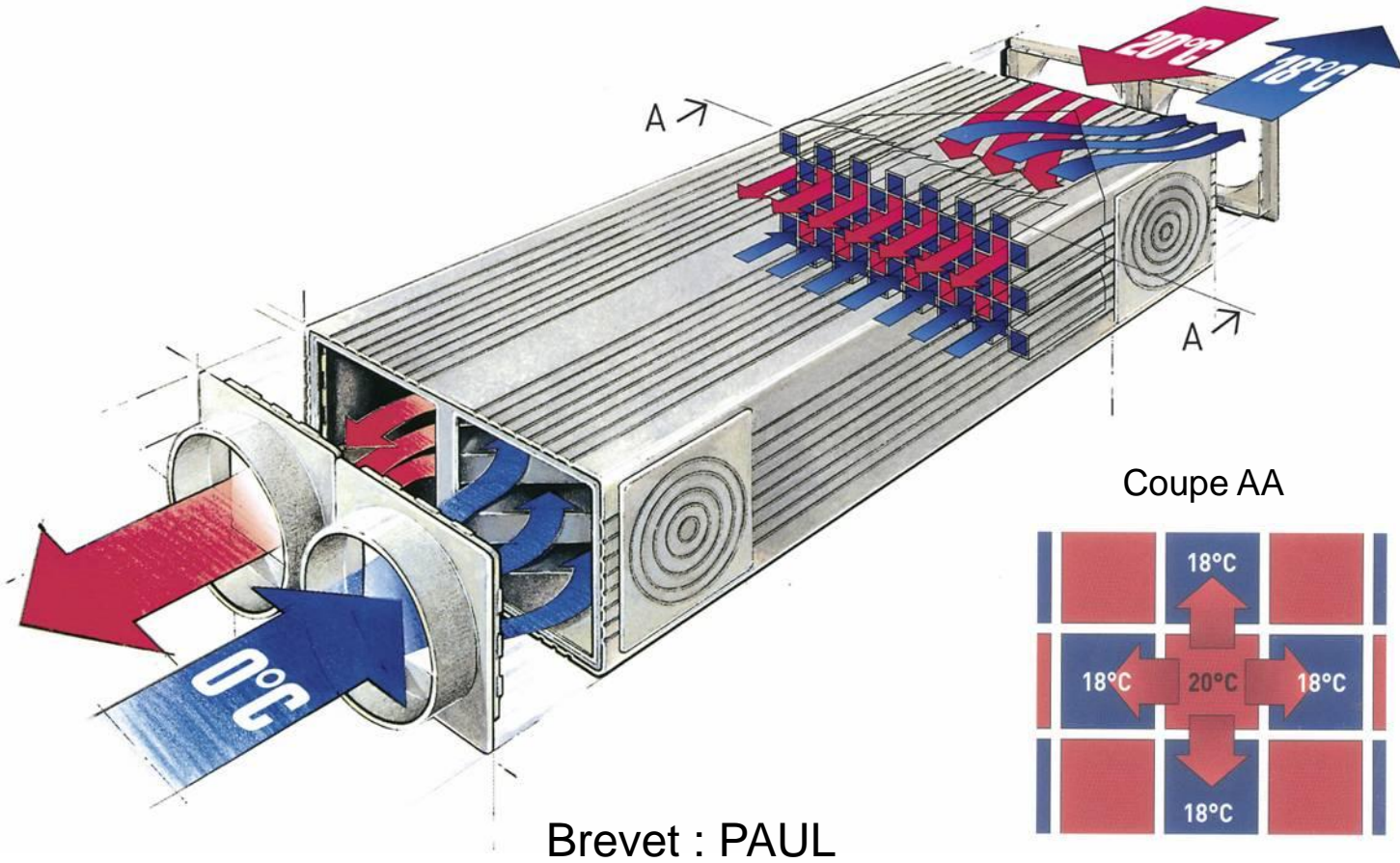


Les différents types
d'échangeurs de chaleur
(courants croisés et contre-
courant, plaques et tubes)

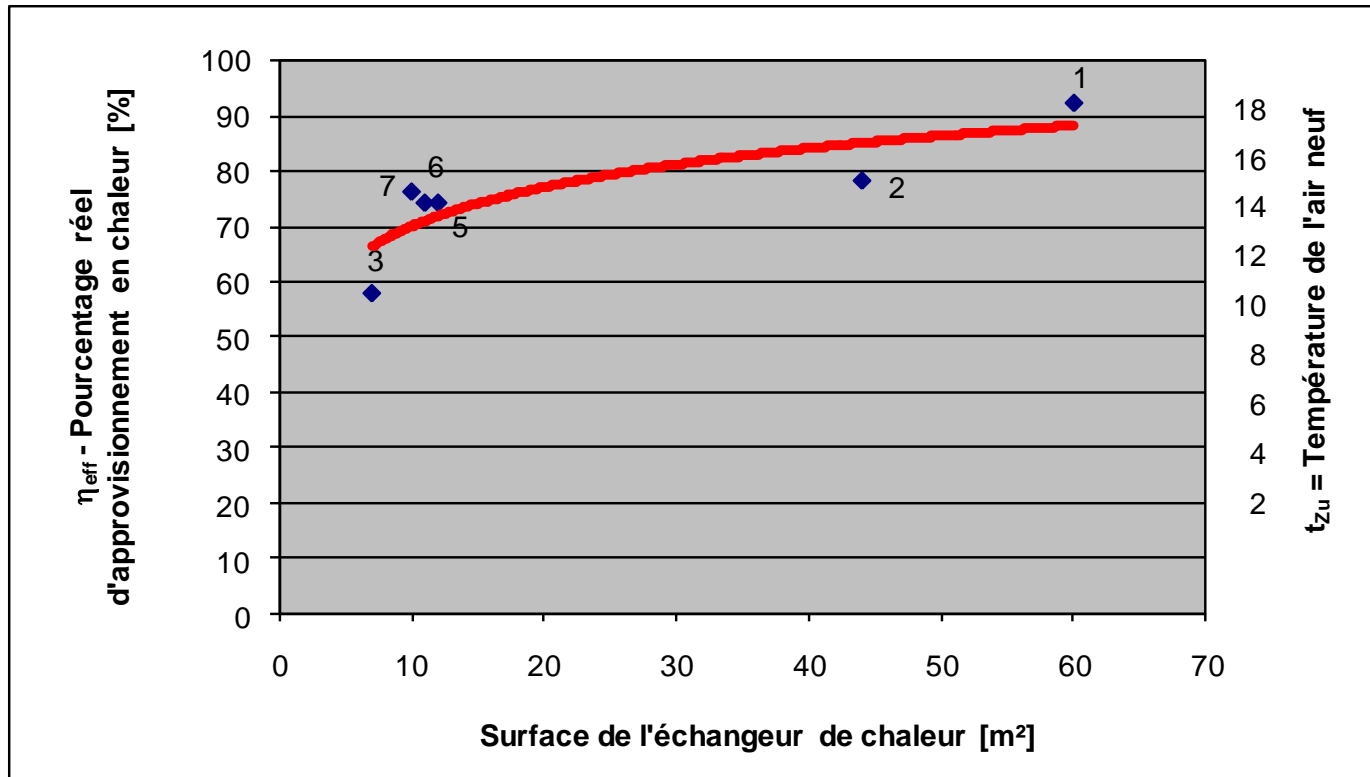
Les différents types d'échangeurs de chaleur

Schéma de principe				<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #cccccc; margin-right: 5px;"></div> Courants croisés </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #ffcccc; margin-right: 5px;"></div> Contre-courant </div> </div>
	Courant croisé	Courant croisé/contre-courant	Contre-courant	
Surface échangeur [m ²]	4 – 10	6 – 14	17 – 60	
Profil du flux				
Récupération de chaleur [%] selon PHPP (progiciel de conception d'une maison passive)	50 – 70	70 – 80	85 – 99 (92)	

Montage de l'échangeur de chaleur à tubes

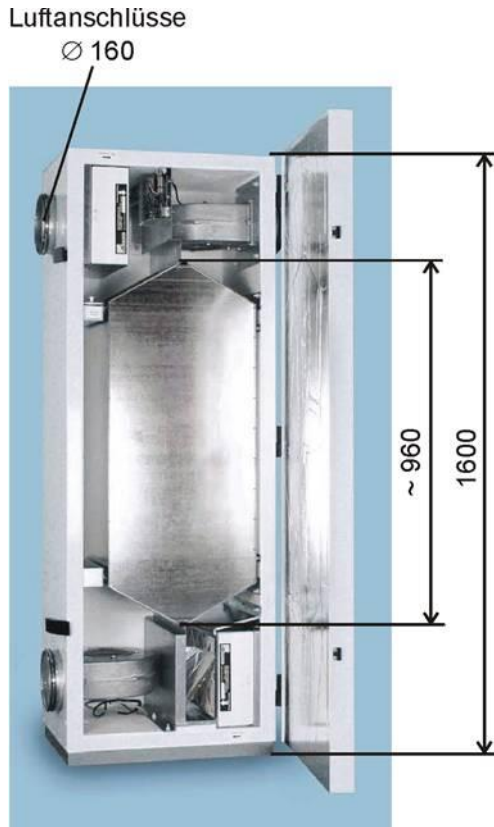


Rapport entre le pourcentage réel d'approvisionnement en chaleur et la surface de l'échangeur de chaleur



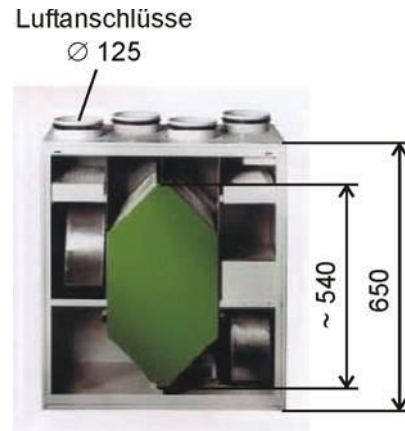
Un exemple :

Trois échangeurs de chaleur pour un même objectif d'utilisation :



Echangeur de chaleur à tubes à contre-courant
(PAUL)

$$\dot{V} = 100 - 300 \text{ m}^3/\text{h}$$



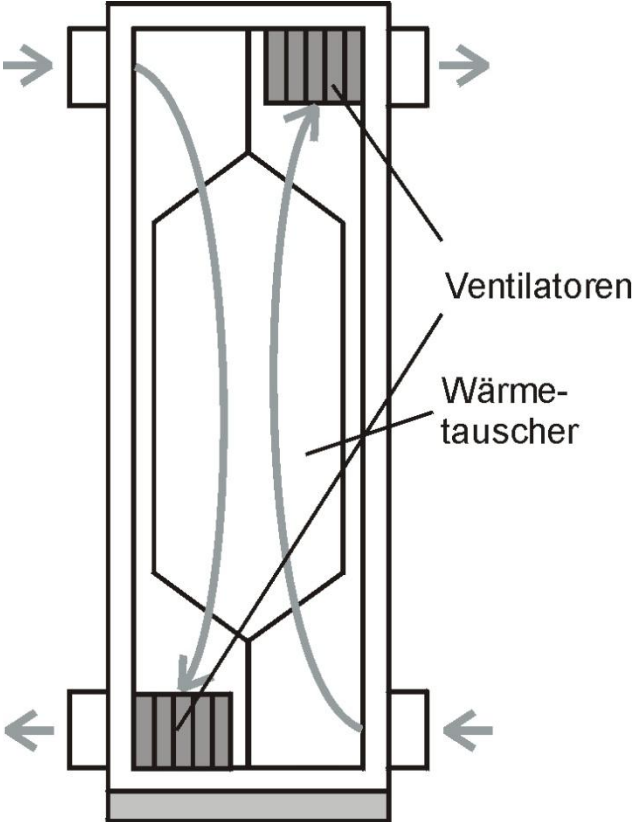
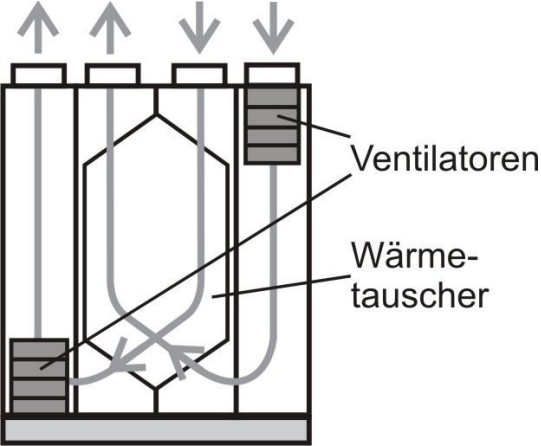
Echangeur de chaleur à plaques à contre-courant




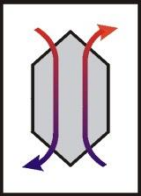
$$\dot{V} = 85 - 295 \text{ m}^3/\text{h}$$




Echangeur de chaleur à plaques à courants croisés

$$\dot{V} = 120 - 350 \text{ m}^3/\text{h}$$

<p>Récupérateur de chaleur grand format (technique innovante) Type atmos 175 DC (Paul)</p>	<p>Récupérateur de chaleur petit format (technique actuelle)</p>
 <p>Ventilatoren</p> <p>Wärme-tauscher</p>	 <p>Ventilatoren</p> <p>Wärme-tauscher</p>

	Récupérateur de chaleur grand format (technique innovante) Type atmos 175 DC (Paul)	Récupérateur de chaleur petit format (technique actuelle)
	<p>1. Appareil larges volumes → Faible volume sonore</p>	<p>2. Petit appareil à coudages étroits → Volume sonore important</p>
	<p>→ Faibles pertes de pression et leurs conséquences</p>	<p>→ Fortes pertes de pression et leurs conséquences</p>
	<p>→ Faible consommation de courant des ventilateurs</p>	<p>→ Forte consommation de courant des ventilateurs</p>
	<p>2. Echangeur de chaleur grand format (voir „Efficacité par rapport à la taille du corps d'échangeur“)</p> <ul style="list-style-type: none"> → Faibles pertes de pression → Faible niveau de bruit (25,7 dB(A) pour 150 m³/h et à une distance de 1 m) → Assez faible puissance absorbée par les ventilateurs (38 W pour 150 m³/h et 100 Pa) → Haut rendement $\eta = 88...92\%$ plus d'économie d'énergie → Confort élevé : Température de soufflage 18°C 	<p>2. Echangeur de chaleur petit format (voir „Efficacité par rapport à la taille du corps d'échangeur“)</p> <ul style="list-style-type: none"> → Fortes pertes de pression → Niveau de bruit élevé (40 dB(A) pour 150 m³/h et à une distance de 1 m) → Assez forte puissance absorbée par les ventilateurs (58 W pour 150 m³/h et 100 Pa) → Faible rendement = 60...75 % moins d'économie d'énergie → Faible confort : Température de soufflage 12...14 °C²⁹

	Petit récupérateur de chaleur	Grand récupérateur de chaleur
		
Débit	200 m ³ /h	200 m ³ /h
Pression externe	$\Delta p = 100 \text{ Pa}$	$\Delta p = 100 \text{ Pa}$
Perte de pression interne	forte	faible
Puissance absorbée	87 W	54 W


 298 kWh/a Consommation supplémentaire

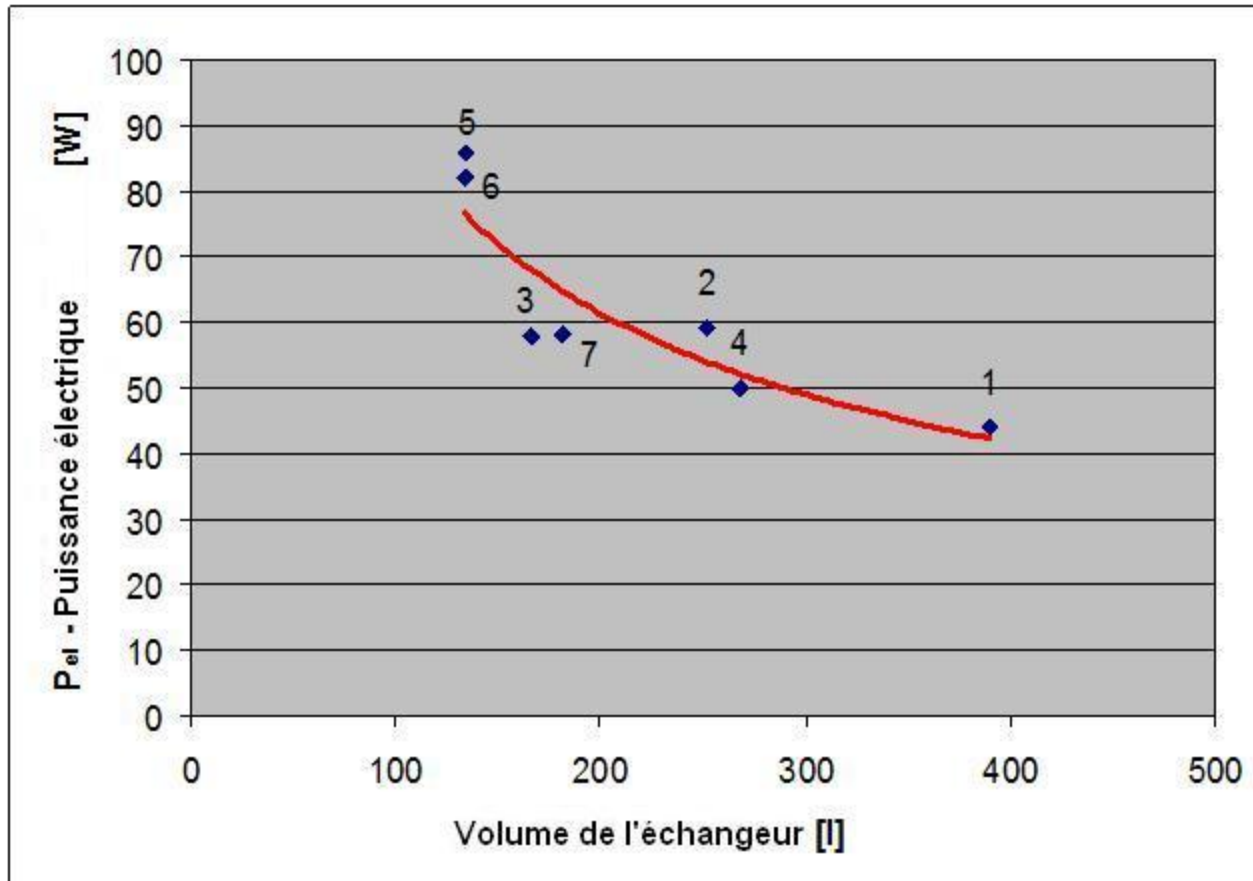
3,8 kWh/m²a Consommation d'énergie primaire →

Vitesse de l'air dans l'appareil	élevée	faible
Volume sonore	élevé	faible
Pour 150 m ³ /h et 100 Pa à 3 m de distance	↓ 27,5 dB(A)	↓ 22 dB(A)
A 1 m de distance	34,8 dB(A) (40 dB(A) → autre appareil)	25,7 dB(A)

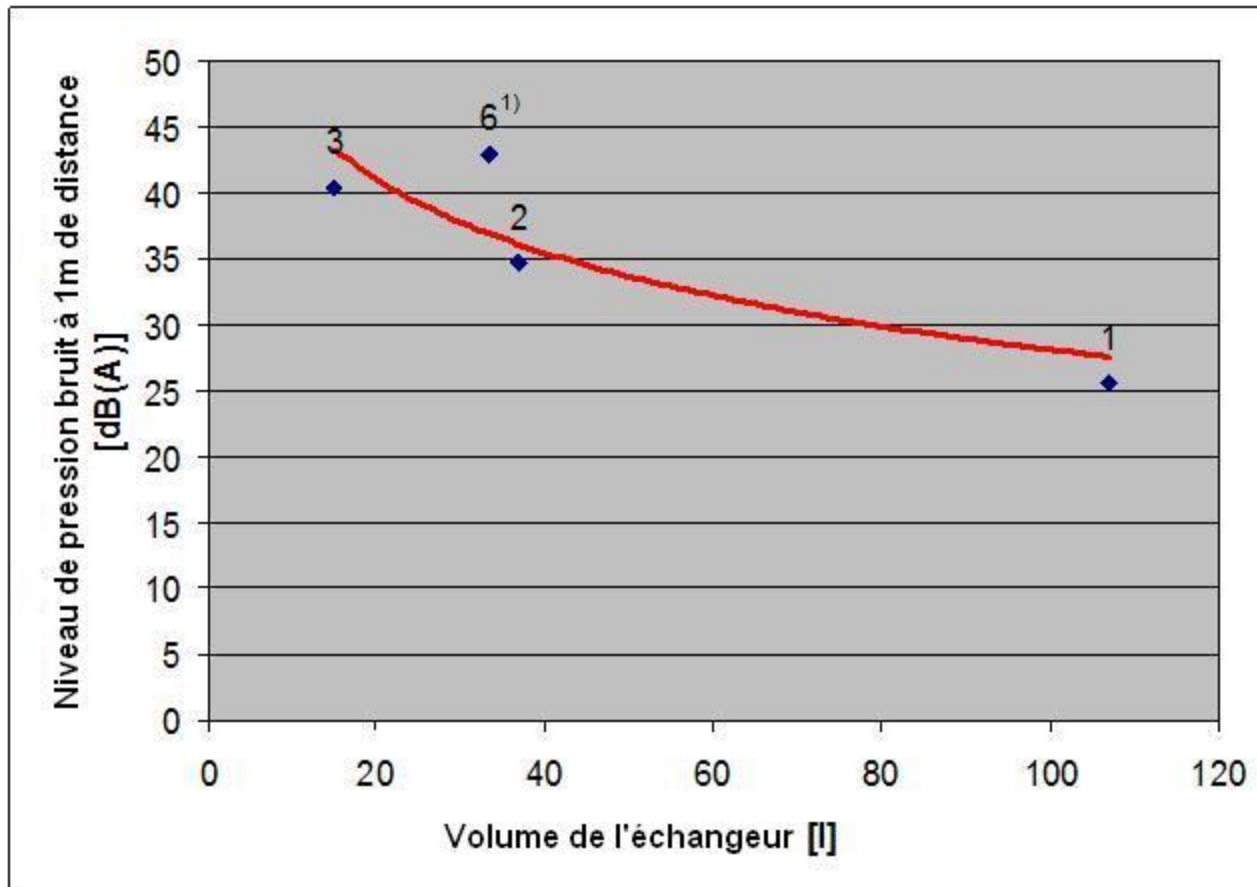
25 % du besoin en énergie primaire annuel d'une maison passive
 15 kWh/m²a (pour un appareil compact avec $\epsilon = 3$)

Facteur de puissance : énergie de chauffage = énergie primaire)

Rapport entre la puissance absorbée et le volume de l'appareil



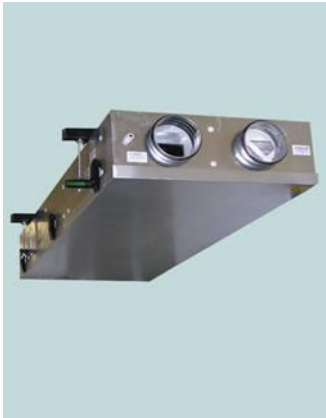
Rapport entre le niveau de pression acoustique et le volume de l'échangeur de chaleur



- ¹⁾ Le volume total de l'appareil est, pour 6 nettement plus petit (134 l) que pour 2 (252 l) – c'est pour cela que le niveau de pression acoustique est plus élevé pour 6 que pour 2.

Appareils centralisés et non centralisés

Récupérateur de chaleur centralisé



climos 100 (S) / 150 DC (S)

Débit volumétrique pour 100 Pa
jusqu'à 110 m³/h (climos 100 DC)
jusqu'à 150 m³/h (climos 150 DC)



multi 100 / 150 DC

Débit volumétrique pour 100 Pa
jusqu'à 100 m³/h (multi 100 DC)
jusqu'à 150 m³/h (multi 150 DC)



atmos 175 DC

Débit volumétrique pour 150 Pa
jusqu'à 300 m³/h
2 formes de construction



thermos 200 / 300 DC

Débit volumétrique pour 100 Pa
jusqu'à 200 m³/h (thermos 200 DC)
jusqu'à 380 m³/h (thermos 300 DC)



santos 370 DC santos F 370 DC

Débit volumétrique pour 100 Pa
jusqu'à 370 m³/h (santos)
jusqu'à 370 m³/h (santos F)



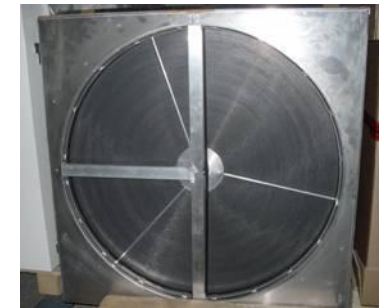
campus 500 DC

Débit volumétrique pour 100 Pa
jusqu'à 600 m³/h



maxi 800 jusqu'à 6000 DC

Débit volumétrique pour 100 Pa
jusqu'à 800 m³/h (maxi 800 DC)
jusqu'à 1200 m³/h (maxi 1200 DC)
jusqu'à 2000 m³/h (maxi 2000 DC)
jusqu'à 3000 m³/h (maxi 3000 DC)
jusqu'à 4000 m³/h (maxi 4000 DC)
jusqu'à 6000 m³/h (maxi 6000 DC)



Système à rotor

Débit volumétrique 2.000
jusqu'à 20.000 m³/h

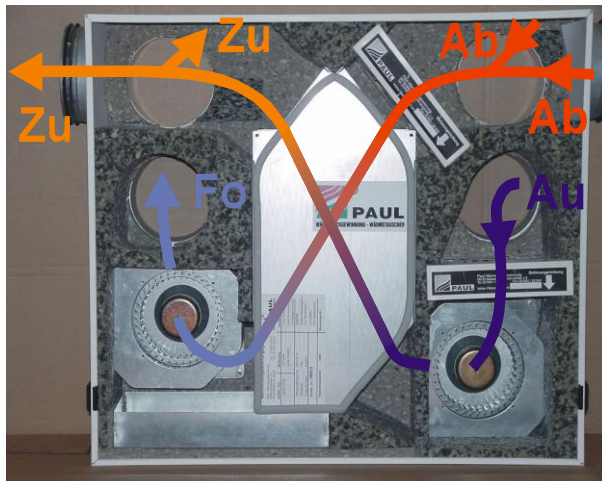
Récupérateur de chaleur non centralisé „ventos“



Vue de face

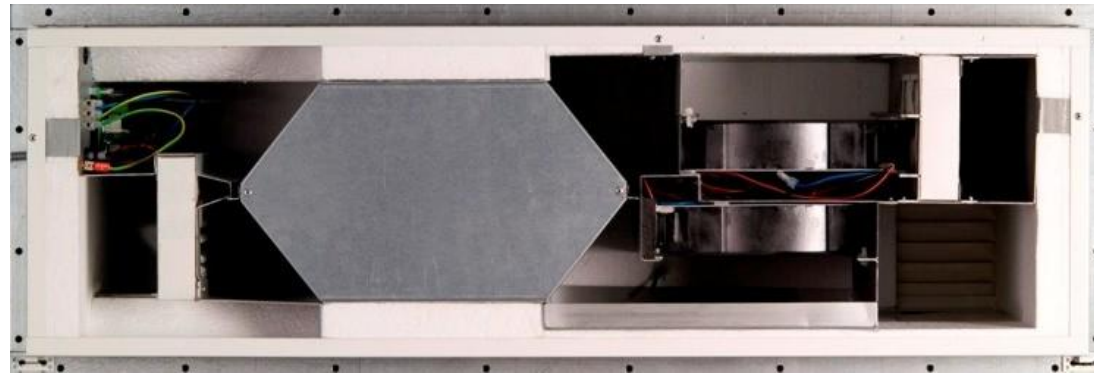


Avec supports latéraux

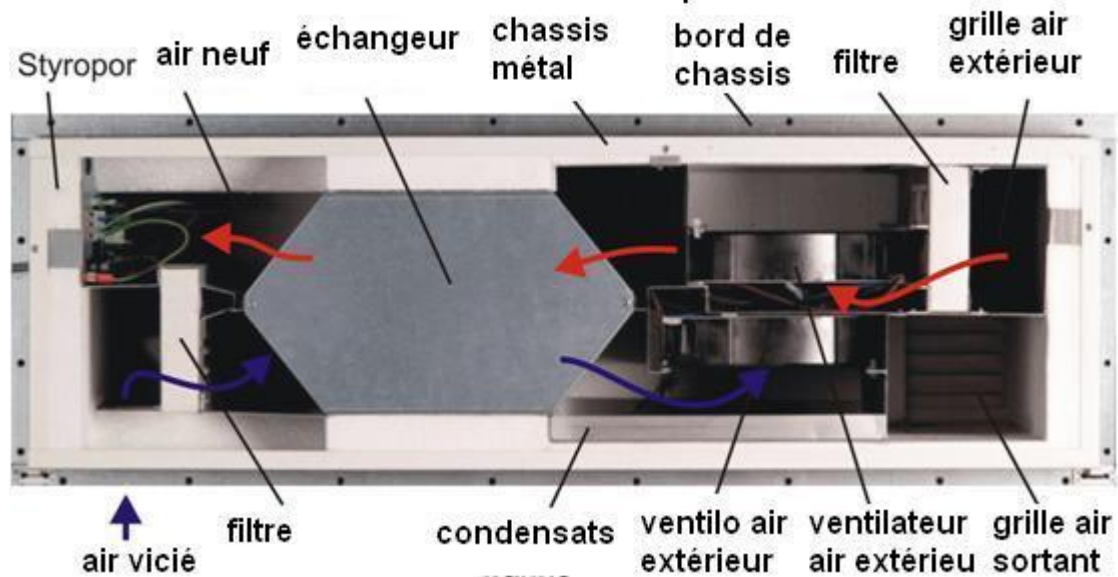


Structure

Récupérateur de chaleur non centralisé „luxor 30 DC“

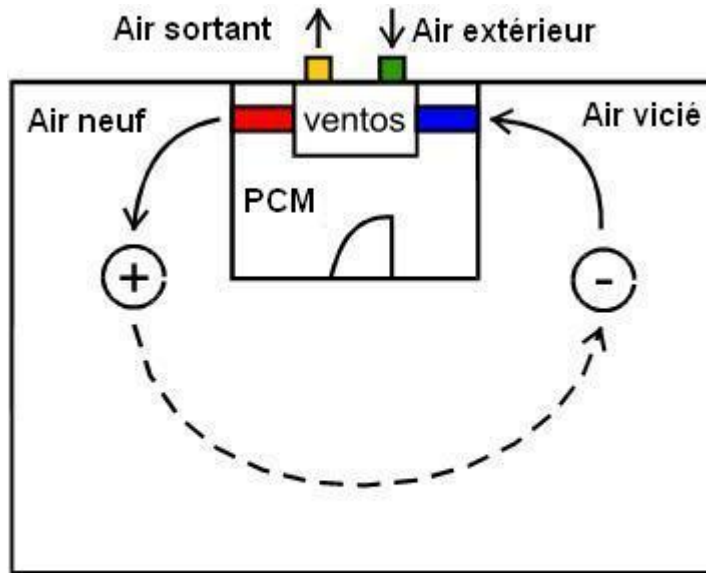


Vue de devant sans capot



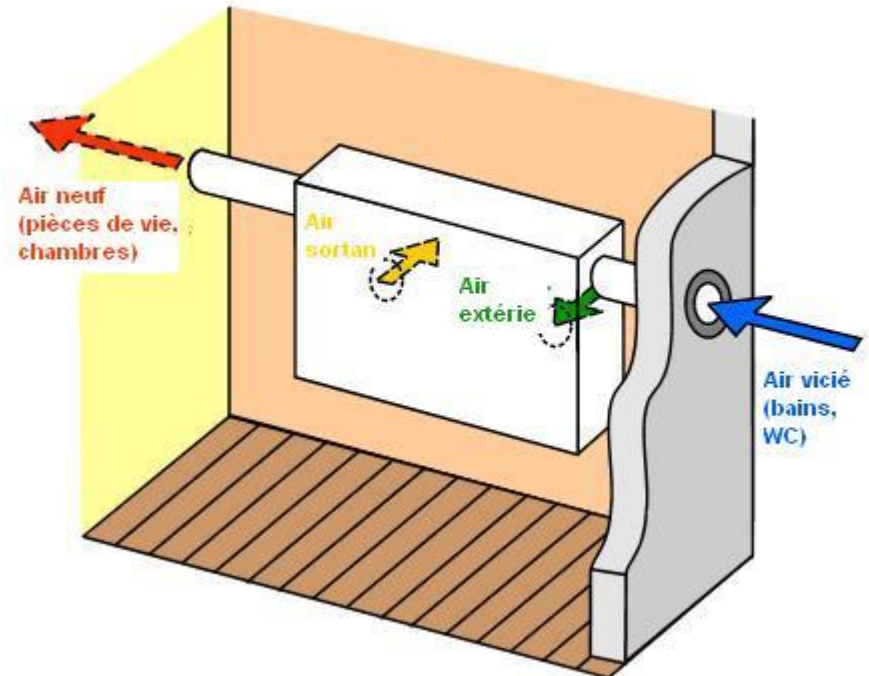
Solution individuelle

Solution individuelle



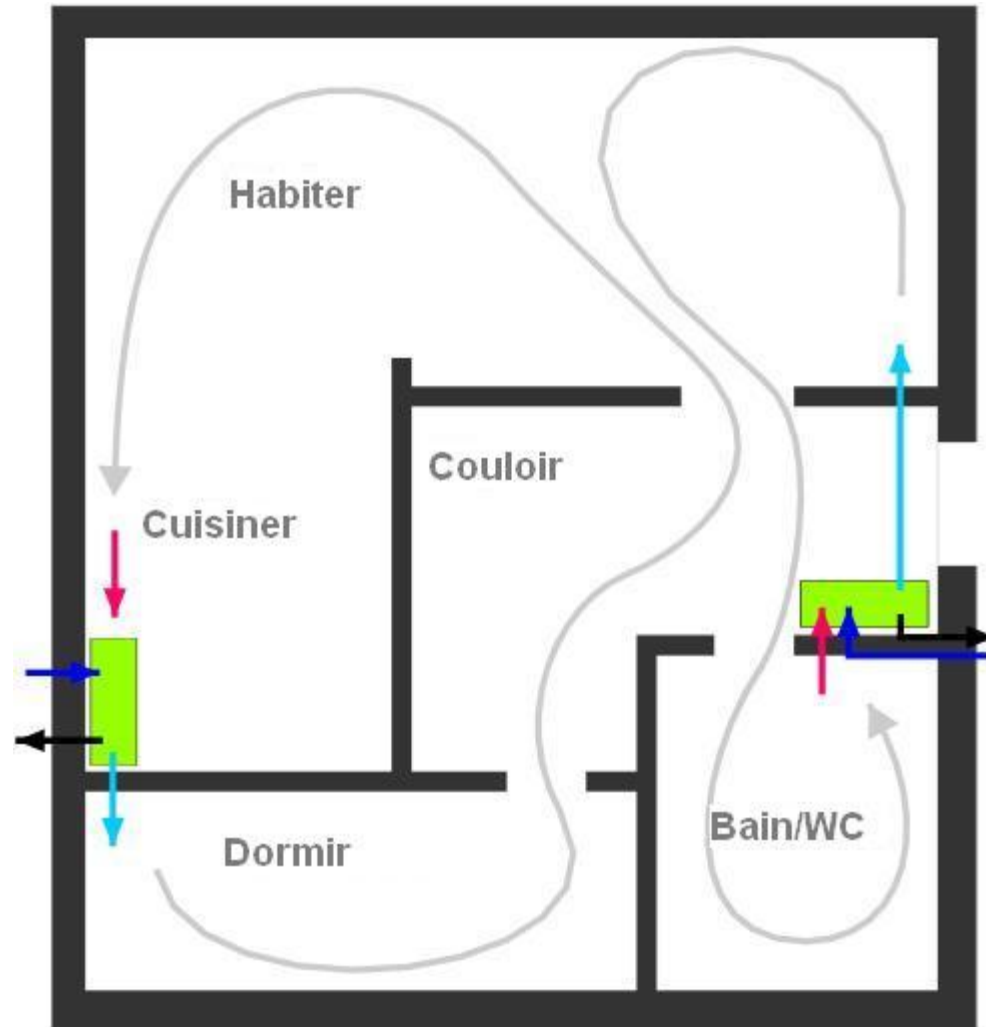
⊕ - surpression ⊖ - Sous pression

PCM = pièce de connection de la maison

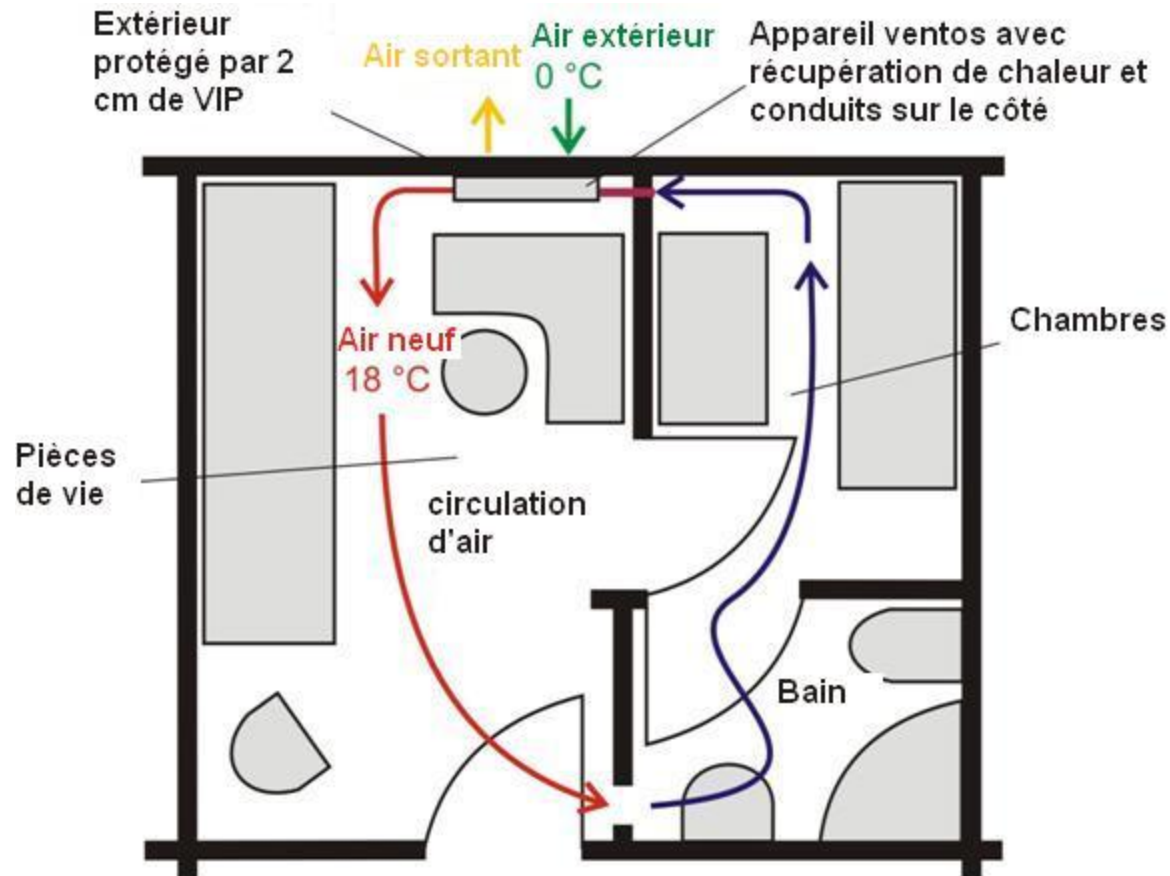


- Evacuation contrôlée des produits nocifs
- Approvisionnement contrôlé en air frais
- Filtre à air frais
- Très bonne possibilité de dosage pour les pièces fermées
- Récupération de chaleur, donc air neuf chaud et confort élevé

Ventilation individuelle

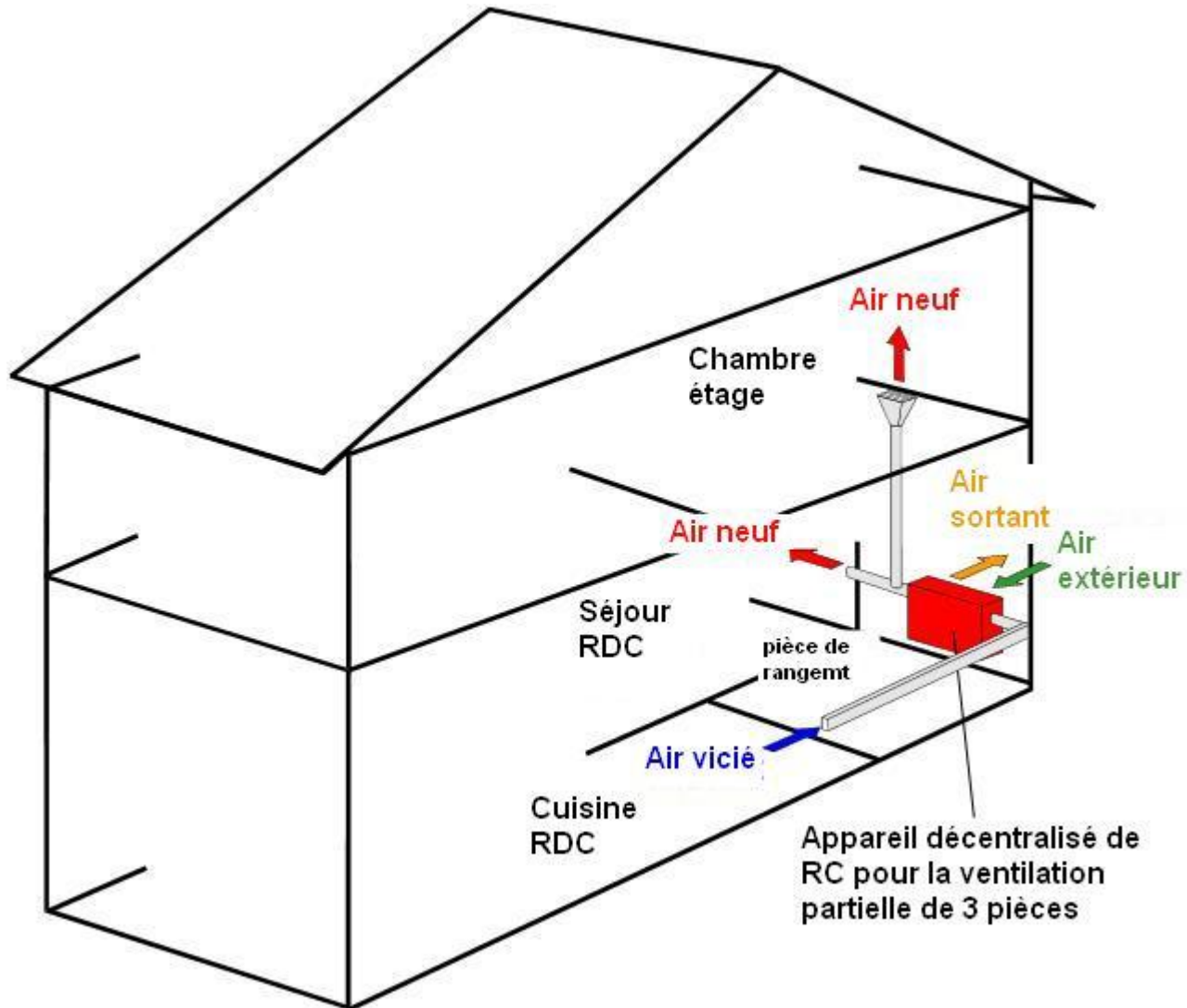


Appartement avec récupération de chaleur „ventos“ et bonne circulation de l'air (solution individuelle)



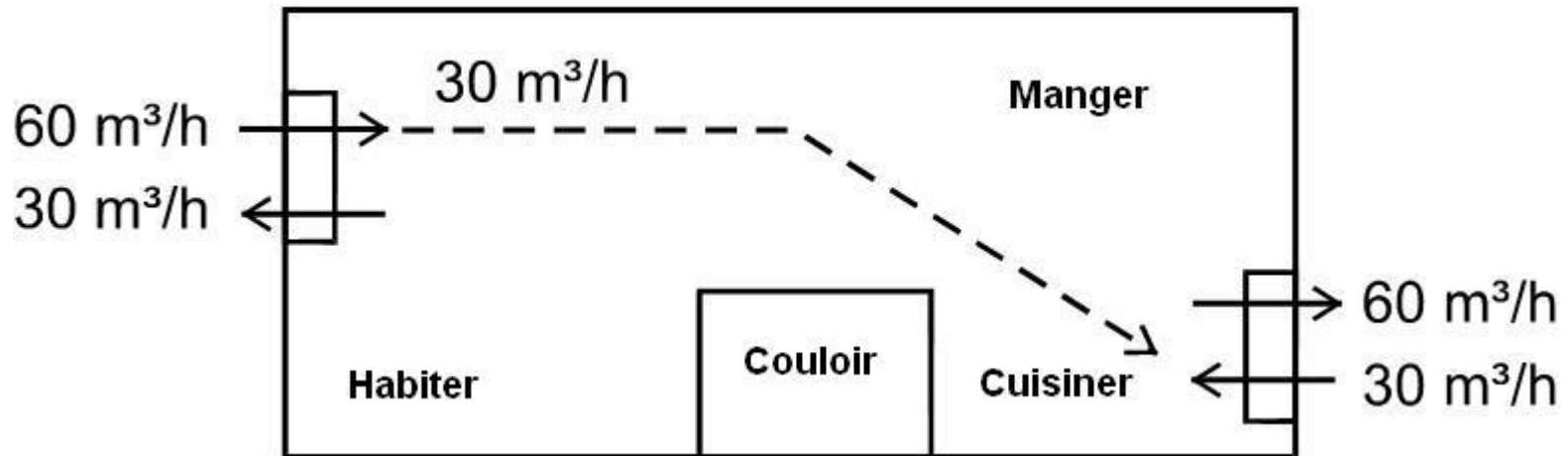
Appartement avec récupération de chaleur „ventos“ et bonne circulation de l'air
(solution individuelle)

Solution individuelle dans un pavillon pour ventilation partielle avec circuit très court



Ventilation transversale

Ventilation transversale sur un étage avec 2 appareils et déséquilibre ciblé

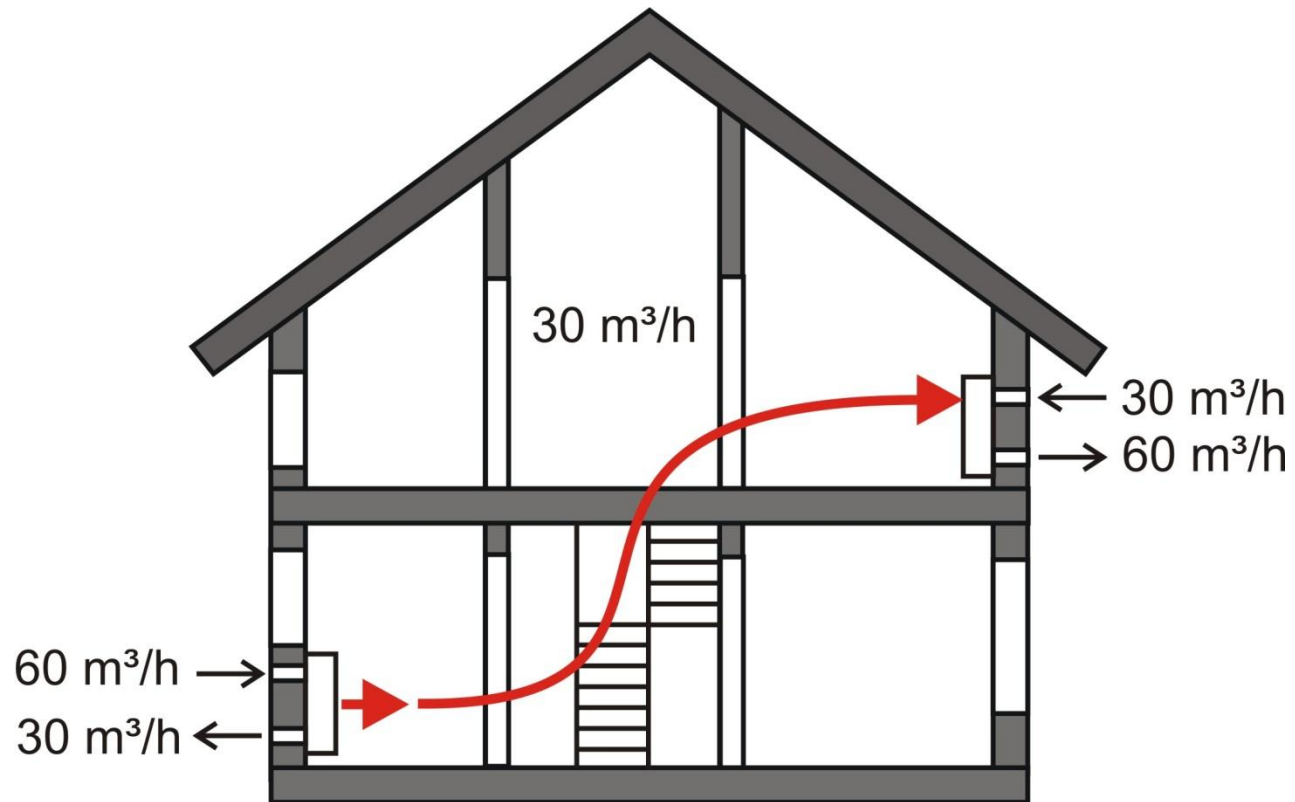


Espace avec air neuf (salle de séjour) : $60 \text{ m}^3/\text{h}$ air neuf, $30 \text{ m}^3/\text{h}$ air vicié

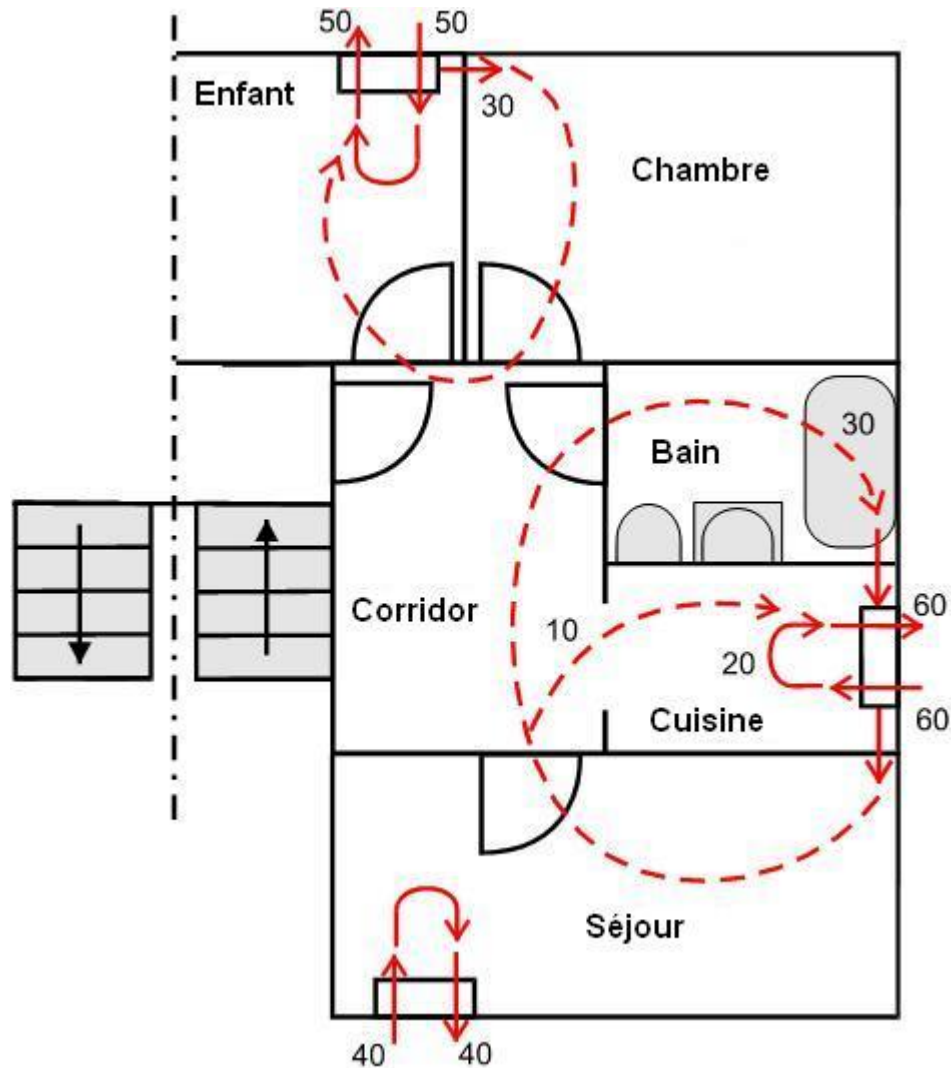
Espace avec air vicié (cuisine, WC) : $30 \text{ m}^3/\text{h}$ air neuf, $60 \text{ m}^3/\text{h}$ air vicié

Total : $90 \text{ m}^3/\text{h}$ air neuf, $90 \text{ m}^3/\text{h}$ air vicié

Ventilation transversale sur 2 étages



Ventilation transversale en habitat collectif (par exemple logement collectif de type WBS 70)



3. Exemples d'application

Pièces individuelles

Récupérateur de chaleur non centralisé „luxor 30 DC“



Vue externe



Vue interne

Appareil „ventos“ intégré

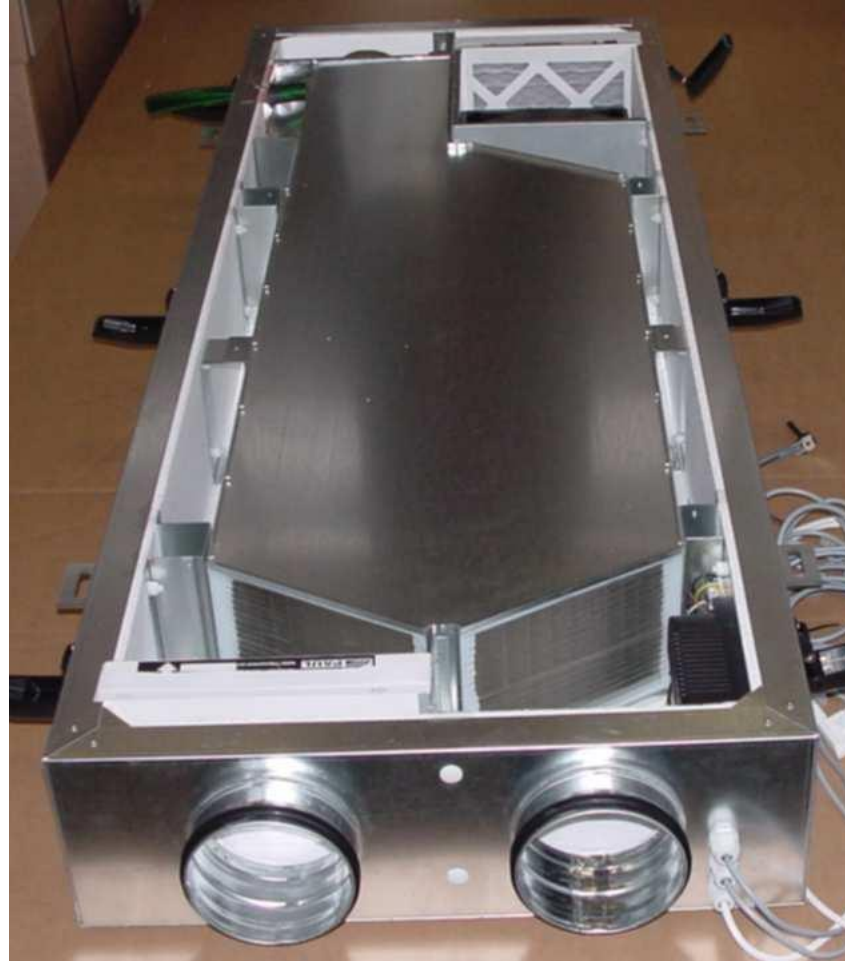


Appareil „ventos“ intégré



Logement

Appareil de plafond „climos 100 DC“

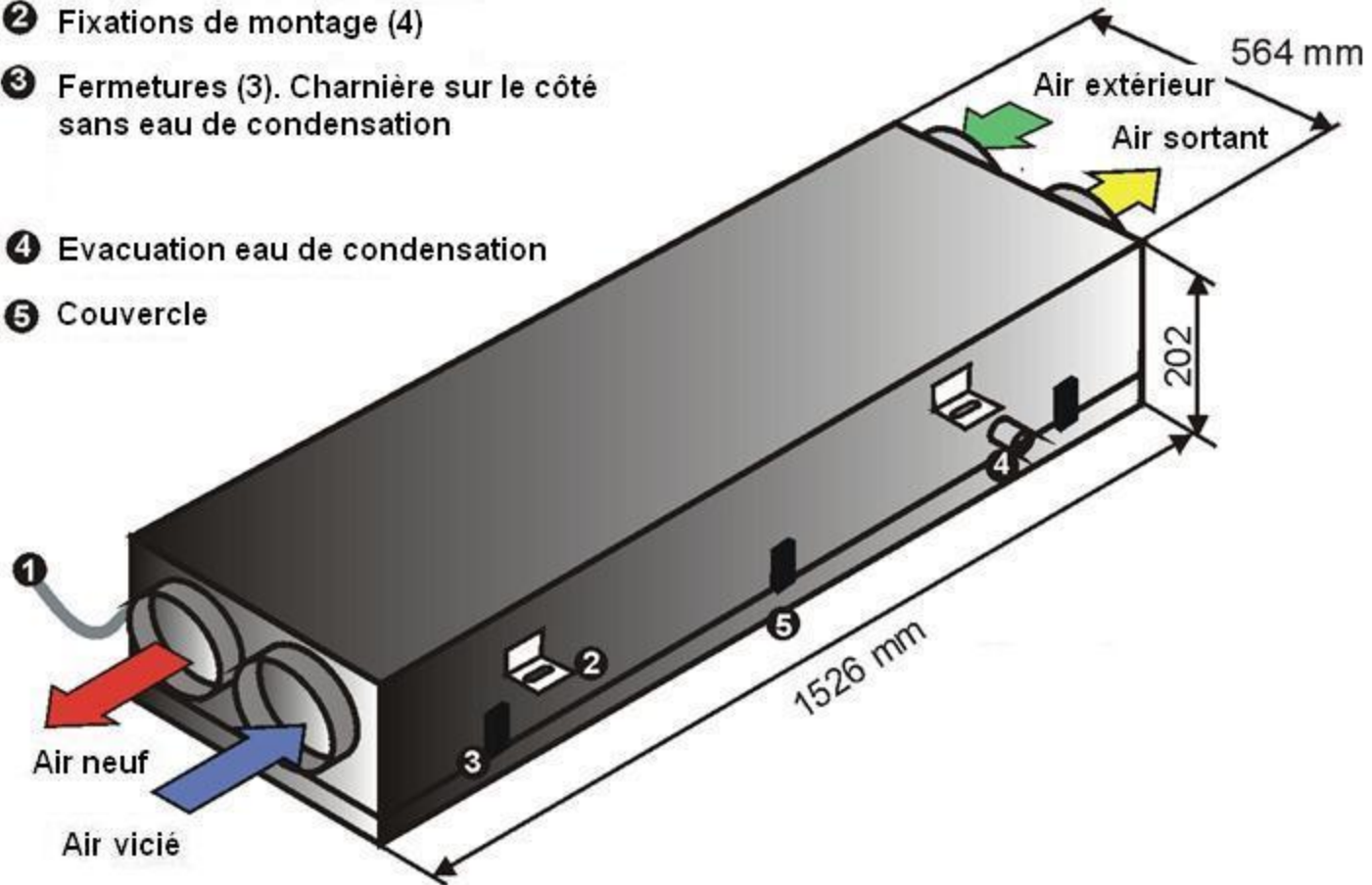


Appareil installé au plafond „climos 100 DC“

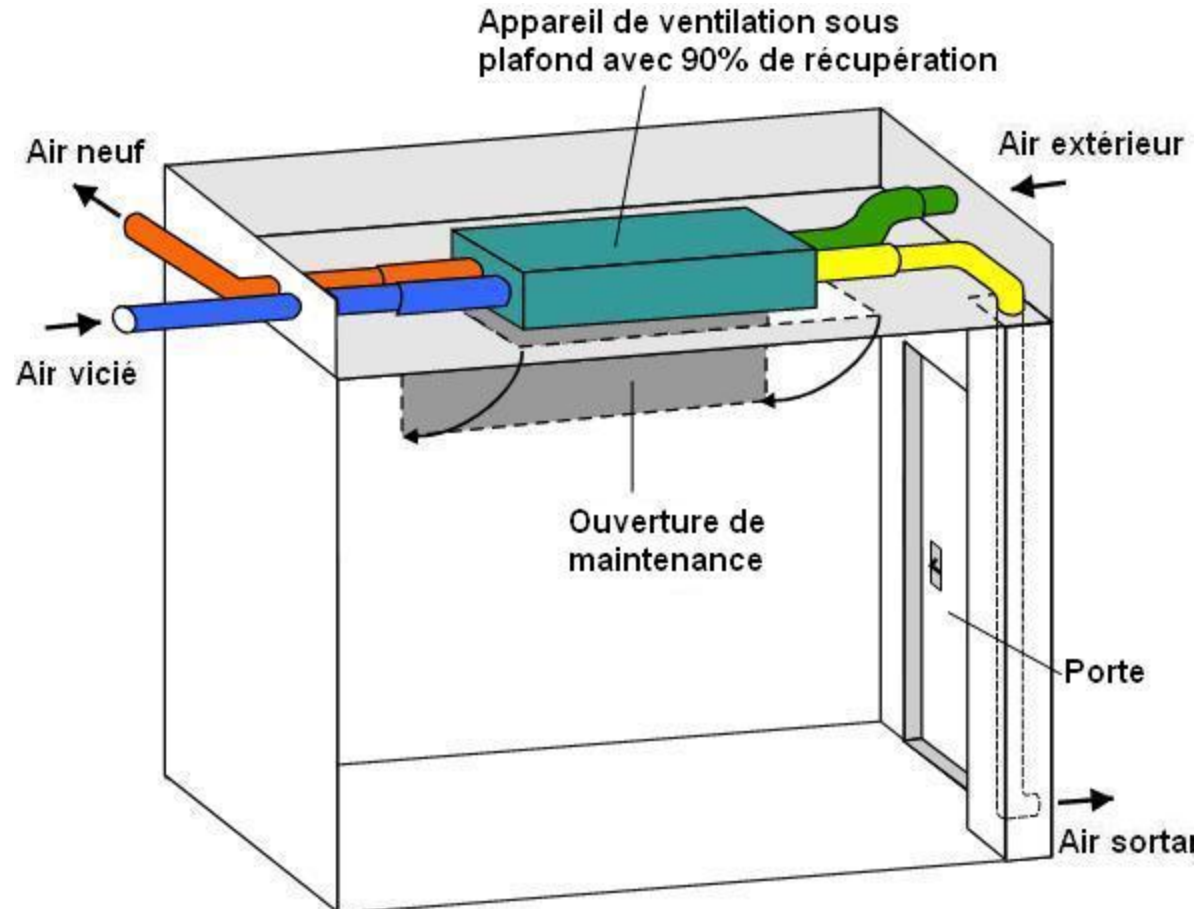


Récupérateur de chaleur „climos 100 DC“

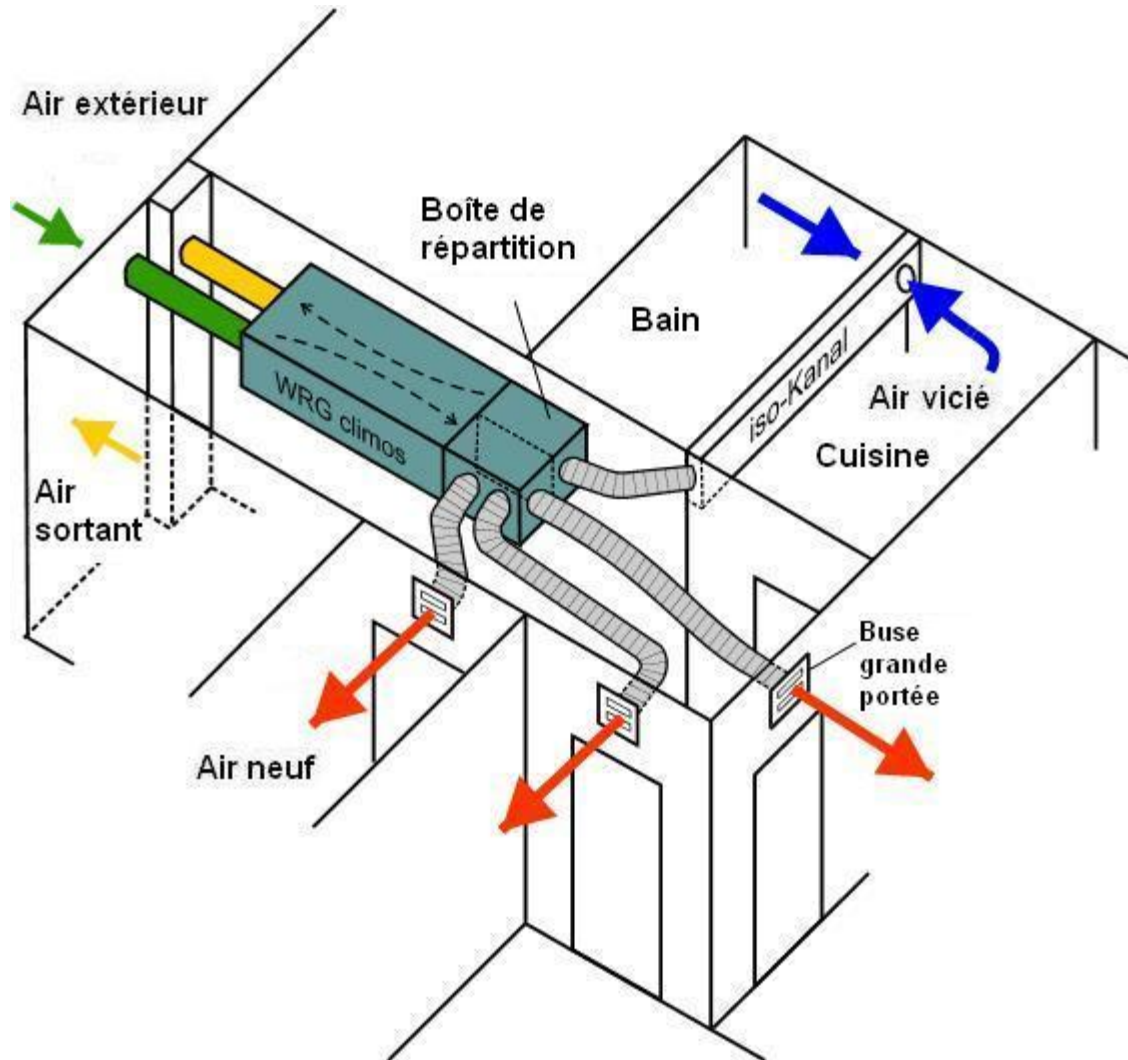
- ❶ Câble de contrôle
- ❷ Fixations de montage (4)
- ❸ Fermetures (3). Charnière sur le côté sans eau de condensation
- ❹ Evacuation eau de condensation
- ❺ Couvercle



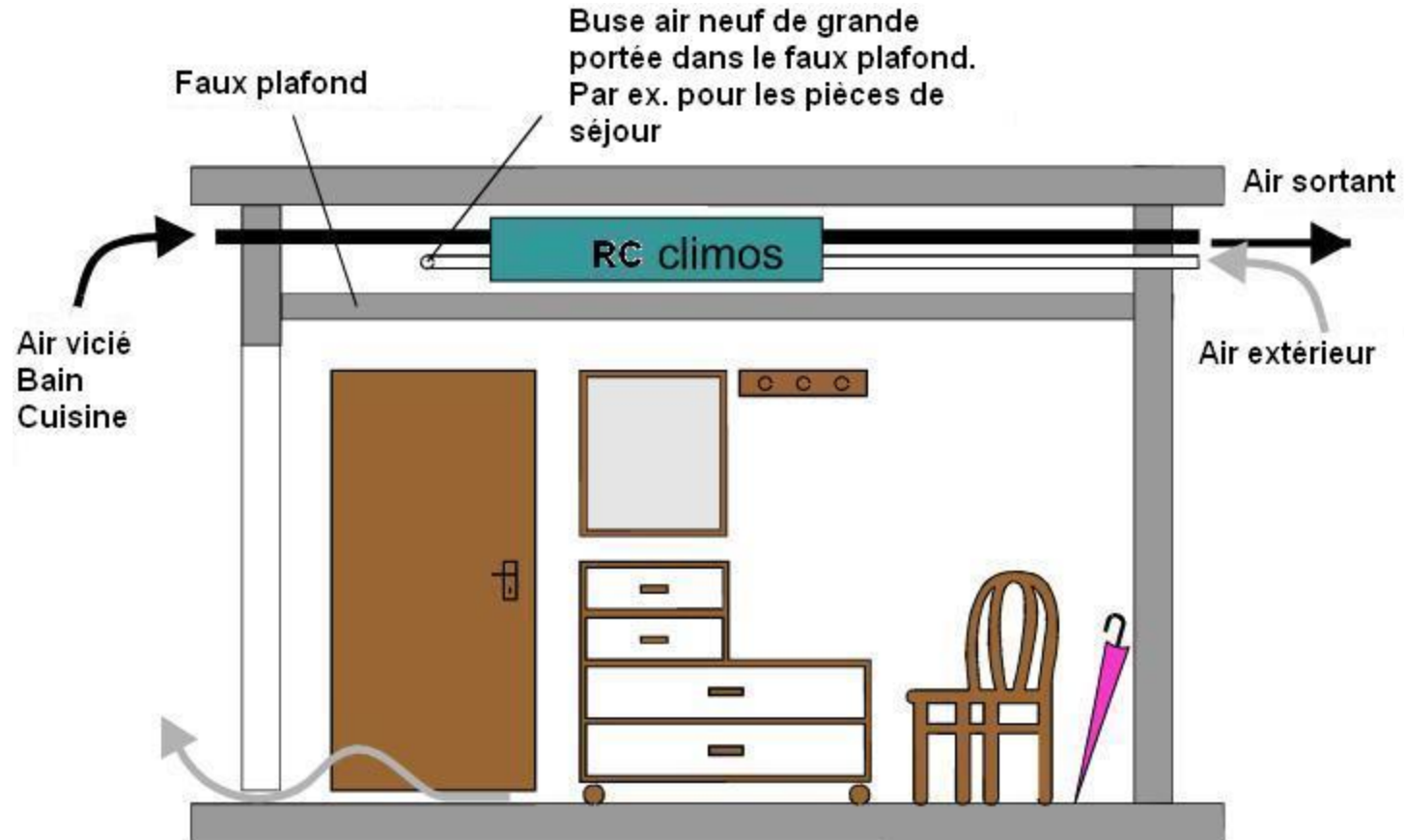
Exemple d'utilisation d'un appareil de plafond dans une maison mitoyenne



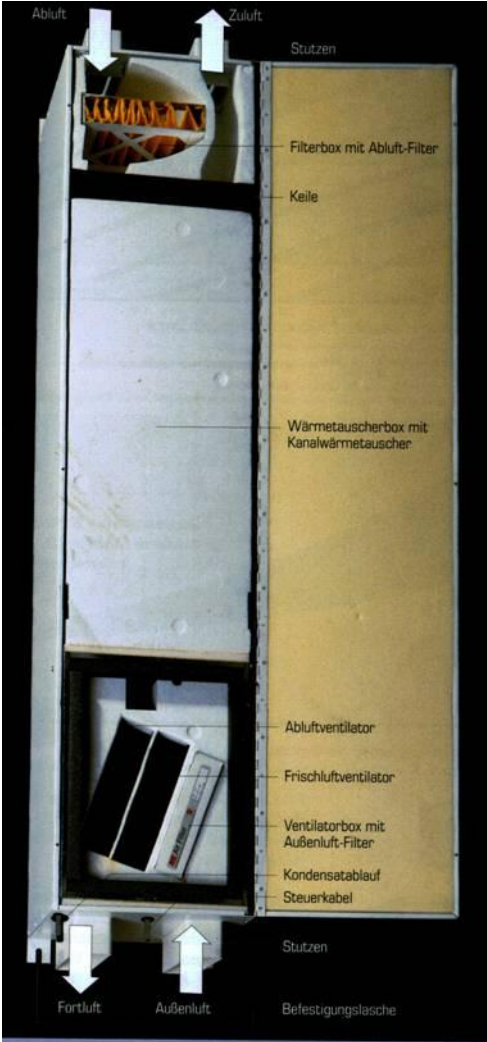
Appareil pour faux-plafond avec conduits de répartition d'air dans chaque pièce



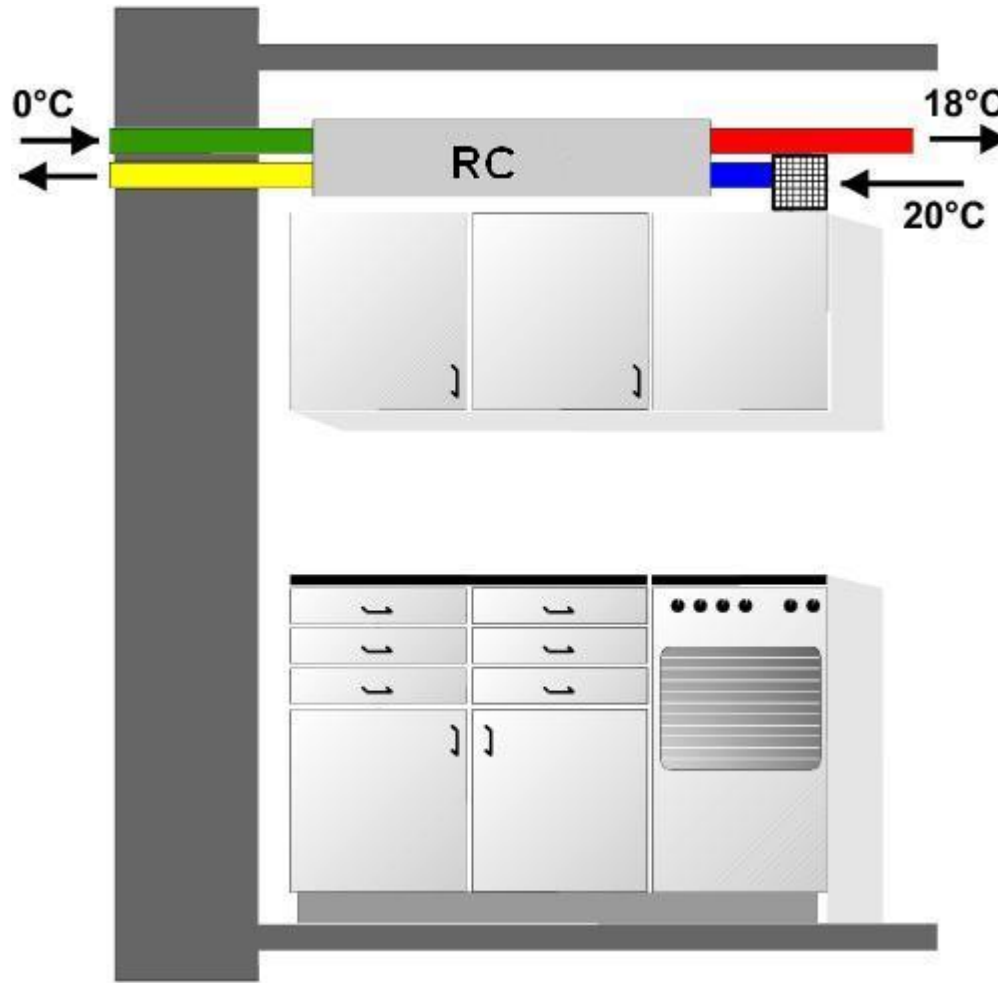
„climos“ dans un faux-plafond dans un corridor



multi 100 / 150 DC



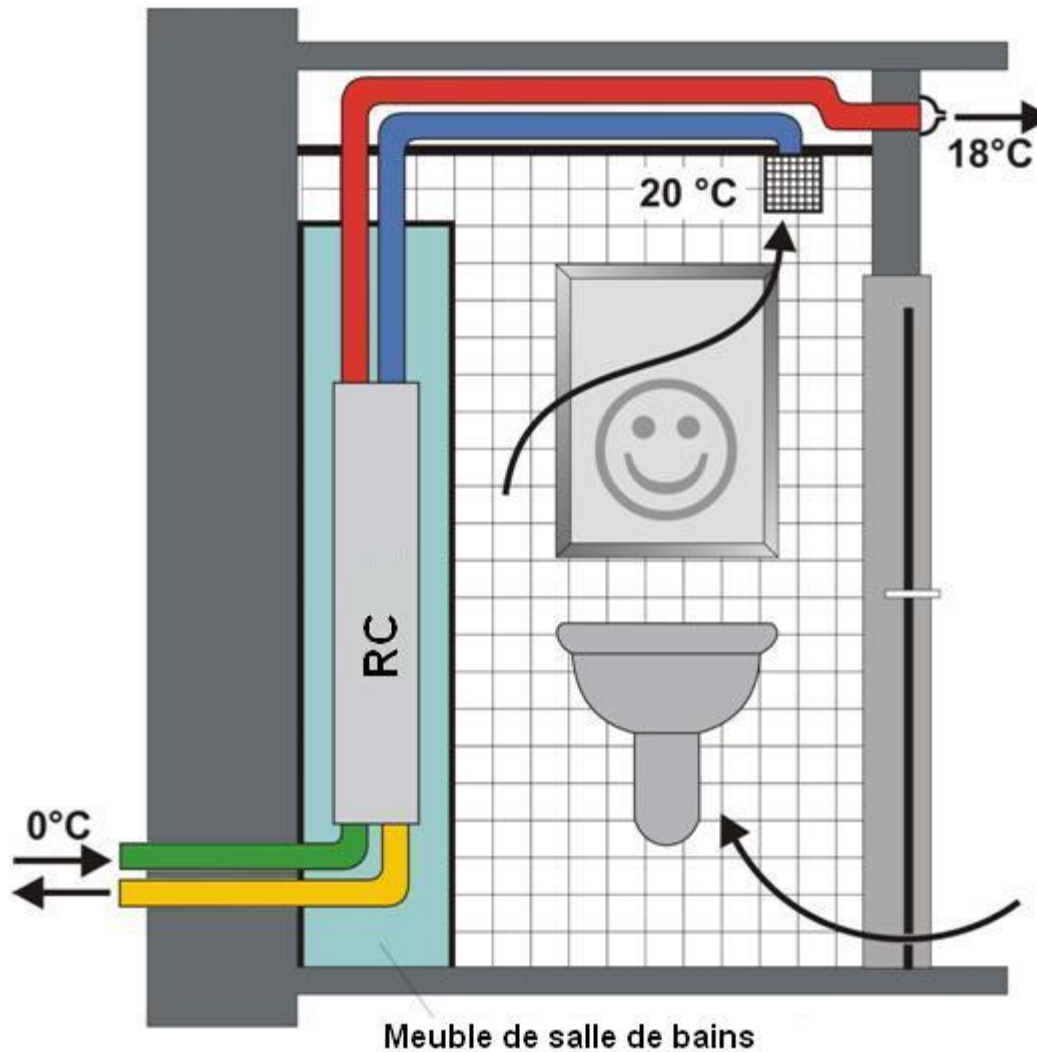
Récupérateur de chaleur (type „multi“) au-dessus des éléments de rangement de la cuisine (derrière le revêtement mural)



Appareil au-dessus d'un placard de cuisine dans un logement rénové



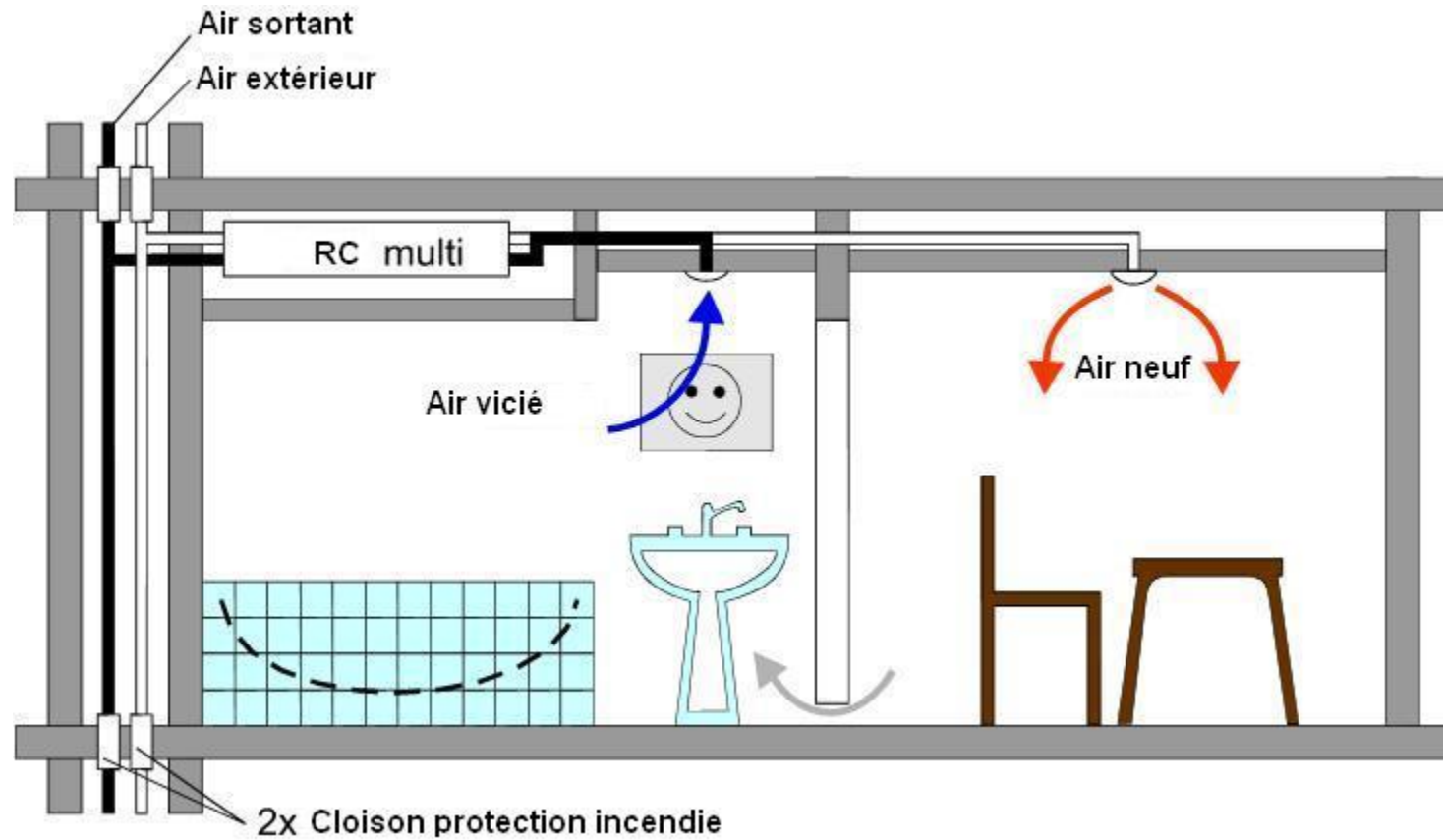
Récupérateur de chaleur (type „multi“) dans un placard de salle de bains



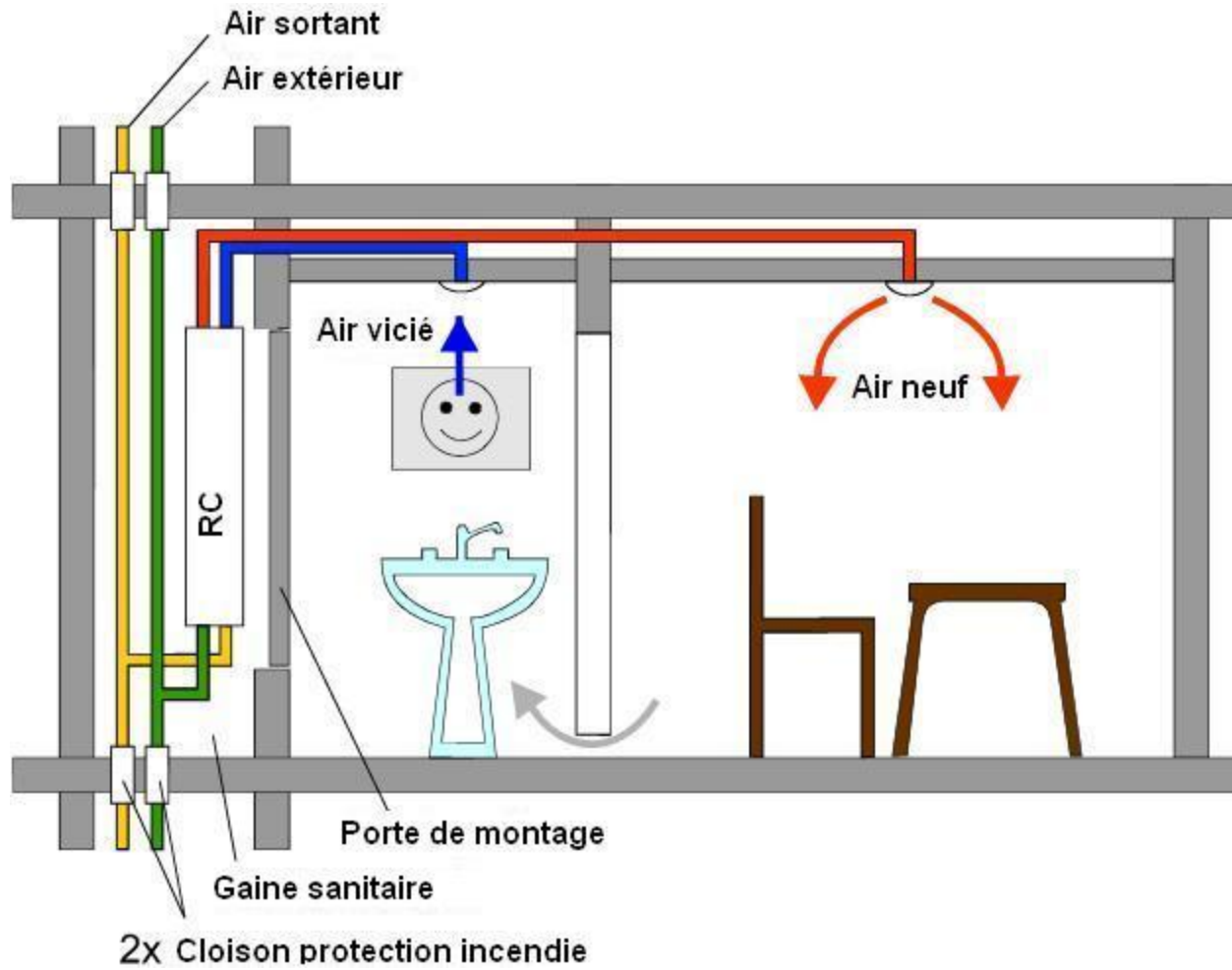
Variante pour meuble de cuisine ou de salle de bains



„Multi“ au-dessus d'une baignoire (recouvert de placo)



„Multi“ dans une colonne sanitaire

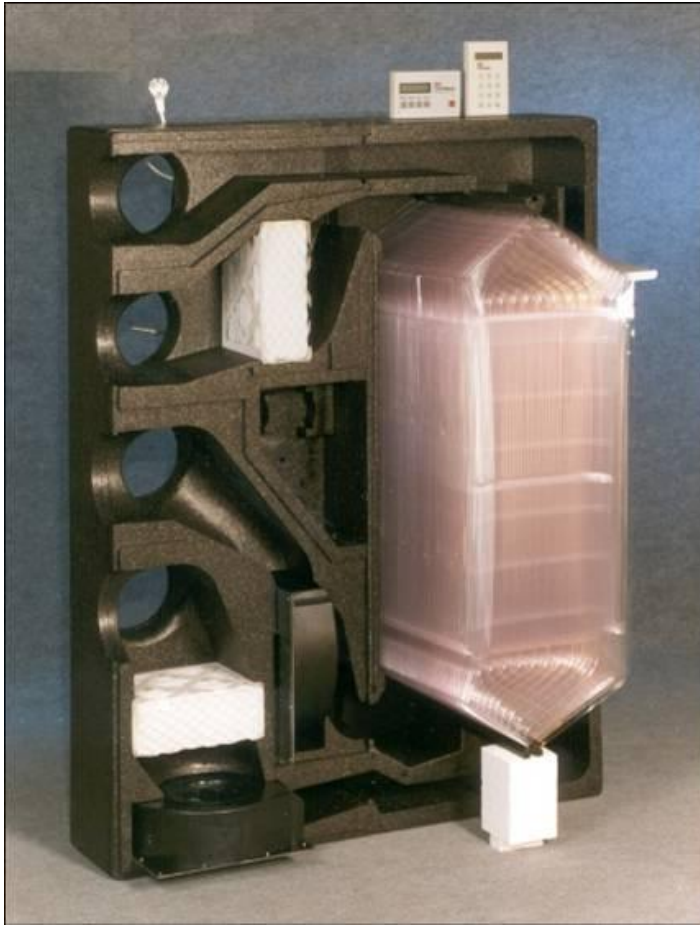


Appareil „multi“ dans un logement rénové à Ludwigshafen

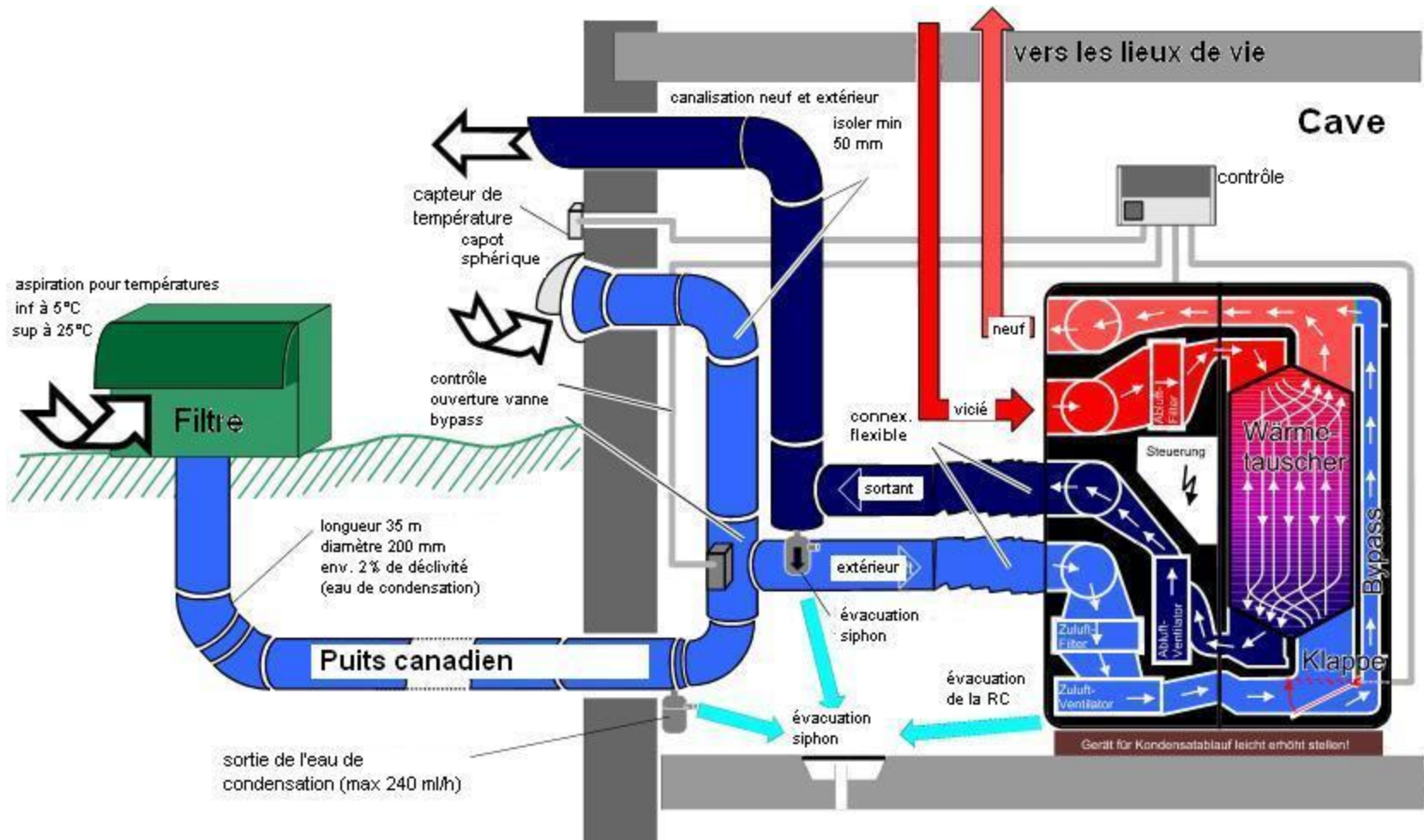


Habitats individuels/collectifs

thermos 200 / 300 DC



Montage d'un récupérateur de chaleur



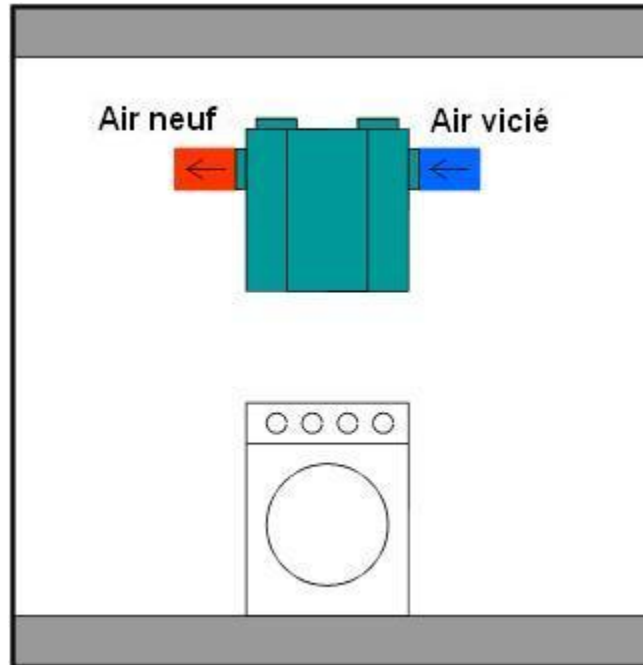
atmos 175 DC



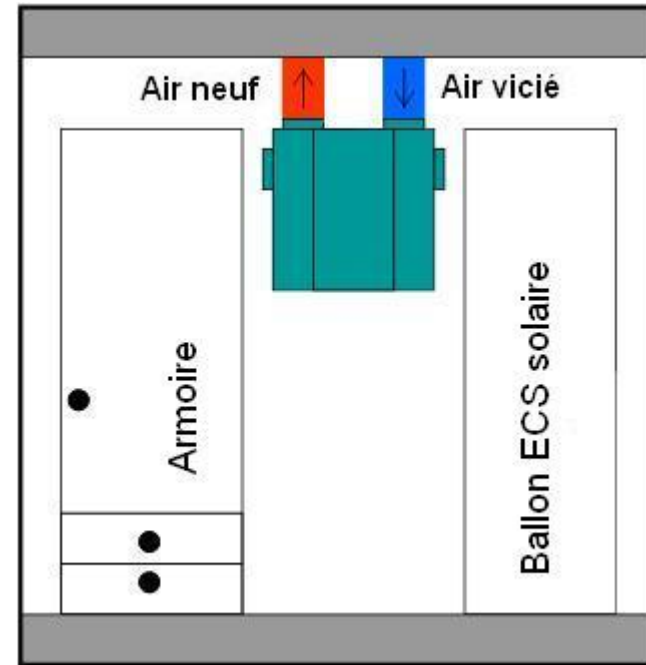
santos 370 DC



Variantes de montage „santos“

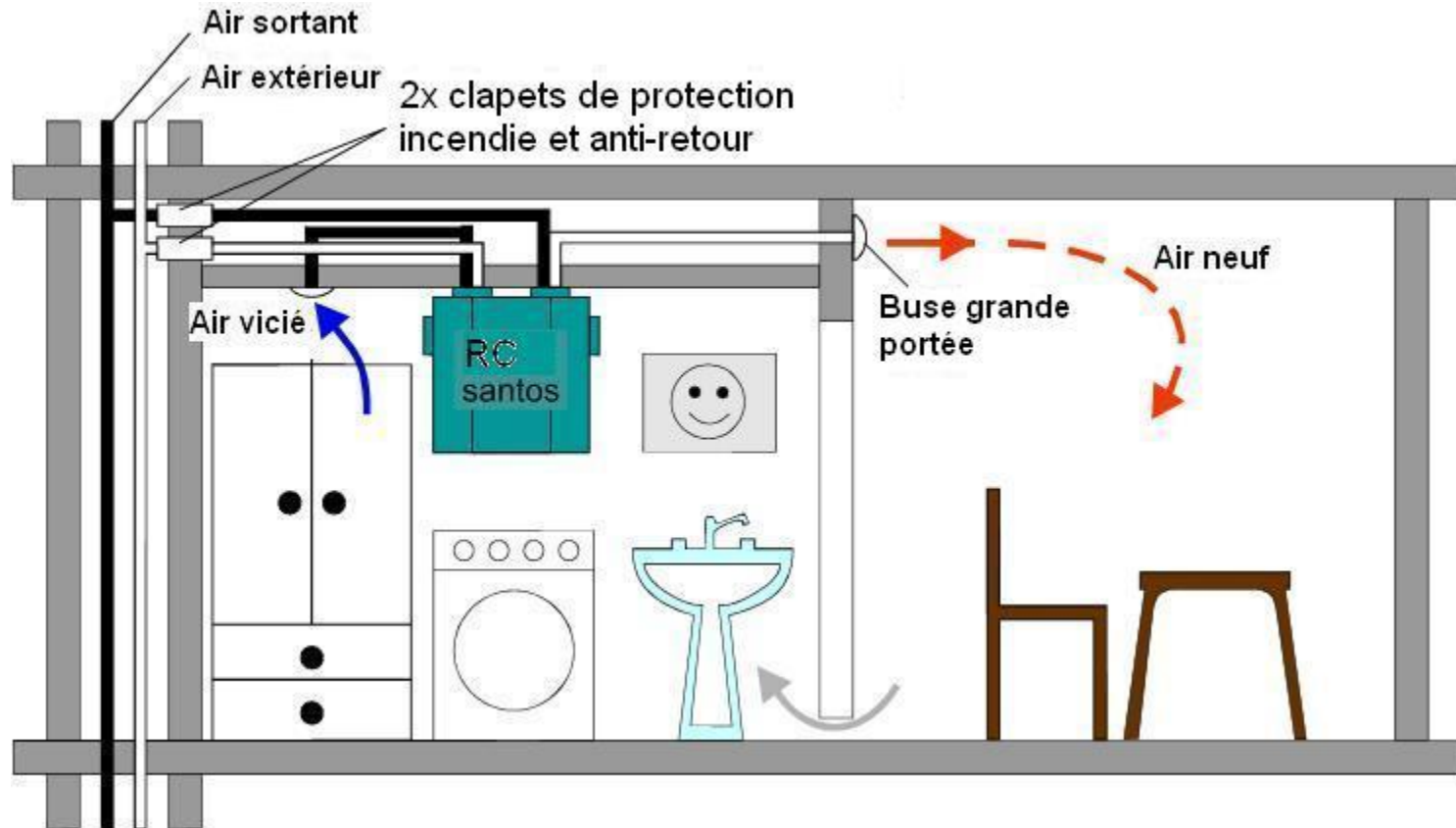


Disposition horizontale du circuit
Appareil sous le plafond

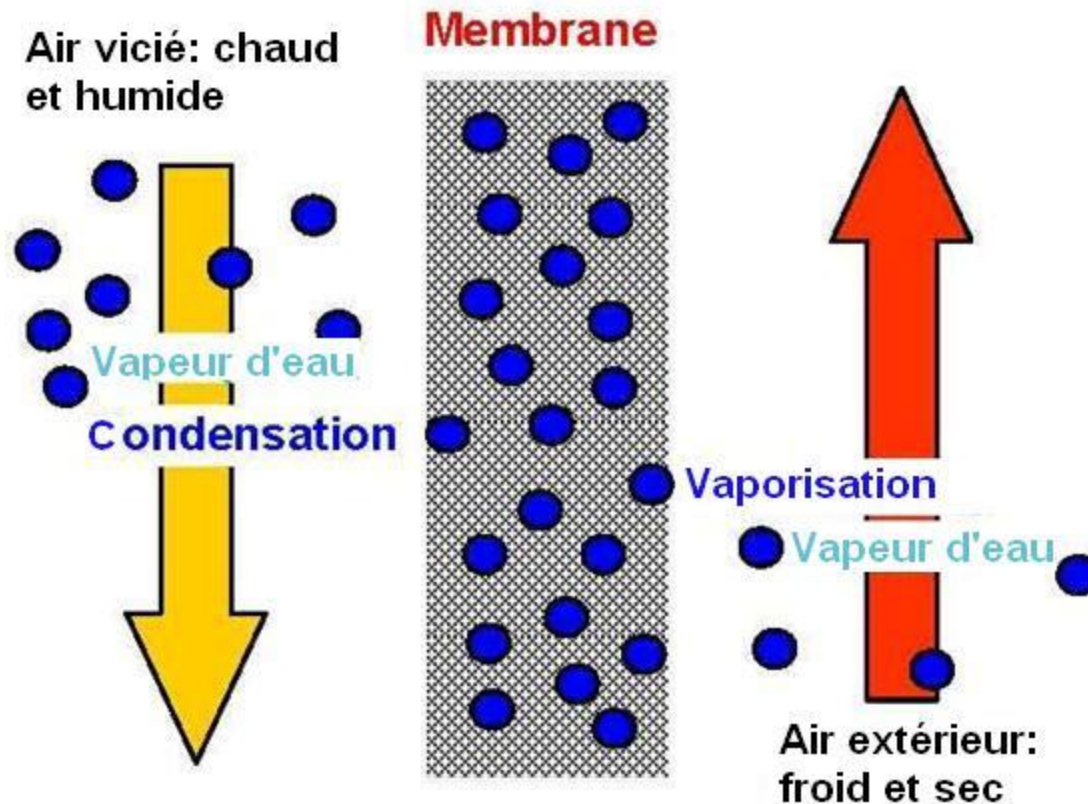


Disposition verticale du circuit
Appareil entre armoire et accumulateur solaire

„santos“ dans le local technique ou la salle de bains



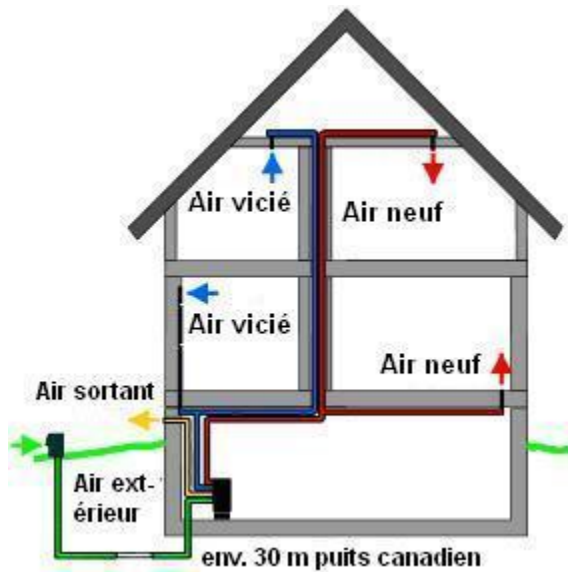
Physique du transport d'humidité par la membrane de l'échangeur de chaleur et d'humidité



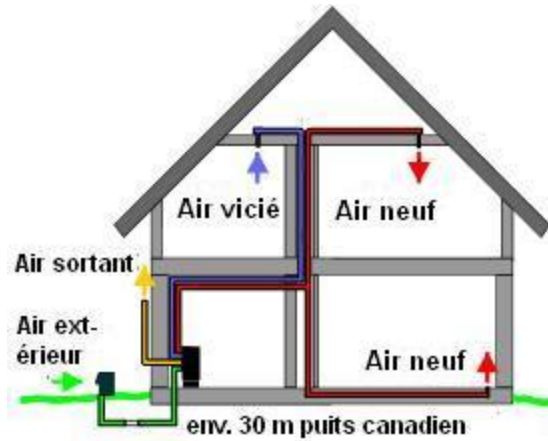
Remarques relatives à l'échangeur de chaleur et d'humidité :

- En plus de la chaleur, l'humidité est également récupérée - ce qui accroît le confort
- Approvisionnement en chaleur jusqu'à 127 %
- Echangeur de chaleur à plaques hygiéniquement sain
- Peu de pièces en mouvement, peu de risques de pannes
- Fonctionnement irréprochable, même en cas de mauvais entretien
- Pas de risque de gel, si $t_{Au} \geq -10$ °C; le dégivreur ou le puits canadien peuvent tomber en panne (Au : air extérieur)
- Pas de propagation des odeurs, même après plusieurs années de fonctionnement
- Entretien peu onéreux (Paire de filtres 38,00 € HT)
- Bon rapport qualité/prix

Emplacement de l'appareil central en habitat individuel

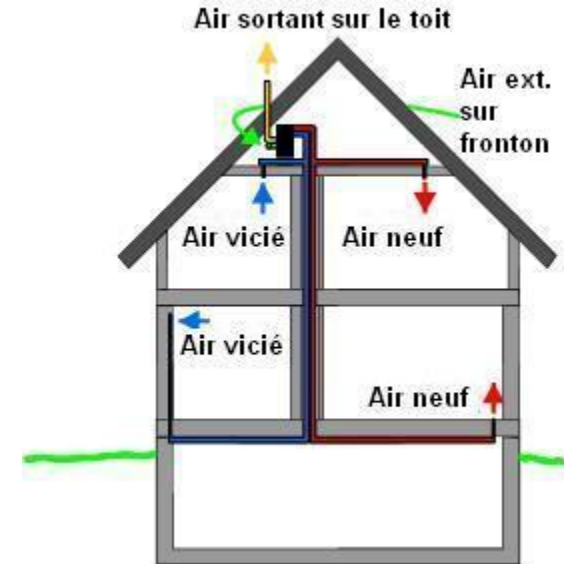


à la cave



dans un local technique

Attention au bruit !
Prévoir l'extraction des condensats du puits canadien !



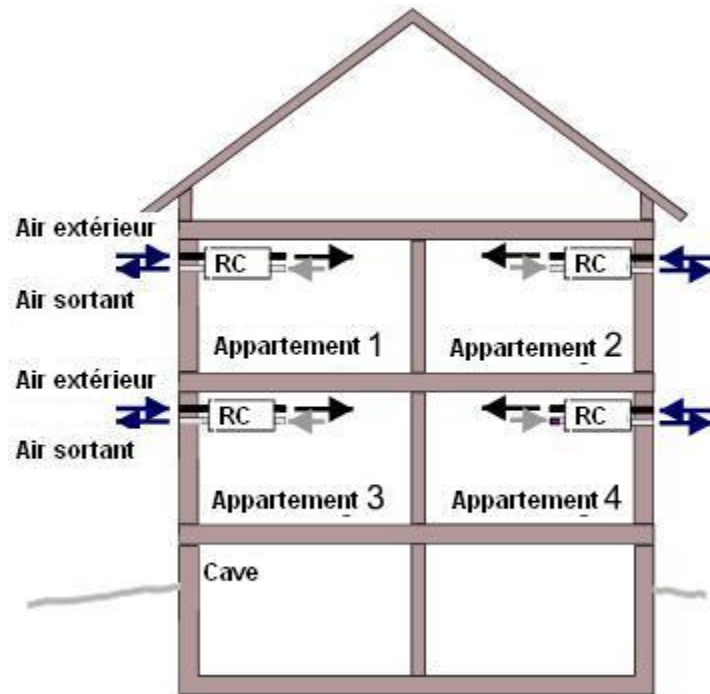
dans les combles

Dégivrage indispensable !
Attention au bruit !

Récupération de chaleur en habitat collectif

Variante 1:

Bâtiment avec un appareil à récupération de chaleur dans chaque appartement



Récupération de chaleur en habitat collectif

Variante 1:

Bâtiment avec un appareil à récupération de chaleur dans chaque appartement

Avantages :

1. L'intensité de la ventilation peut être réglée indépendamment dans chaque appartement.
2. La récupération de chaleur fonctionne de façon autonome dans chaque appartement, c'est-à-dire que seule la chaleur de l'air sortant de l'appartement concerné sera utilisé pour réchauffer l'air neuf (contrairement aux variantes 6 et 7).
3. Chaque système de ventilation ne concerne qu'un appartement et n'a pas de liaison avec les autres logements. Cela signifie qu'il n'y a pas de nuisance entre les appartements au niveau de
 - a) la transmission d'odeurs
 - b) la propagation d'incendie
 - c) la transmission des bruits
 - d) l'intensité de ventilation

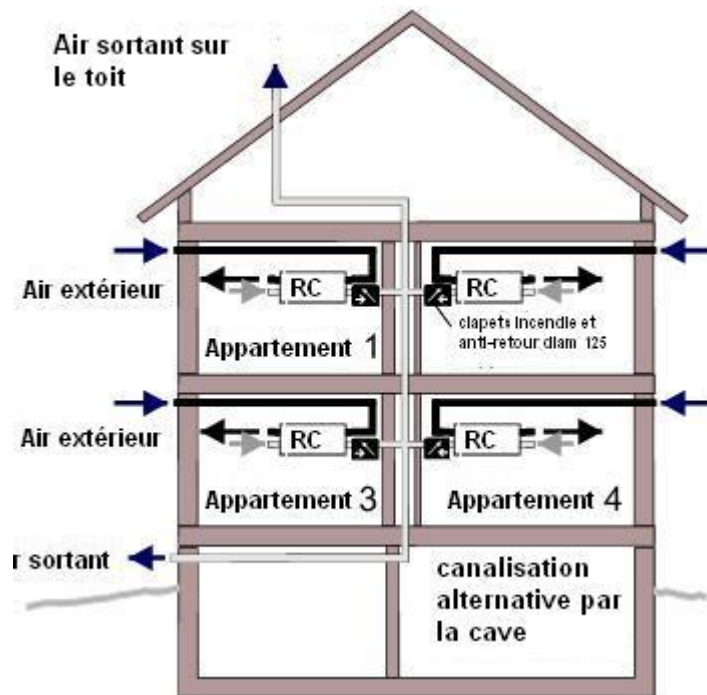
Inconvénients :

1. Chaque appartement est équipé d'un appareil complet ce qui entraîne des investissements plus importants MAIS les coûts diminuent par ailleurs
 - pas de mesure de prévention contre l'incendie nécessaire (comme c'est le cas avec des canalisations centralisées)
 - pas de longues canalisations centralisées nécessitant une isolation thermique dans le boîtier central
2. deux ouvertures sur la façade du bâtiment pour l'air extérieur et l'air sortant
3. Plus grande vigilance nécessaire lors de l'établissement des plans afin qu'il n'y ait pas de mélange de flux d'air : envoi d'air sortant dans le circuit d'air extérieur

Récupération de chaleur en habitat collectif

Variante 2:

Bâtiment avec un conduit central d'extraction d'air sortant, clapets anti-retour et anti-incendie, un échangeur de chaleur par appartement et une entrée d'air extérieur pour chaque appartement



Avantages :

1. Avantages 1 et 2 de la variante 1
2. L'air extérieur aspiré ne peut pas se mélanger avec l'air sortant (sortie par le toit ou le mur pignon).

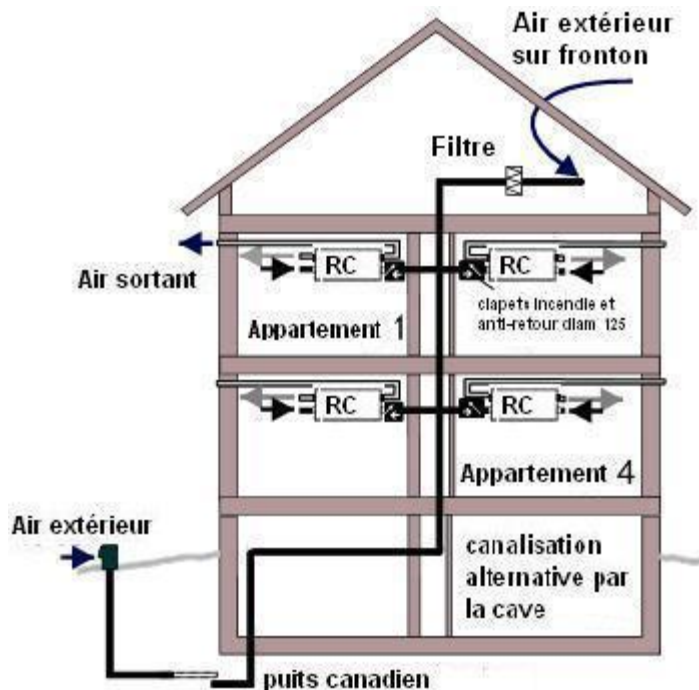
Inconvénients :

1. Afin de prévenir d'éventuels dommages d'un appartement à l'autre, il faut prévoir des clapets anti-retour et anti-incendie pour chaque conduit d'extraction d'air raccordé au conduit central.

Récupération de chaleur en habitat collectif

Variante 3:

Bâtiment avec un conduit central d'arrivée d'air extérieur et des conduits d'air sortant, clapets anti-retour et anti-incendie et un échangeur de chaleur par appartement.



Avantages :

1. Avantages 1 et 2 de la variante 1
2. L'air extérieur aspiré (en un point central, par exemple le mur pignon dans les combles) ne peut pas se mélanger avec l'air sortant rejeté de façon décentralisée.
3. L'aspiration centrale de l'air extérieur peut passer par un puits canadien.

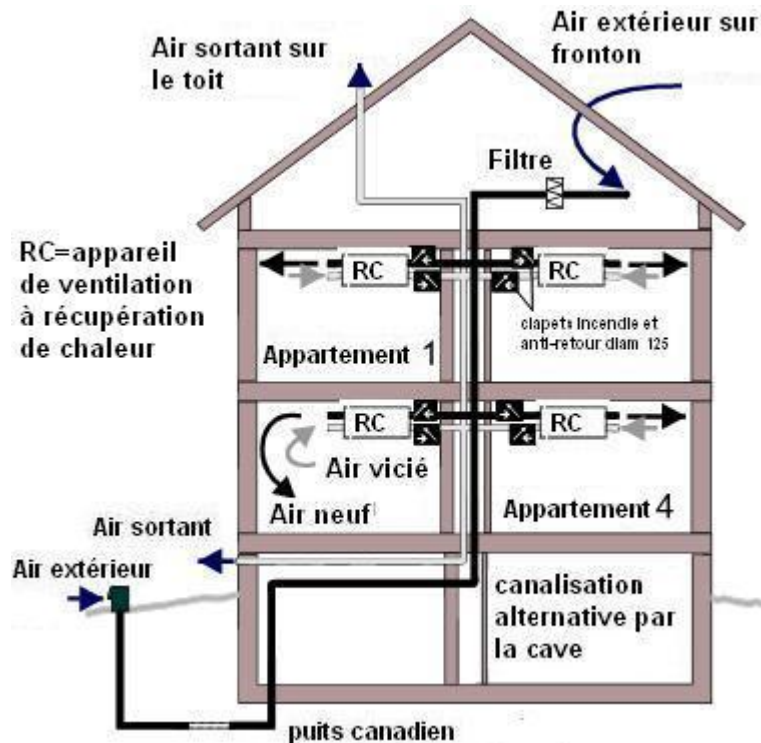
Inconvénients :

1. Afin de prévenir d'éventuels dommages d'un appartement à l'autre, il faut prévoir des clapets anti-retour et anti-incendie pour chaque conduit d'arrivée d'air raccordé au conduit central.

Récupération de chaleur en habitat collectif

Variante 4:

Bâtiment avec un conduit central d'arrivée d'air extérieur et un conduit central d'air sortant, clapets anti-retour et anti-incendie et échangeur de chaleur par appartement.



Avantages :

1. Avantages 1 et 2 de la variante 1
2. L'aspiration centrale d'air extérieur peut être placée de façon à éviter un mélange avec l'air sortant.
3. L'aspiration centrale de l'air extérieur peut passer par un puits canadien.

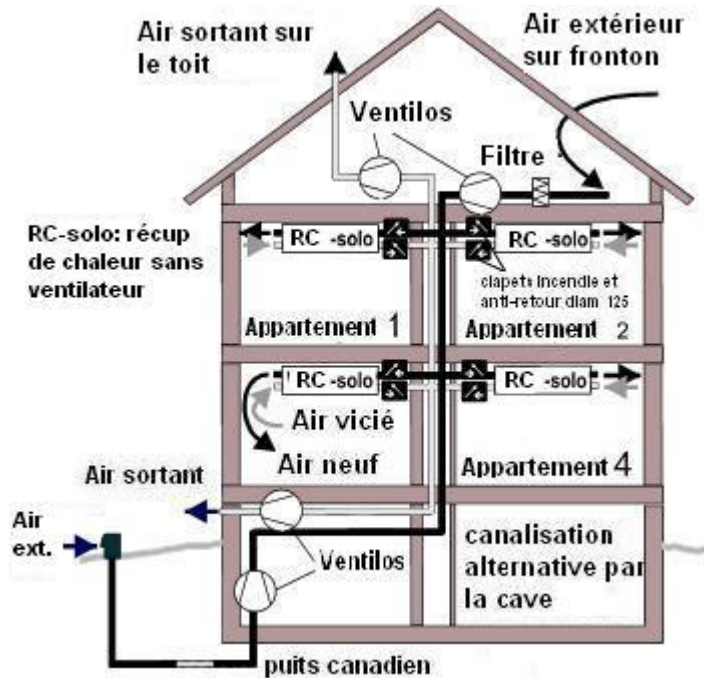
Inconvénients :

1. Dans les appartements, pour chaque raccordement au conduit central d'air extérieur et au conduit central d'air sortant, des clapets anti-retour et anti-incendie sont nécessaires.

Récupération de chaleur en habitat collectif

Variante 5:

Bâtiment avec un conduit central d'arrivée d'air extérieur et un conduit central d'air sortant, ventilateurs et filtres pour l'air extérieur centralisés, clapets anti-retour et anti-incendie et échangeur de chaleur par appartement.



Récupération de chaleur en habitat collectif

Variante 5:

Bâtiment avec un conduit central d'arrivée d'air extérieur et un conduit central d'air sortant, ventilateurs et filtres pour l'air extérieur centralisés, clapets anti-retour et anti-incendie et échangeur de chaleur par appartement.

Avantages :

1. Avantage 2 de la variante 1
2. Grâce à l'emplacement centralisé du ventilateur, la source de bruit ne se trouve plus dans les espaces habités MAIS
 - les gros ventilateurs centralisés, en cas d'installation dans les combles, doivent être parfaitement isolés du sol → autrement, le son se transmet au dernier étage.
 - dans les variantes 1 à 4 et 6, si on installe de très petits ventilateurs dans les appartements, il y a peu de risque que l'on rencontre des problèmes de bruit.
3. Les ouvertures pour l'aspiration d'air extérieur et pour l'extraction d'air sortant peuvent être disposées de façon à ce qu'aucun mélange ne se produise.
4. L'aspiration centrale de l'air extérieur peut passer par un puits canadien.

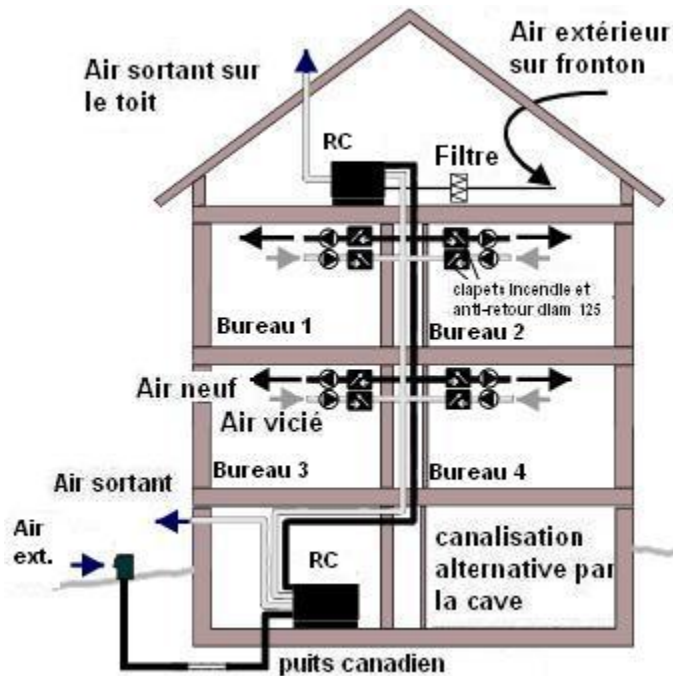
Inconvénients :

1. L'intensité de la ventilation est réglée de manière centrale par les deux ventilateurs centralisés ; un réglage individualisé à l'échelle d'un appartement n'est possible qu'à condition d'utiliser des vannes papillon motorisées (air sortant et air extérieur) ; les ventilateurs centraux doivent être à pression constante ; la position de la vanne papillon doit assurer l'équilibre entre les flux d'air extérieur et vicié dans l'appartement pour chaque niveau de ventilation (par exemple min/normal/ max).

Récupération de chaleur en habitat collectif

Variante 6:

Bâtiment avec un conduit central d'arrivée d'air extérieur et un conduit central d'air sortant, clapets anti-retour et anti-incendie, ventilateurs décentralisés et échangeur de chaleur centralisé.



Récupération de chaleur en habitat collectif

Variante 6:

Bâtiment avec un conduit central d'arrivée d'air extérieur et un conduit central d'air sortant, clapets anti-retour et anti-incendie, ventilateurs décentralisés et échangeur de chaleur centralisé.

Avantages :

1. L'intensité de la ventilation peut être réglée par appartement à l'aide des ventilateurs décentralisés.
2. Les ouvertures pour l'aspiration d'air extérieur et pour l'extraction d'air sortant peuvent être disposées de façon à ce qu'aucun mélange ne se produise.
3. L'aspiration centrale de l'air extérieur peut passer par un puit canadien.

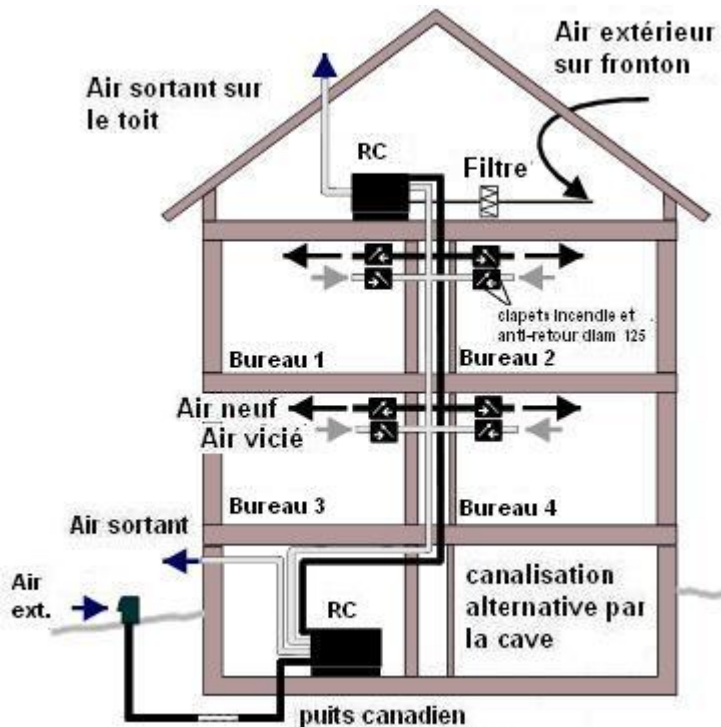
Inconvénients :

1. L'échangeur de chaleur centralisé ne peut pas effectuer de récupération de chaleur par appartement – il fonctionne avec l'ensemble de tous les flux d'airs sortants de tous les appartements, sans que la distinction entre des flux plus ou moins chauds sortant de tel ou tel appartement ne puisse être faite → le flux d'air neuf est amené dans tous les appartements à une température unique (vol de chaleur).
2. Inconvénient 1 de la variante 4

Récupération de chaleur en habitat collectif

Variante 7:

Bâtiment avec un conduit central d'arrivée d'air extérieur et un conduit central d'air sortant, clapets anti-retour et anti-incendie, récupérateur de chaleur centralisé.



Avantages :

1. Le récupérateur de chaleur avec les ventilateurs n'est pas placé dans l'espace d'habitation → gain de place, pas de bruit dans les appartements

Inconvénient :

1. Inconvénient 1 de la variante 6

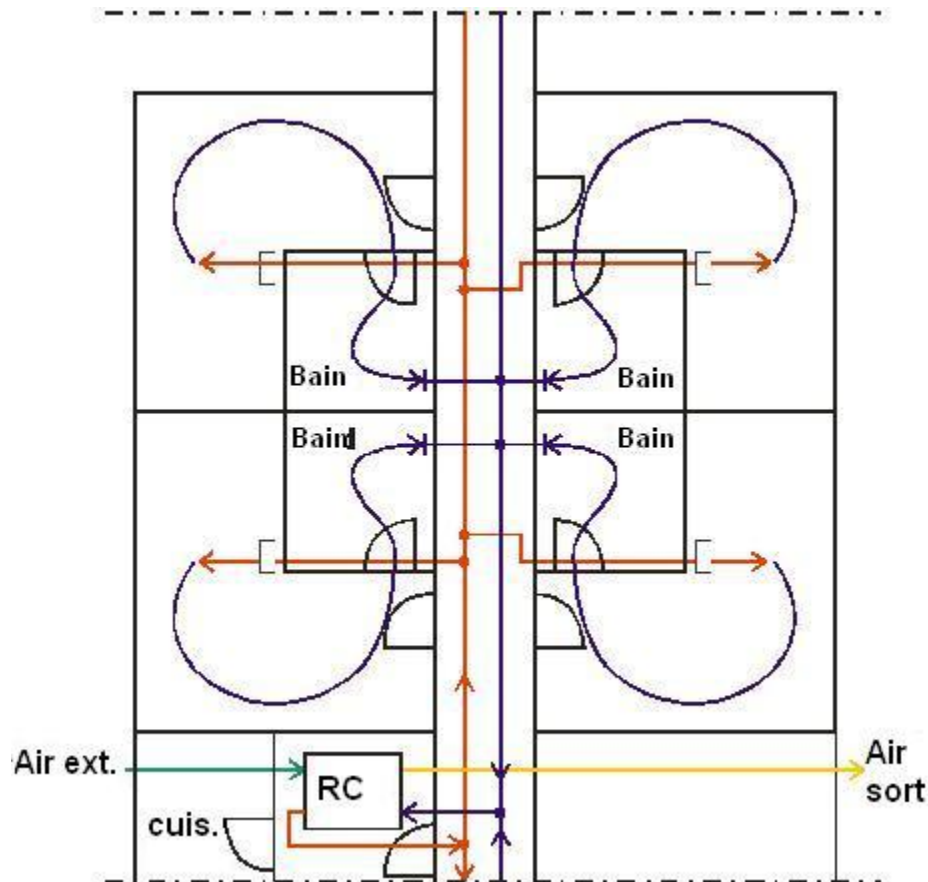
Crèches, écoles,
maisons de retraite

campus 500 DC

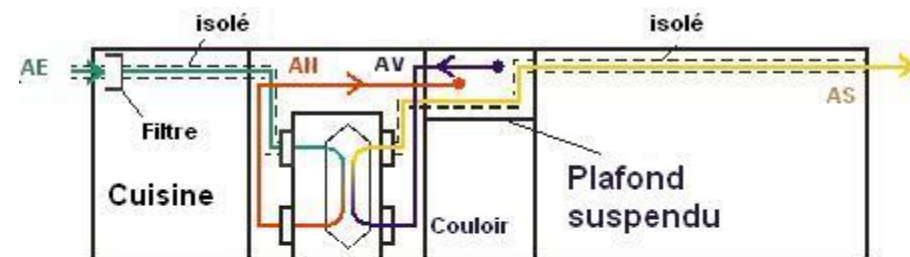


Utilisation des couloirs pour le passage des conduits Bureaux, hôtels, maisons de retraite, etc. avec récupérateur „campus“

Vue en plan

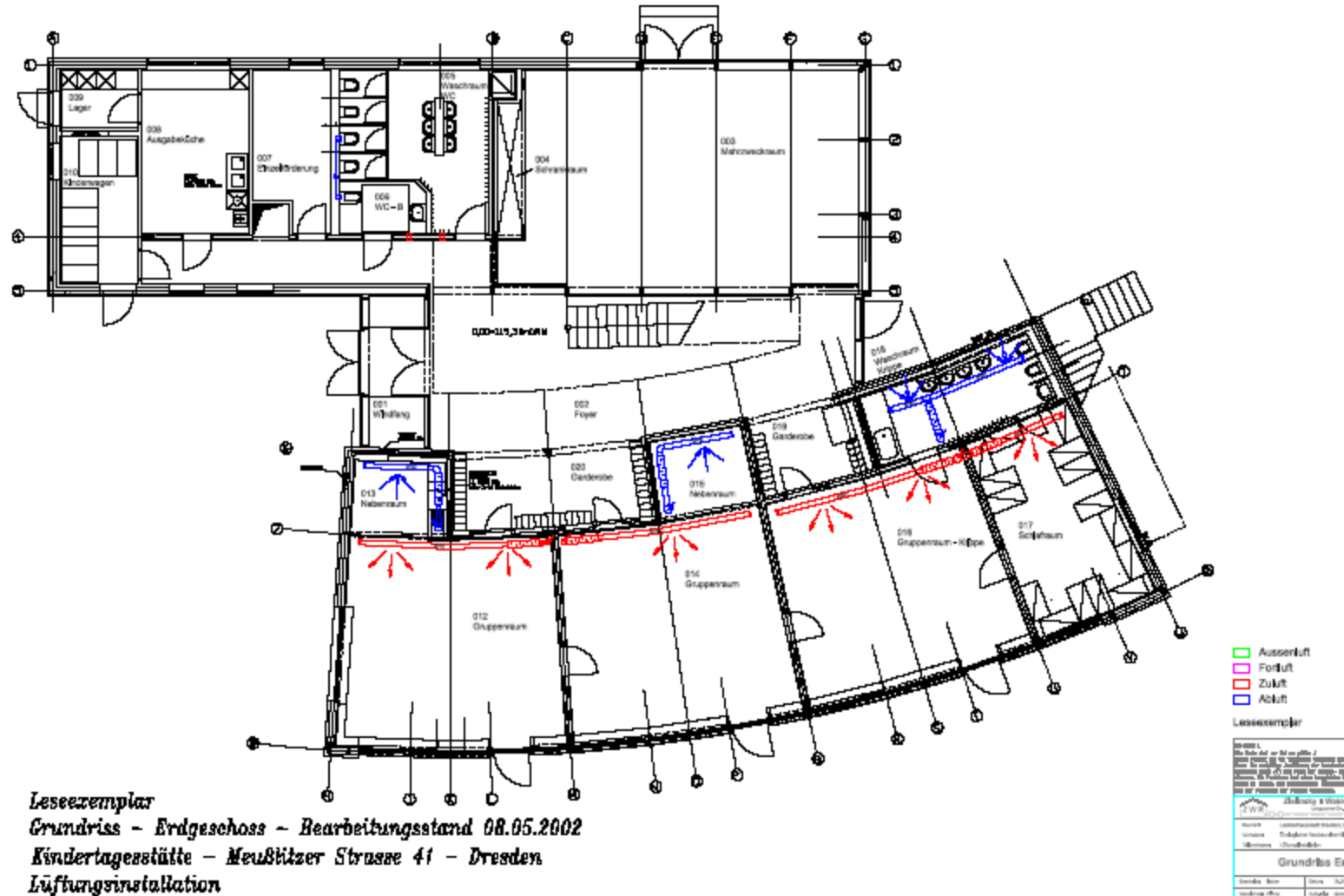


Vue en coupe



Ventilation dans une crèche

Exemple 1 : récupérateur de chaleur campus 500 DC



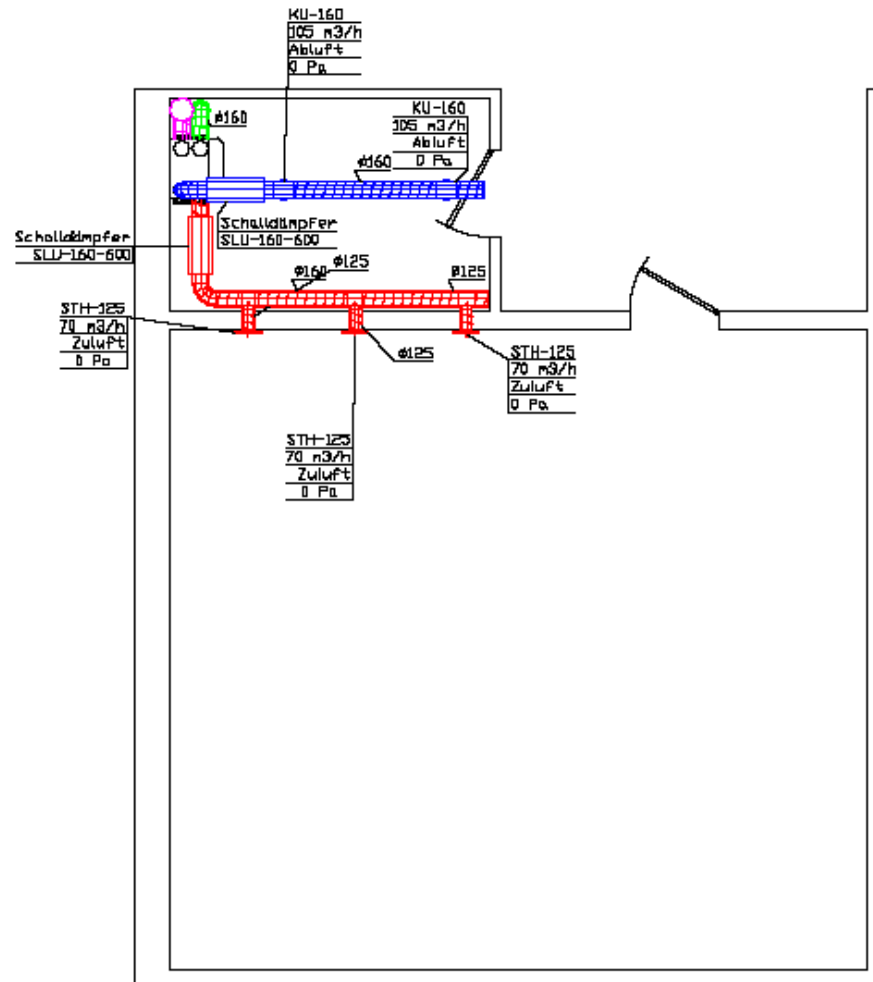
Leseschema
Grundriss - Erdgeschoss - Bearbeitungsstand 08.05.2002
Kindertagesstätte - Meußitzer Strasse 41 - Dresden
Lüftungsinstallation

santos 370 DC



Ventilation dans une crèche

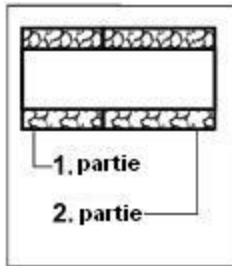
Exemple 2 : récupérateur de chaleur santos 250 DC



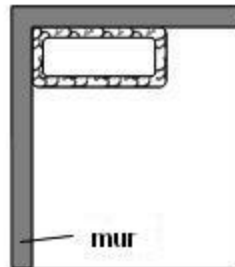
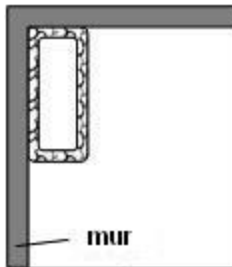
Construction neuve et rénovation

Exemple de pose avec les conduits de ventilation-iso

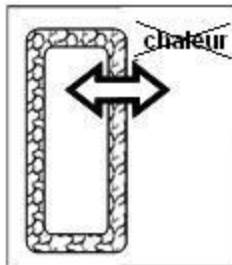
Avantages du conduit-iso



- Juxtaposition sans joint
- Mise en œuvre rapide et simple
- collage entre les conduits et sur les murs avec „acryl-AC“ (cartouche)



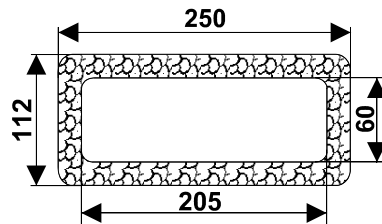
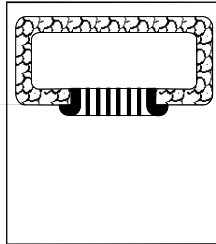
- Montage apparent possible
- Les conduits peuvent être tapissés ou peints ; il n'est pas nécessaire de faire un coffrage



- Le conduit est isolé thermiquement
- Une isolation supplémentaire du conduit d'air n'est plus nécessaire

Exemple de pose avec les conduits de ventilation-iso

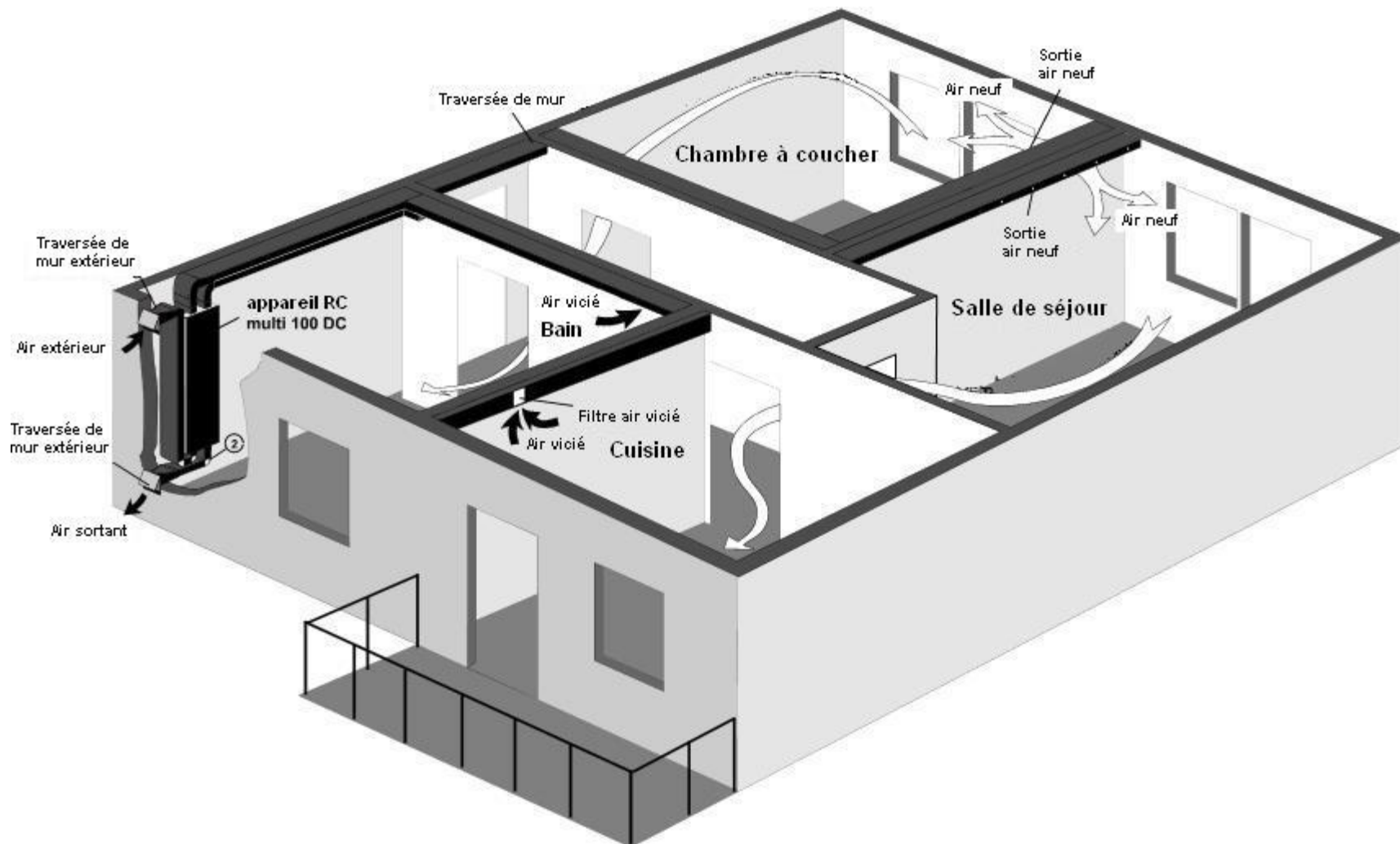
Avantages du conduit-iso



- le conduit est composé de plastique expansé
- Les grilles d'entrée et de sortie d'air peuvent être encastrées directement dans le conduit, inutile d'utiliser un chassis.

- bonne combinaison avec les conduits plats et les conduits agrafés
- adapté à un diamètre de conduit de 100 mm
- parfaitement adapté pour les travaux de rénovation

rénovation avec les conduits de ventilation-iso



conduits de ventilation-iso (modèle déposé)

Exemple : rénovation de bureau



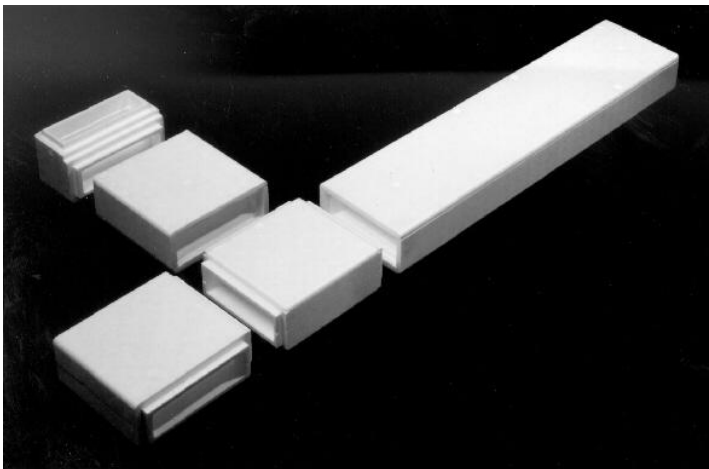
grille d'arrivée d'air
dans conduit-iso



buse grande portée



aspiration d'air
avec filtre bruit

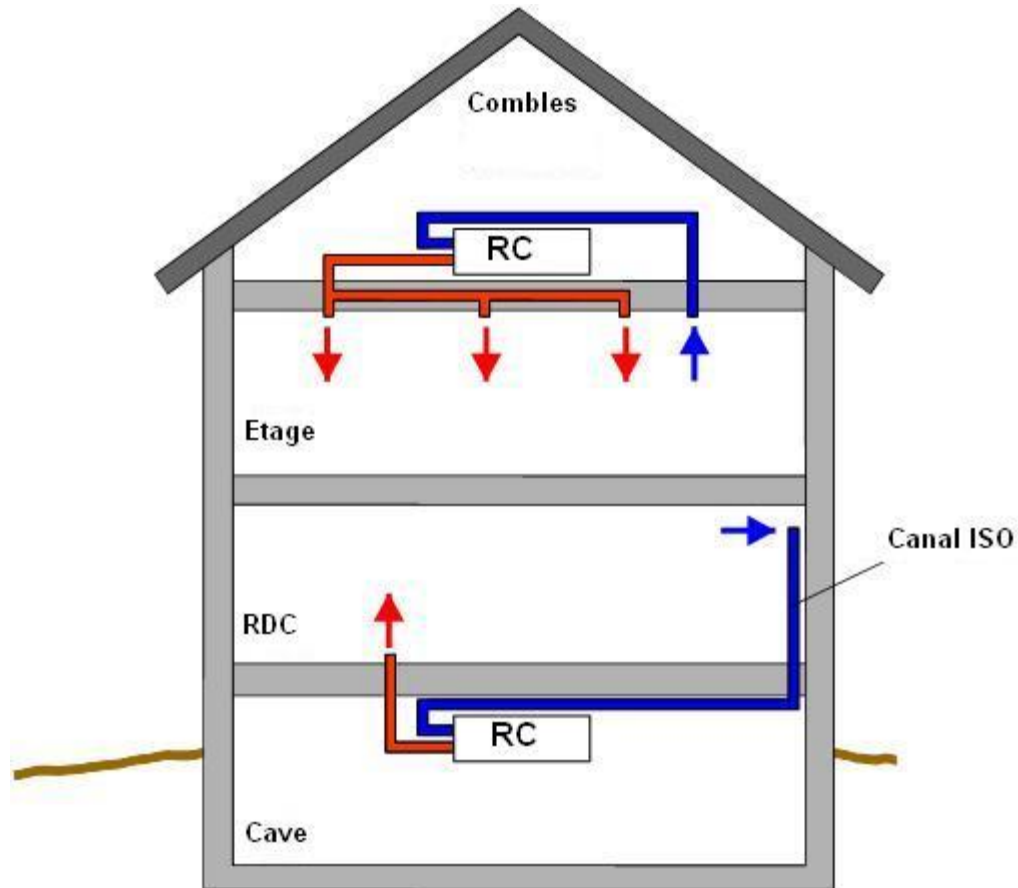


adapté pour la rénovation de
bâtiments anciens

- conduit (1 m)
- raccord horizontal
- raccord vertical
- élément en T
- couvercle

Deux petits appareils pour la rénovation d'une maison individuelle

2 appareils „multi“ dans la cave et dans les combles



Rénovation en habitat collectif

Rénovation d'un bâtiment ancien

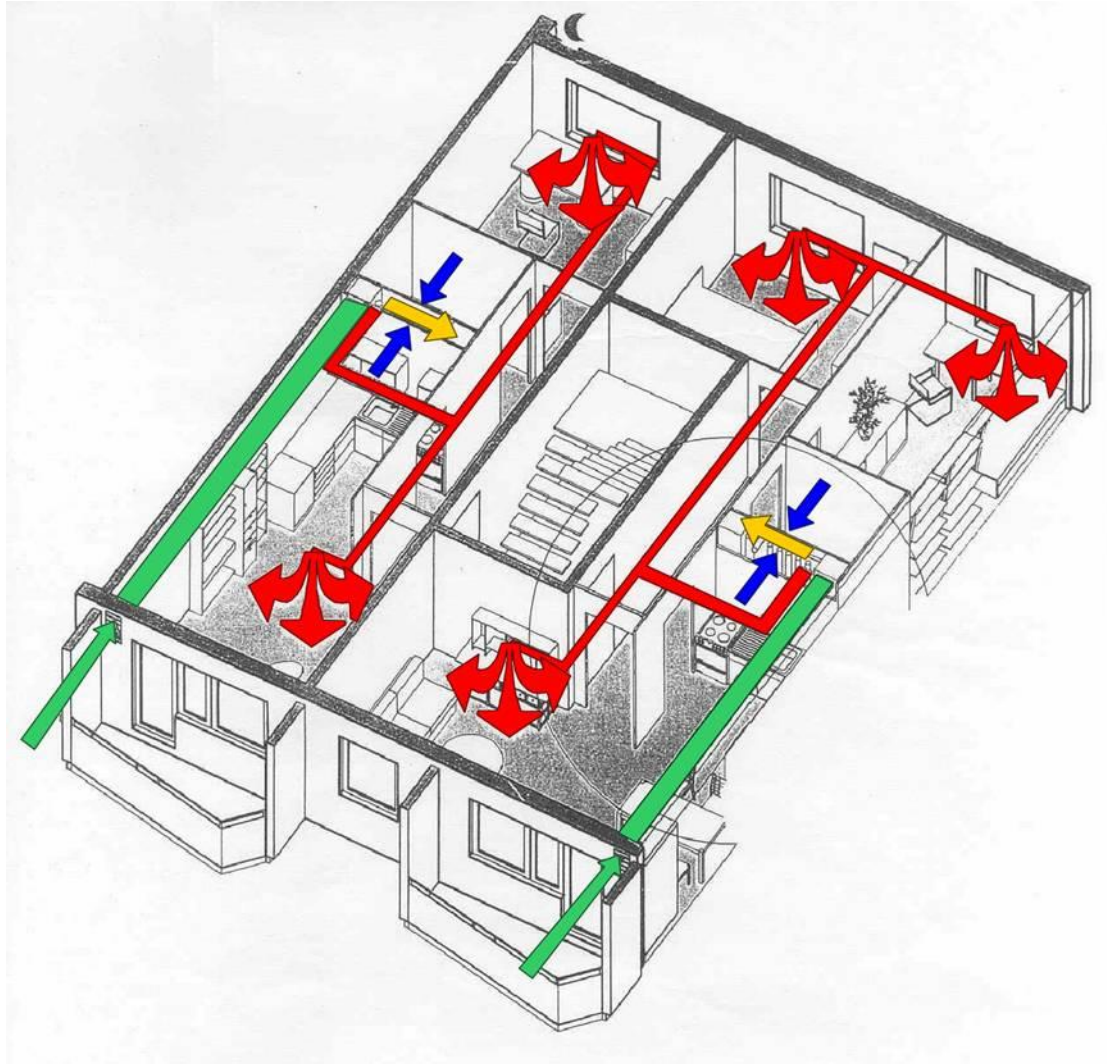
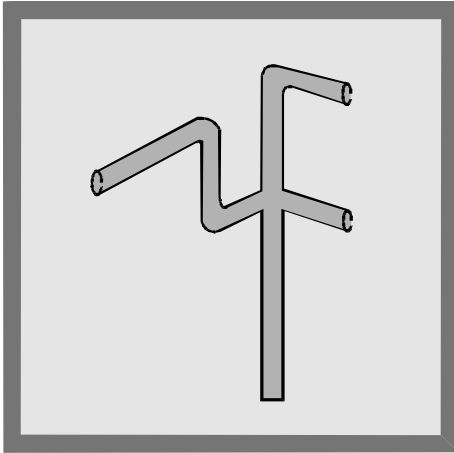


schéma de fonctionnement
de l'installation de
récupération de chaleur par
appartement

4. Solutions de ventilation et de chauffage dans une maison passive



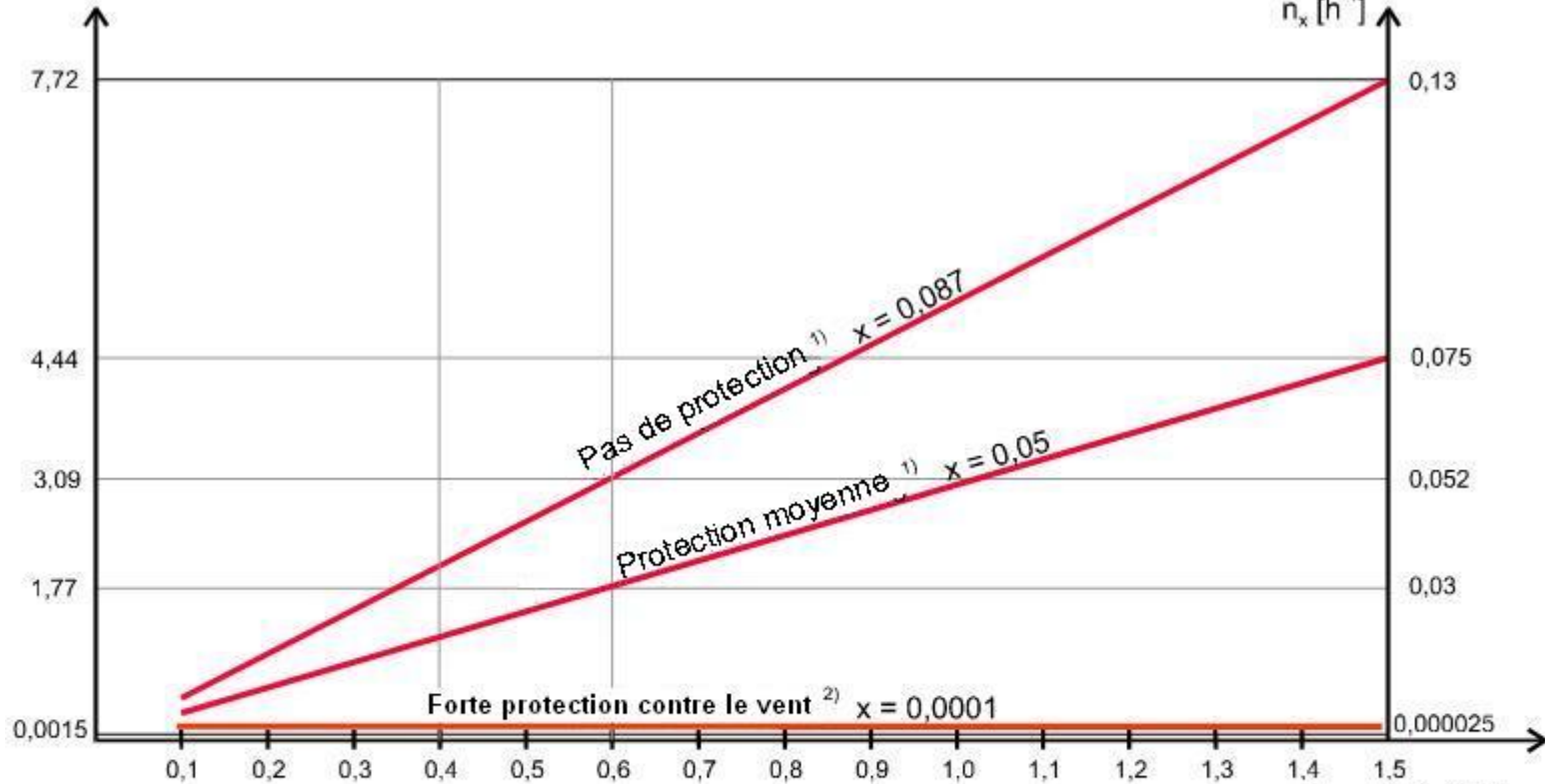
Bilan énergétique Maison Passive avec l'outil PHPP

- besoin thermique pour le chauffage
- charge de chaleur
- simulation pièce par pièce
- dimensionnement des conduits d'air
- calcul de la perte de pression
- conception des bouches d'aération
(volume du flux, bruit, perte de pression, ouverture de la bouche, portée de la bouche)

Étanchéité à l'air des bâtiments et déperditions de chaleur

Perte de chaleur par infiltration
 $q_{h,inf} [kWh/m^2a] = x \cdot n_{50} \cdot 59,16$

Echange d'air d'infiltration
 $n_x [h^{-1}]$



1) Plus d'une surface exposée

2) Une surface exposée

Limite
Passivhaus

Etanchéité à l'air
 (Echange d'air au
 Blower-door-Test)
 $n_{50} [h^{-1}]$

Ventilation centralisée en habitat individuel

Rafrâchissement d'été

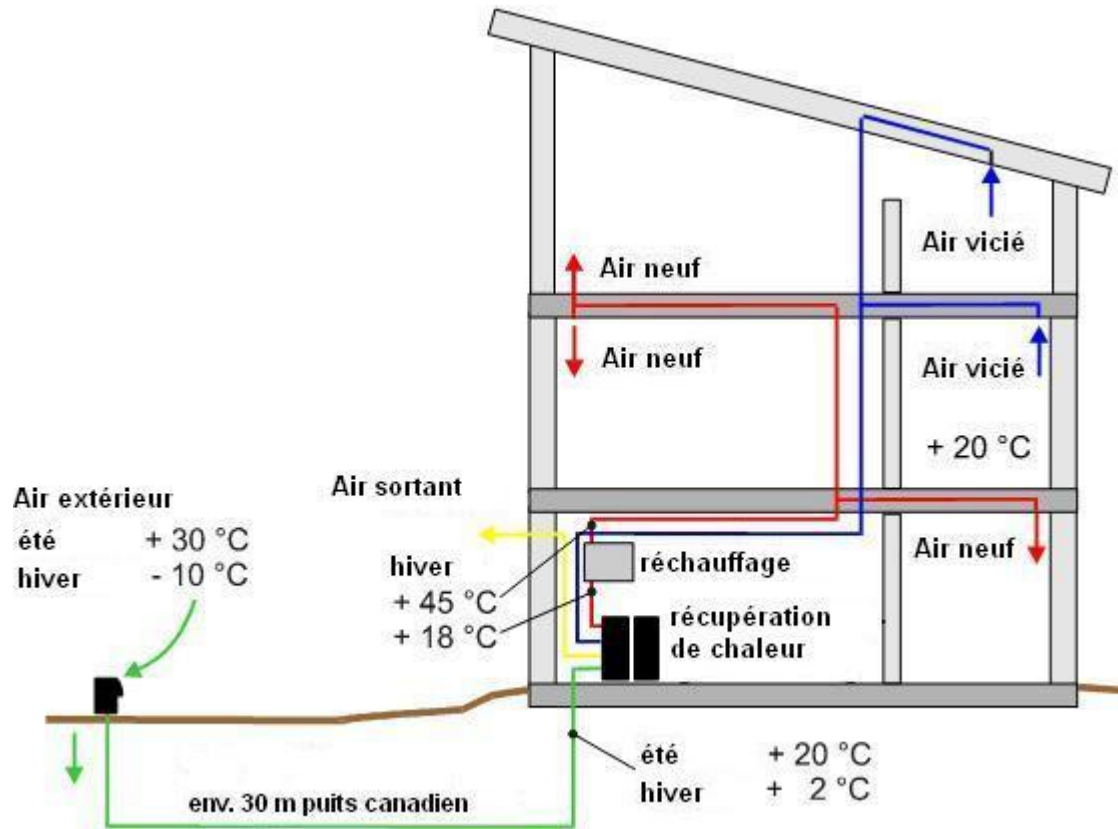
Grâce au passage par un puits canadien, la température de l'air extérieur chaud est ramenée de +30° C à +20° C.

Préchauffage en hiver

En hiver, le puits canadien permet de préchauffer l'air extérieur (-10° C → +2° C).

Réchauffeur d'air

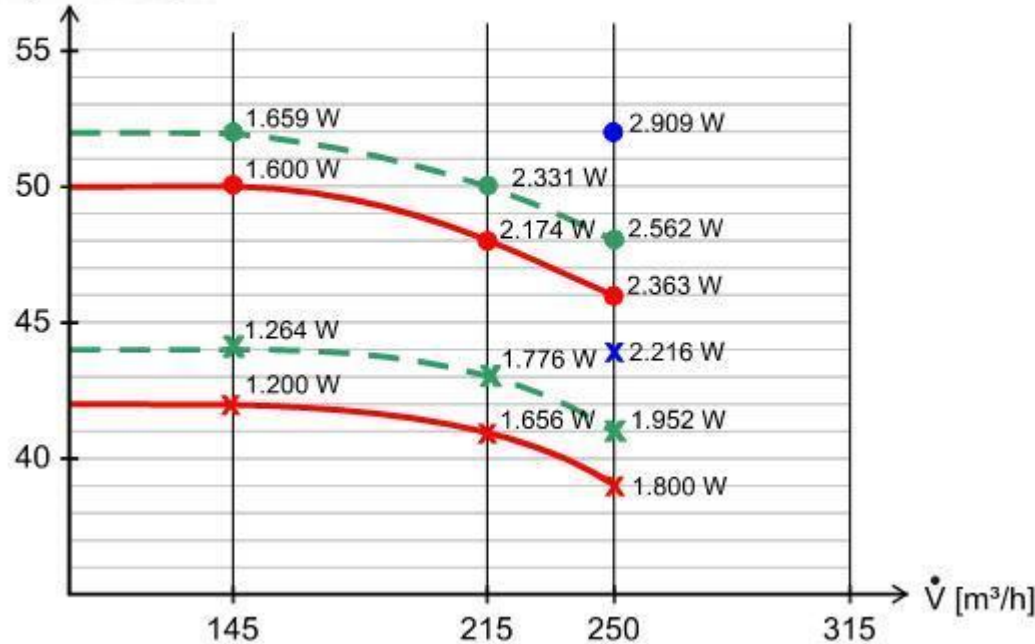
Pendant les journées douces d'hiver, le réchauffage de l'air peut chauffer une maison bien isolée.



maison avec installations de ventilation et récupération de chaleur

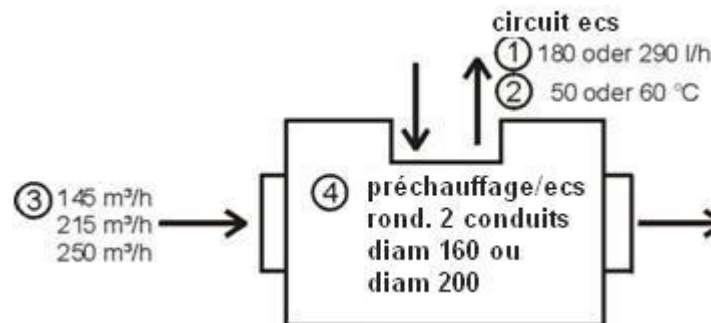
Température de sortie d'air au niveau du réchauffeur d'air

température de sortie de l'air [°C] du préchauffage



eau chaude		
Temp.	\dot{V}	Type
↓	↓	↓
— * —	= 50 °C, 180 l/h, Typ Ø 160-2R	
— ● —	= 60 °C, 180 l/h, Typ Ø 160-2R	
— * —	= 50 °C, 290 l/h, Typ Ø 160-2R	
— ● —	= 60 °C, 290 l/h, Typ Ø 160-2R	
●	= 50 °C, 290 l/h, Typ Ø 200-2R	
*	= 60 °C, 290 l/h, Typ Ø 200-2R	

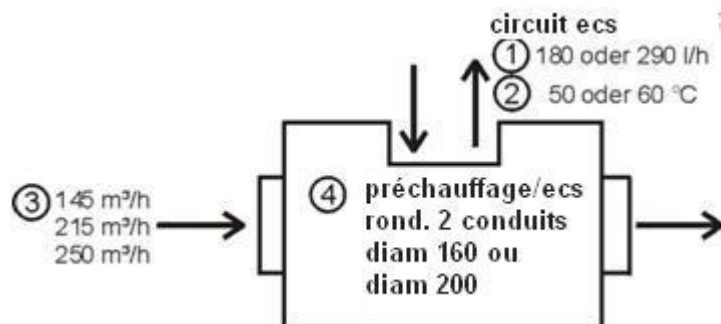
réchauffeur d'air
Ø 160 und Ø 200



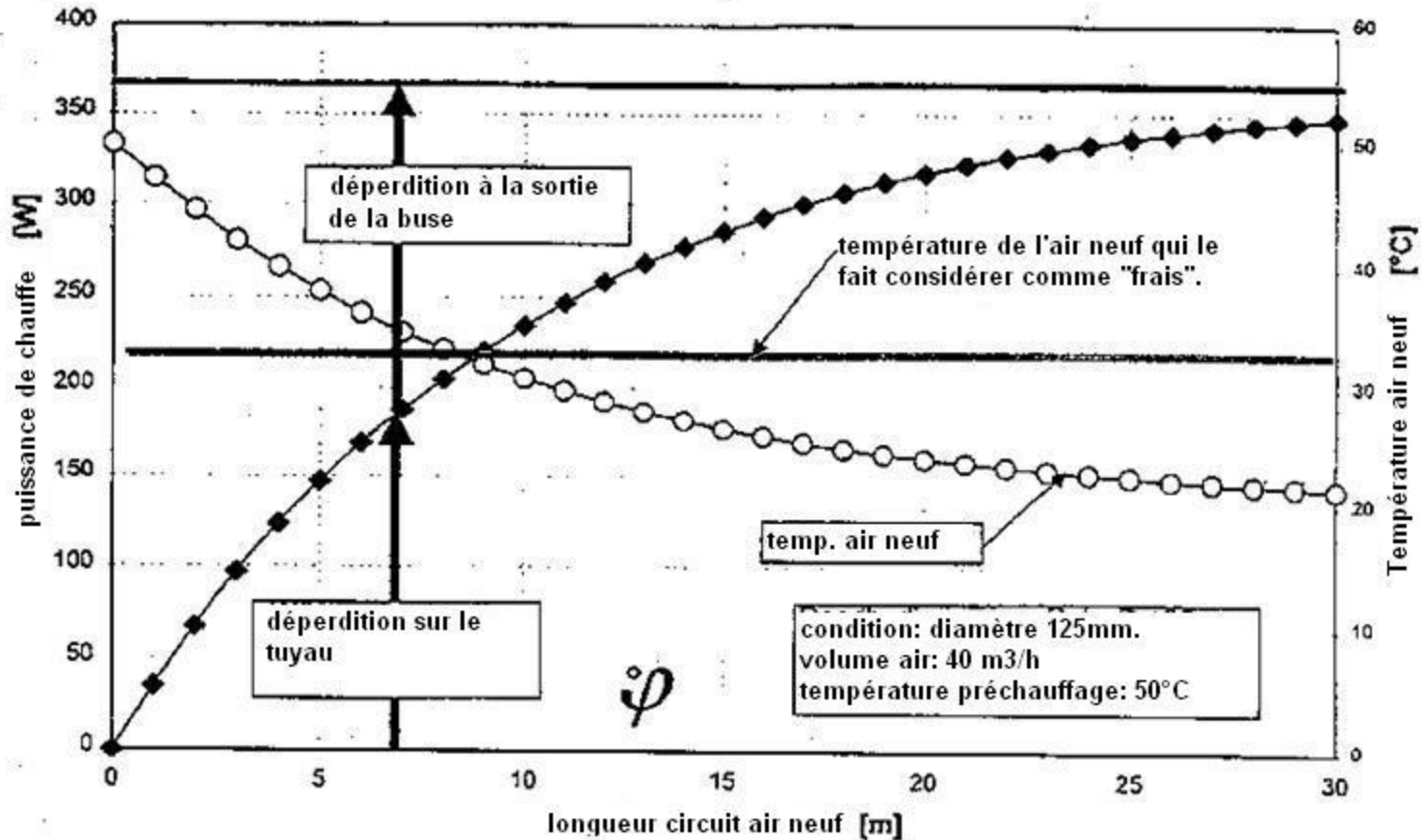
- conditions nécessaires :
température d'entrée 18 °C
- Volume de flux d'air nécessaire du point de vue sanitaire :
 $n_A = 0,4 \text{ h}^{-1} \rightarrow | \dot{V} | = |A w f| \rightarrow$ par exemple 215 m³/h pour 215 m² (surface habitable)
- Volume de flux nécessaire du point de vue charge de chaleur ; charge de chaleur par exemple : 10 W/m² → de b) il résulte : 215 m², c'est à dire 2.150 W x 215 m²

Variation des paramètres 1 à 4 afin d'augmenter la puissance calorifique

	Augmentation puissance [W]	conséquence
① Volume de flux d'ECS 180 → 290 l/h	50 à 200	
② Temperature précircuit ECS 50 → 60 °C	400 à 560	facteur de performance moins bon au niveau de la pompe à chaleur → inefficace → consommation électrique plus élevée
③ Volume de flux d'air : 145 → 250 m³/h	400 à 900	air ambiant trop sec
④ Dimensions du réchauffeur d'air Ø 160 → Ø 200	260 à 350 (pour 250 m³/h)	surchauffe locale (> 50 °C) à craindre

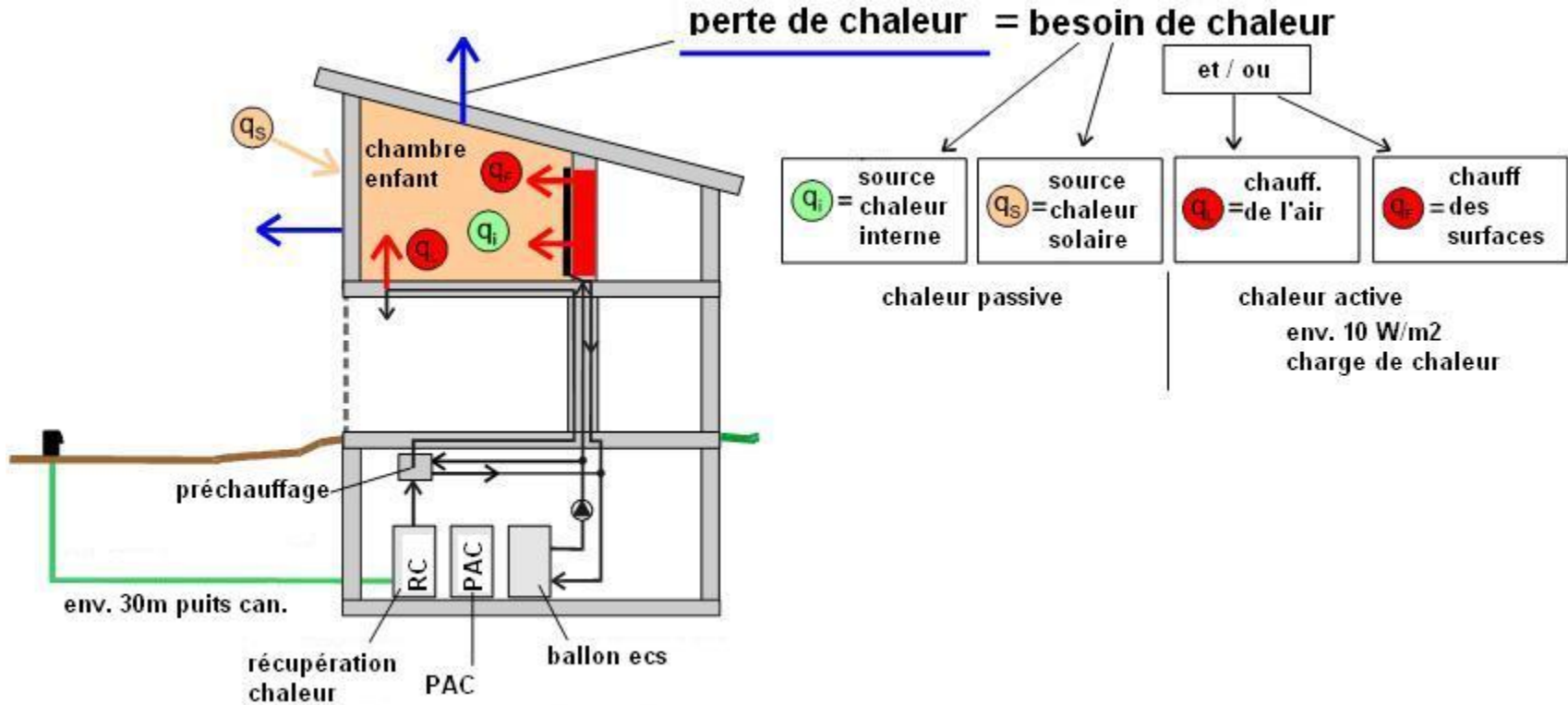


Évolution de la température de l'air neuf et de la déperdition de chaleur par le conduit en fonction de sa longueur dans le cas d'un conduit agrafé non isolé (horizontal)



(source : Passivhaus-Institut)

Calculs des besoins thermiques de chauffage pour une pièce



Capacité de chauffage de l'air

MP chauffées uniq par l'air → doivent être calculées correctt → pièce par pièce

$$\Delta \dot{Q} = \dot{V} \cdot \rho \cdot c_p \cdot \Delta t = A_{\text{wfl}} \cdot 10 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

est ↓
 besoin ↓

↓
 température de sortie

↓
 critère de la charge de chaleur

0,34

par ex. ch enfant

$$A = 20 \text{ m}^2$$

$$\Delta t = 30 - 20 = 10 \text{ K}$$

$$\Delta \dot{Q} = A_{\text{wfl}} \cdot 10 \text{ W/m}^2 = 20 \text{ m}^2 \cdot 10 \text{ W/m}^2 = 200 \text{ W}$$

thermique

$$\dot{V} = \frac{\Delta \dot{Q}}{0,34 \cdot \Delta t} = \frac{200 \text{ W}}{0,34 \cdot 10} = 59 \text{ m}^3/\text{h}$$

hygiénique:

$$n_A = 0,4 \text{ h}^{-1}, A_{\text{wfl}} = 20 \text{ m}^2$$

$$\dot{V} = 20 \text{ m}^3/\text{h}$$

3-fois \dot{V}

temp sortie moyenne

$$= 38 \dots 28 \text{ }^\circ\text{C} = \varnothing 33 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_k = 33 - 20 = 13 \text{ K} \rightarrow \text{convection (transportée par l'air)}$$

$$\Delta t_T \approx 3 \text{ K (Schätzung)} \rightarrow \text{transmission (perte de chaleur par la canalisation)}$$

charge de chaleur maximale de l'air

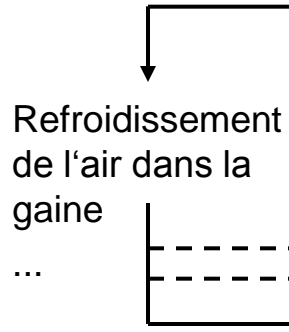
$$\Delta \dot{Q} = \dot{V} \cdot \rho \cdot c_p \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = \Delta t_k + \Delta t_T = 13 + 3 = 16 \text{ K}$$

$$\dot{V} = 250 \text{ m}^3/\text{h} \text{ max. (air très sec !)}$$

$$\Delta \dot{Q} = 250 \cdot 0,34 \cdot 16 = 1.360 \text{ W} \rightarrow \text{suffit pr env } 140 \text{ m}^2$$

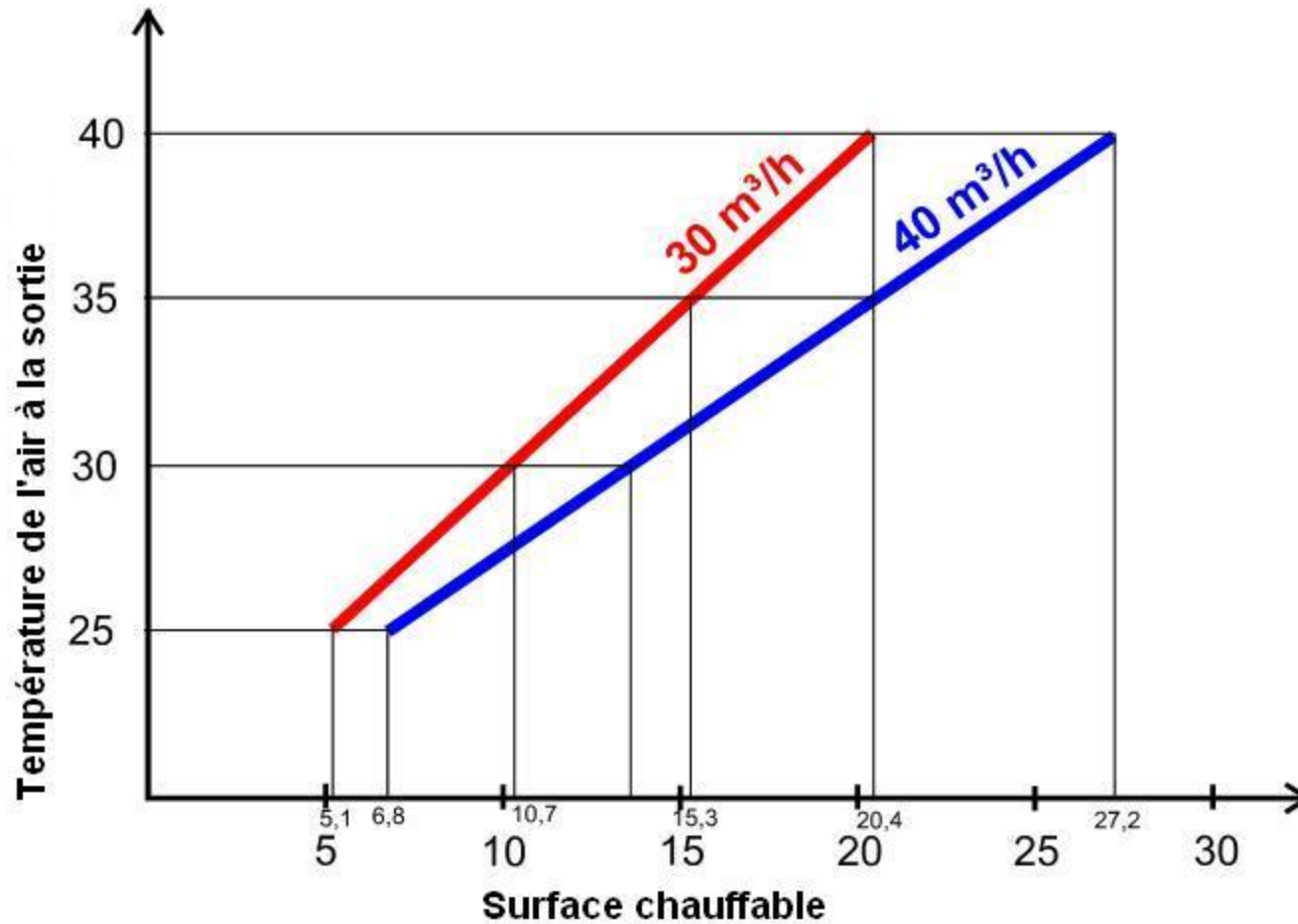
Puissance calorifique avec l'air chaud



Température de l'air [°C]	Contenu de chaleur de l'air [W/m ³]	Flux de chaleur ²⁾ sortie d'air [Wh/h]	Superficie pouvant être chauffée ³⁾ [m ²]
40 ¹⁾	6,8	204	20,4
35	5,1	153	15,3
30	3,4	102	10,2
25	1,7	51	5,1

- 1) température de l'air après le réchauffeur d'air à eau chaude (température de l'eau 50 °C)
- 2) flux d'air 30 m³/h
- 3) charge de chaleur 10 W/m²

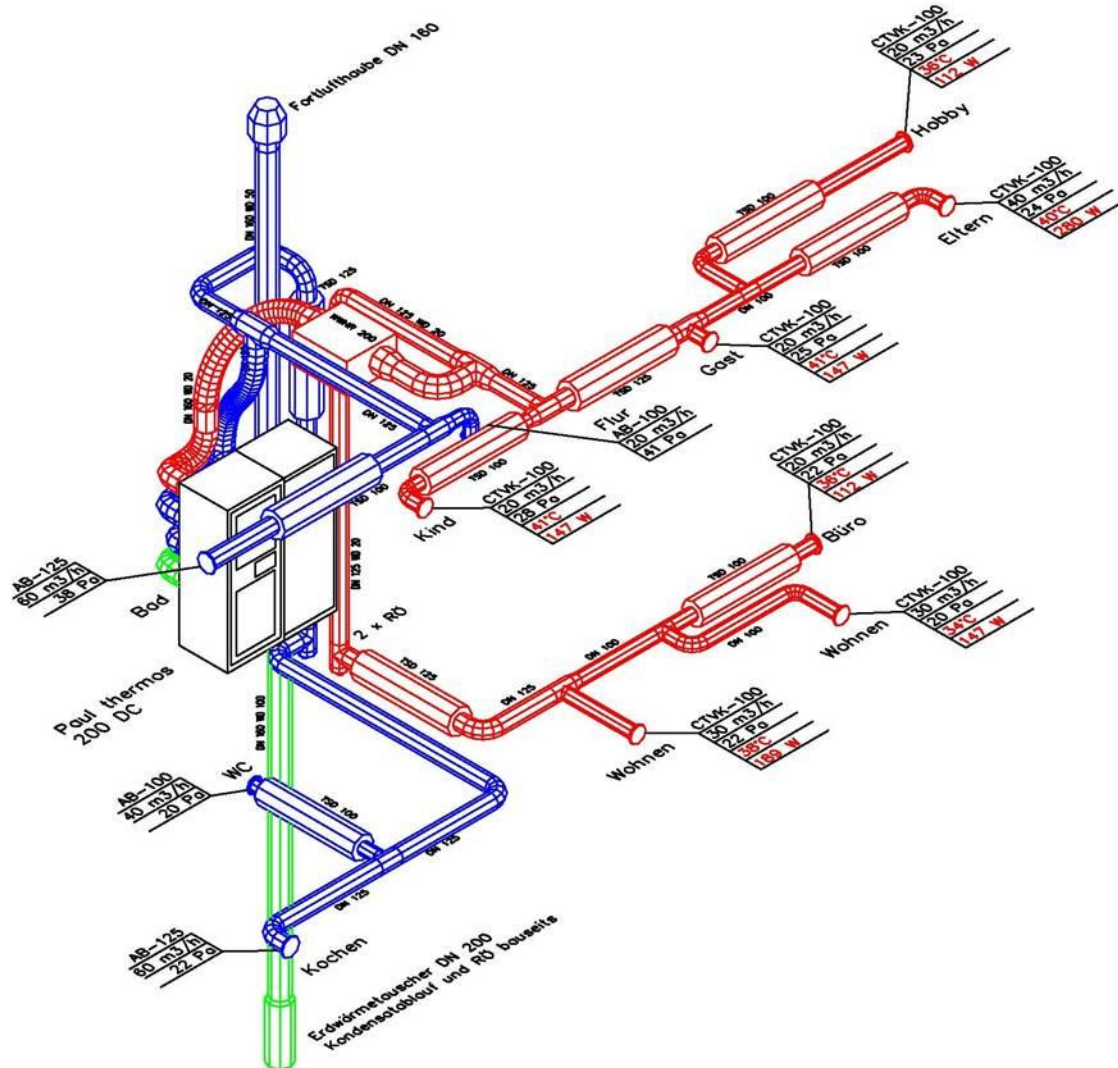
Surface pouvant être chauffée par l'air chaud



Avantages et inconvénients d'une installation de ventilation ayant des conduits d'air relativement courts

	Avantages	Inconvénients
1) déperdition de chaleur à travers le conduit	X	
2) Prix et quantité de canalisations	X	
3) Bruit → appareil proche des espaces d'habitation		X
4) Moins de perte de pression grâce aux faibles longueurs → moins de consommation électrique	X	

Représentation en 3D d'une installation de ventilation



Équipements pour ventilation et chauffage

**Échangeur à chaleur + récupérateur de chaleur + chauffage de surfaces
ou
dégivreur** **+ chauffage de surfaces
ou
chauffage de l'air**



filtre pour puits
canadien



dégivreur



Type „thermos 200 DC“
certifié Maison Passive
(entreprise Paul Wärmerück-
gewinnung GmbH)



Chauffage surfaces murales



Réchauffeur d'air
à eau chaude



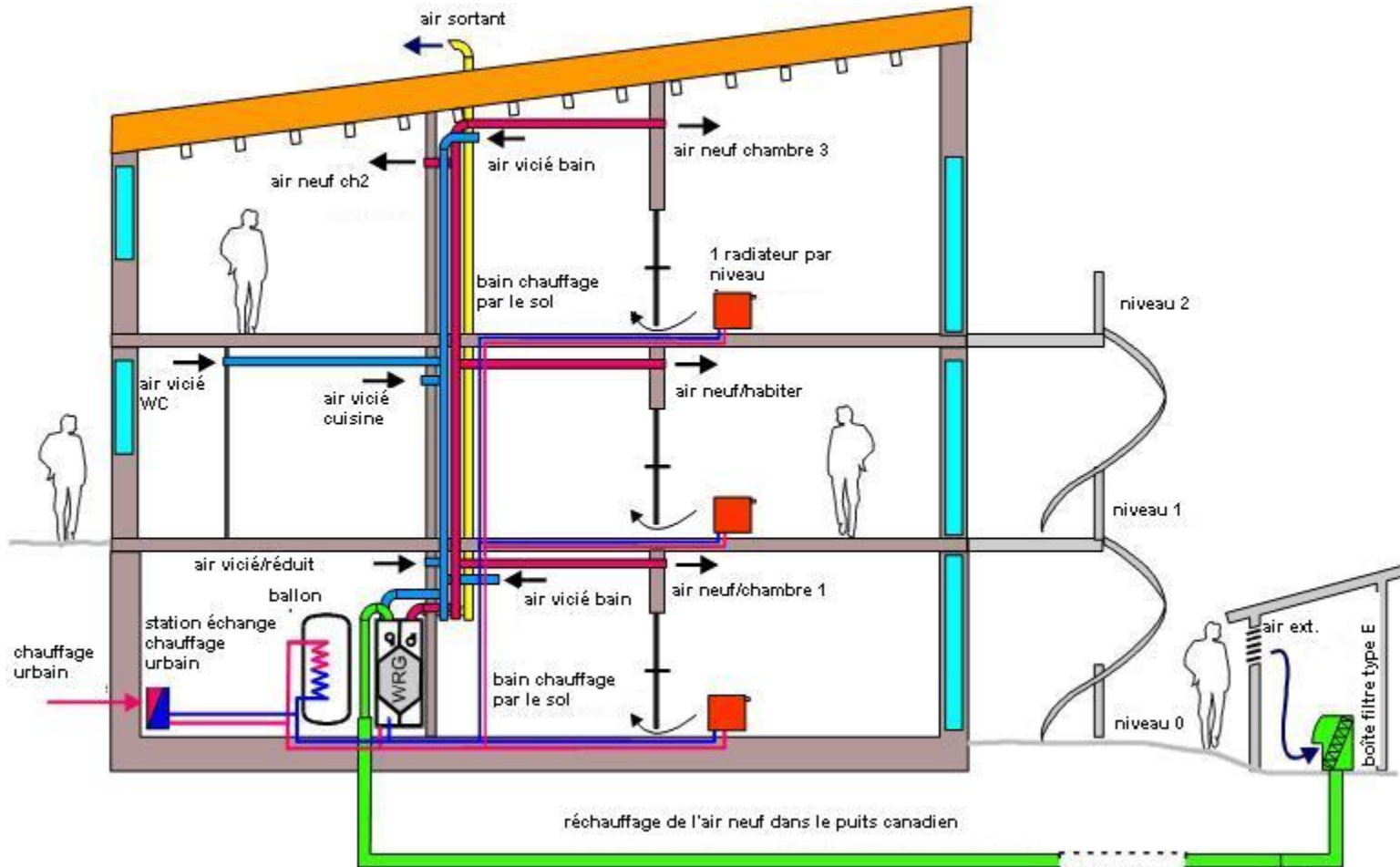
Réchauffeur
d'air électrique

Installations techniques Maison Passive

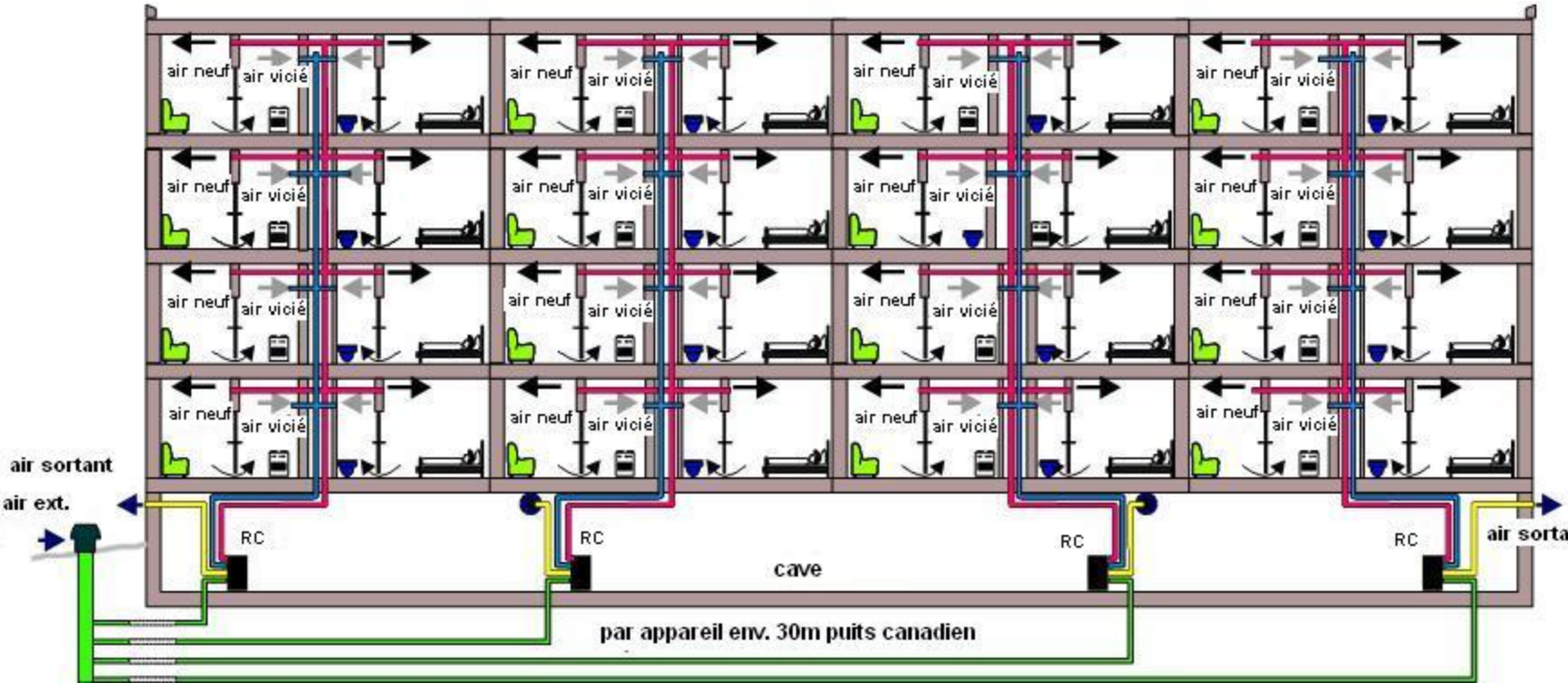
- maisons mitoyennes
- logements collectifs

Schéma de principe de systèmes de ventilation / chauffage

Contrôle de ventilation / chauffage / eau chaude



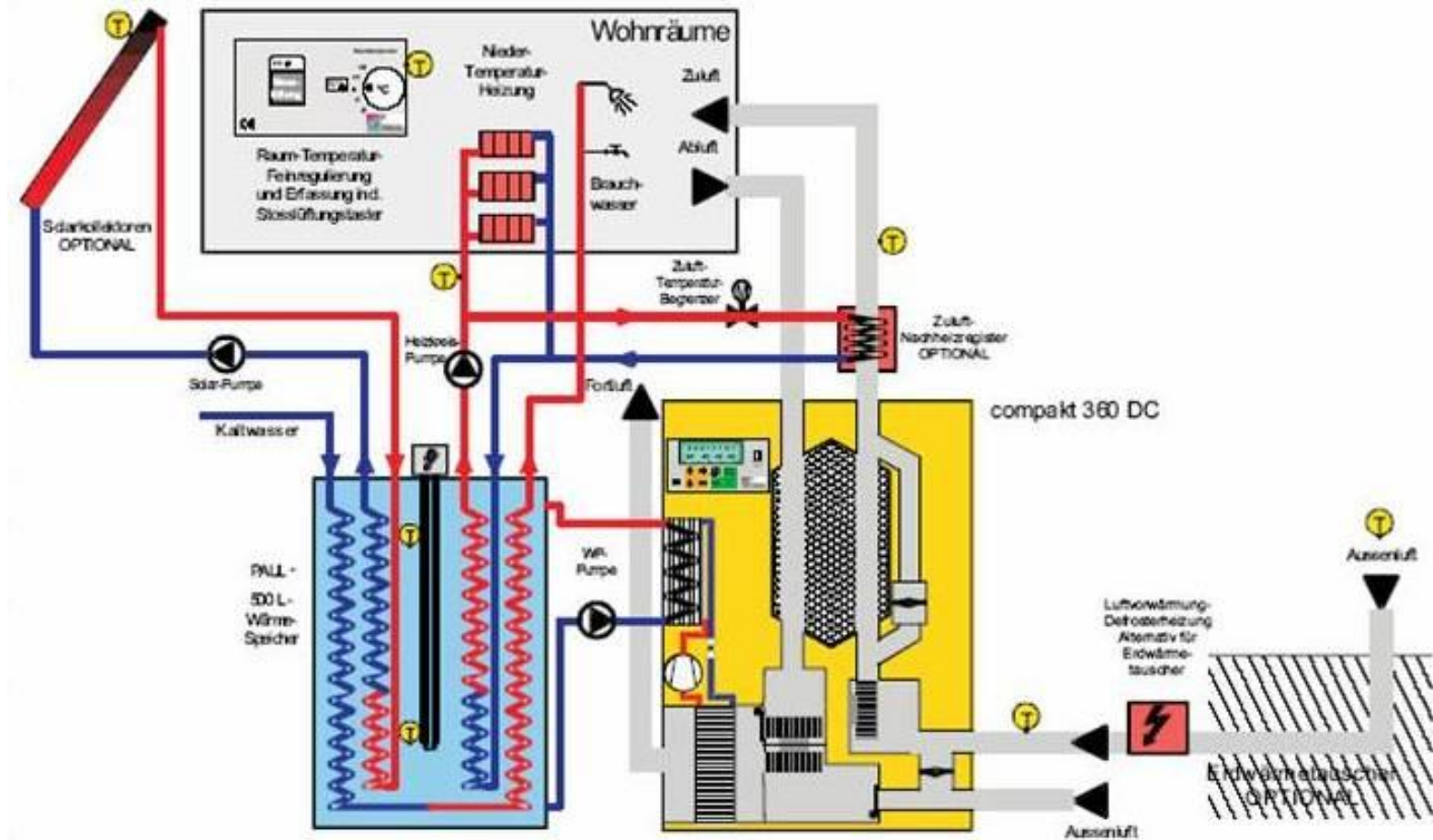
Petit collectif - vue en coupe



Systeme compact „kompakt 360 DC“

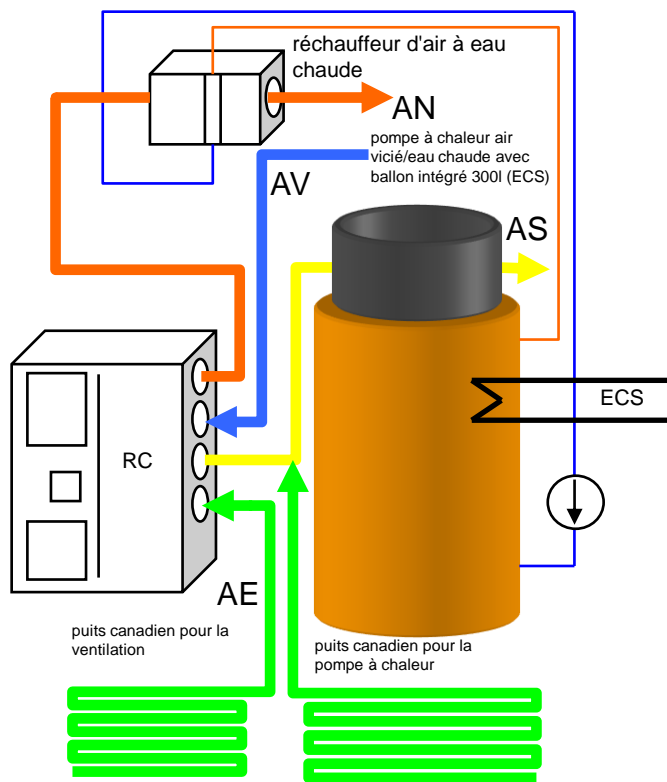


compakt 360 DC - récupérateur de chaleur avec pompe à chaleur intégrée

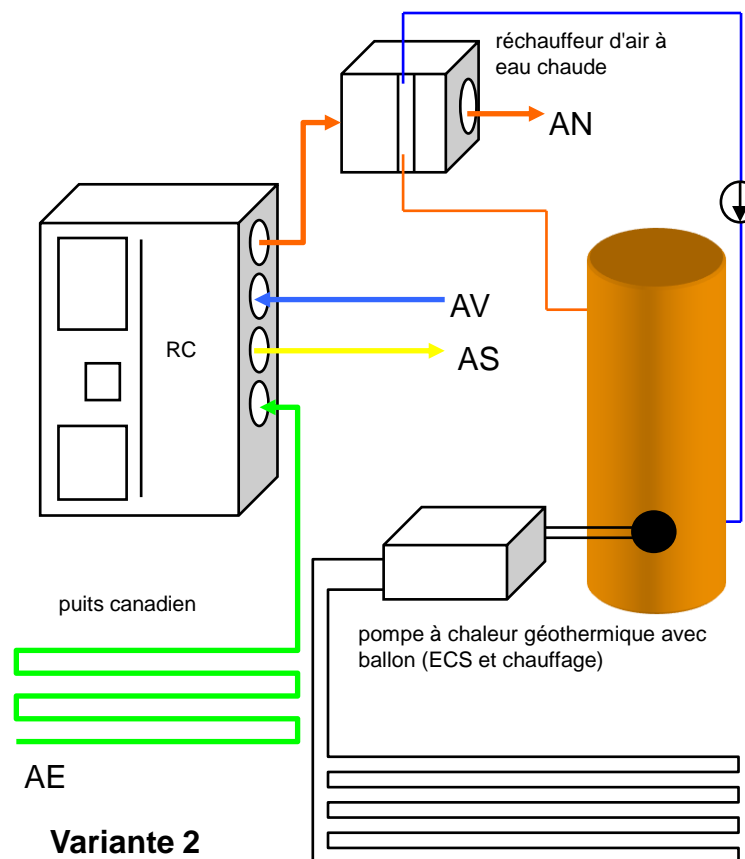


Installations techniques Maison Passive

Variante 1 et 2

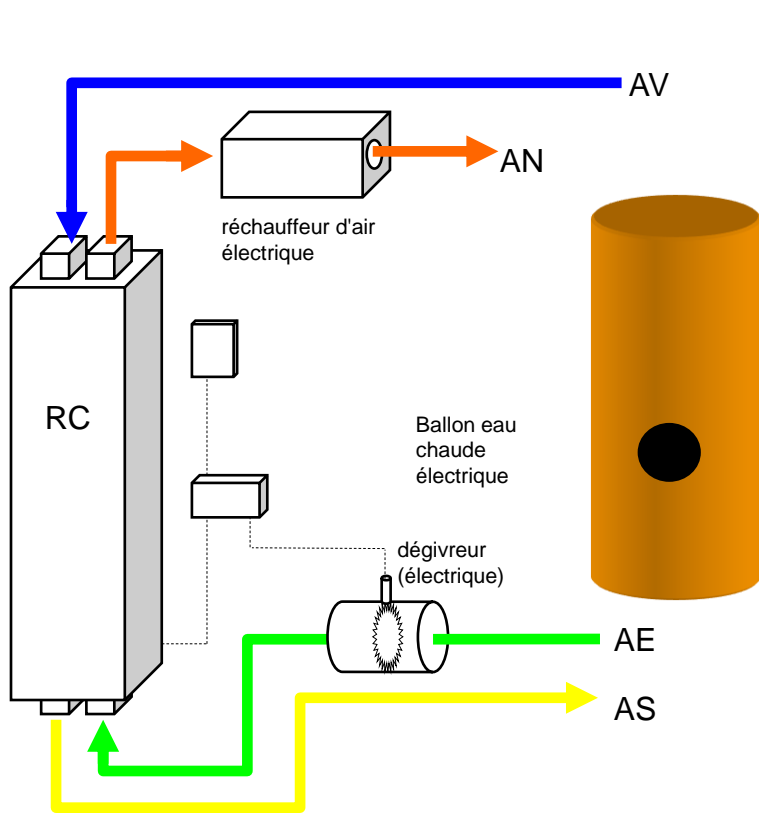


Variante 1

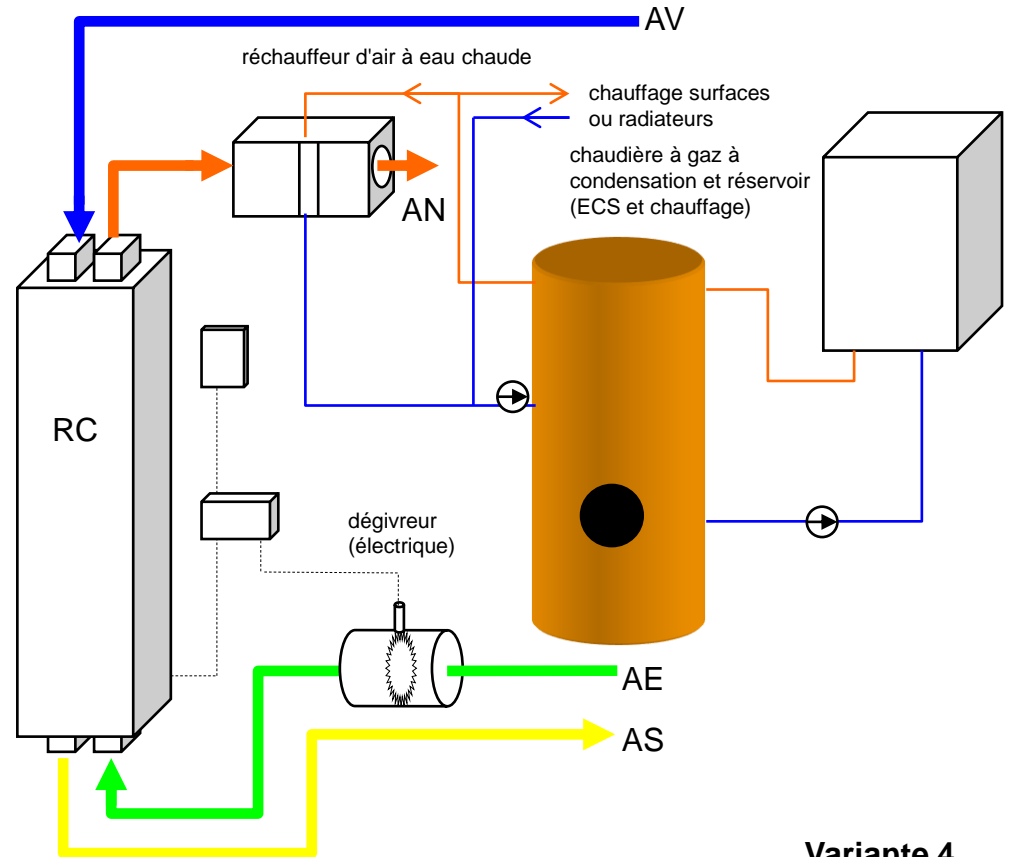


Variante 2

Installations techniques Maison Passive Variante 3 et 4



Variante 3

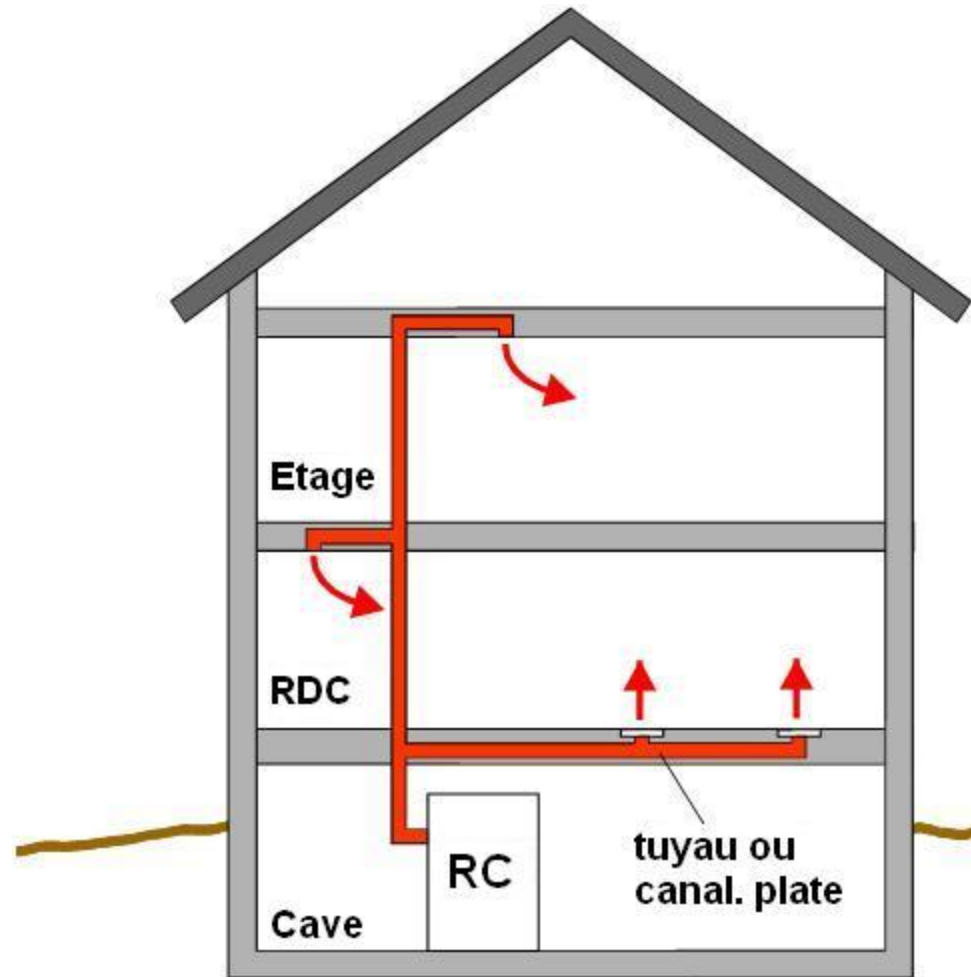


Variante 4

5. Distribution d'air

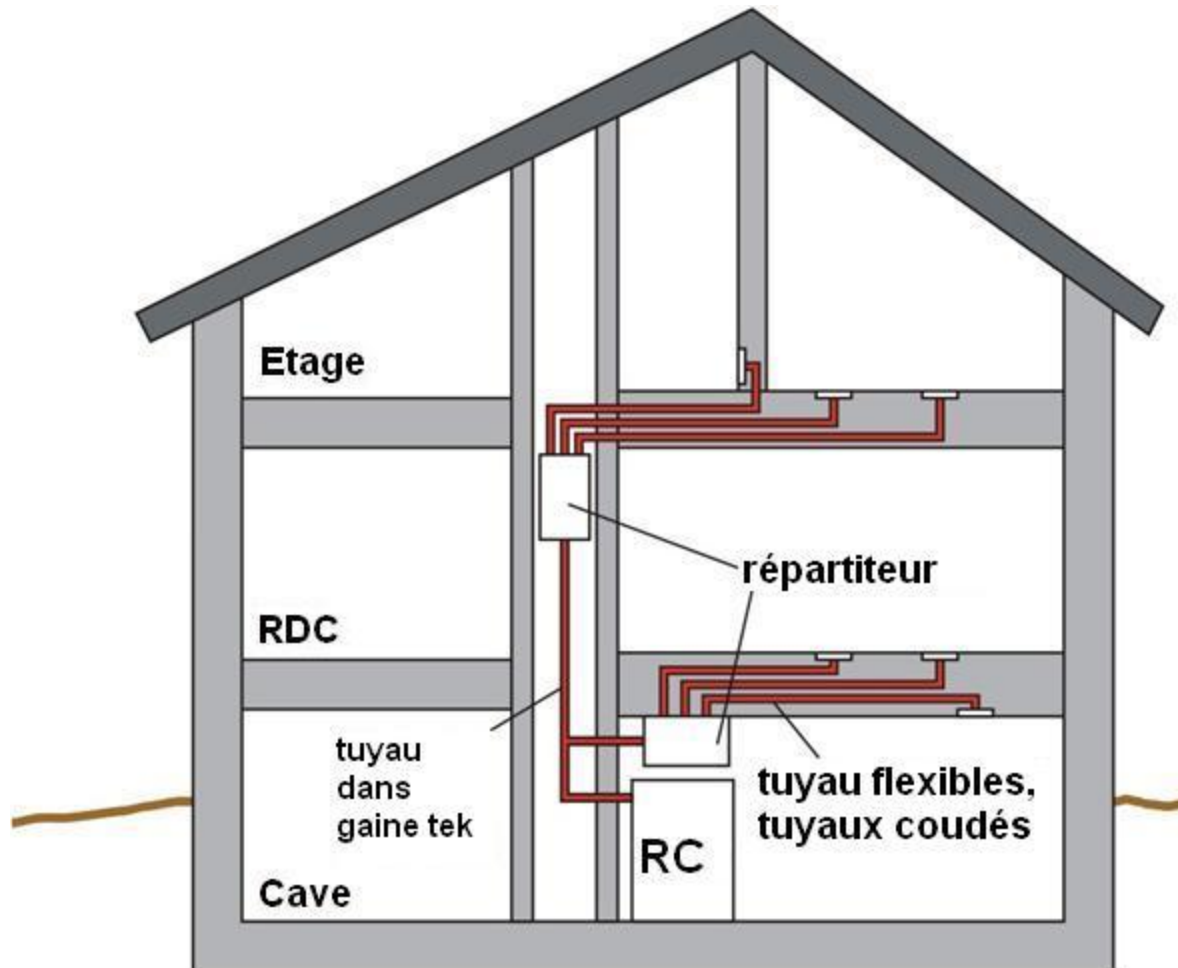
Systeme Filaire

Système filaire (arrivée d'air)



Systeme Araignée

Systeme araignee (arrivee d'air)



comparaison des systèmes de distribution d'air

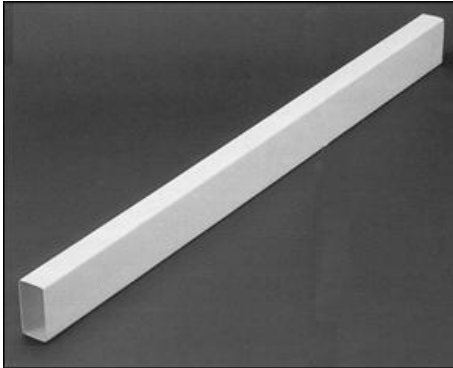
Système araignée (octopus)	Système filaire
peu de contraintes au niveau des études et de l'organisation	planification contraignante – plans ajustés individuellement → établir la liste des matériels demande beaucoup de temps
sans <ul style="list-style-type: none">• coude• répartition (élément en T)• réduction	nombreuses pièces différentes, gaines, conduits plats, éléments de transition, etc.
conduits lisses à faible coudage : <ul style="list-style-type: none">• nettoyage facile• moins de pertes de pression• moins de bruits	<ul style="list-style-type: none">• nettoyage difficile à cause des éléments en T et des coudages étroits• bruits plus importants surtout au niveau des éléments en T juste avant les sorties d'air
moins de pièces détachées – montage sans interruption (pas de pièces manquantes à racheter) montage rapide	nombreuses pièces détachées, parmi lesquelles certaines peuvent éventuellement s'avérer manquantes, obligeant à retourner les acheter → interruption du montage, perte de temps, augmentation des coûts

comparaison des systèmes de distribution d'air

Système araignée (octopus)	Système filaire
extensible à l'infini grâce à un système de raccordement rapide	rallonges fixées par des raccords filelés
en rouleau – aucun problème pour le transport (robustesse)	légèrement sensible à la déformation pendant le transport (dommages – réclamations)
construction deux couches	une couche
faible poids	poids plus élevé (acier zingué)
rigidité annulaire élevée – néanmoins flexible/souple	non flexible
pose sur le sol brut / dans la dalle béton	en raison du diamètre important et de la légère déformabilité, peu adapté à l'intégration dans le sol béton
pose et enfouissement dans la dalle béton à l'épreuve des pas	Conduits plats (plastique et tôle) pratiquement pas à l'épreuve des pas sur des chantiers difficiles
système à la pointe de l'innovation	

Tuyaux, conduits plats, gainés flexibles

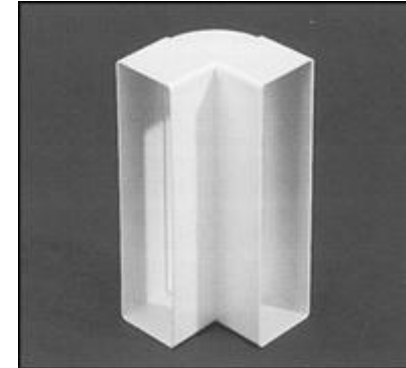
Conduits plats (plastique)



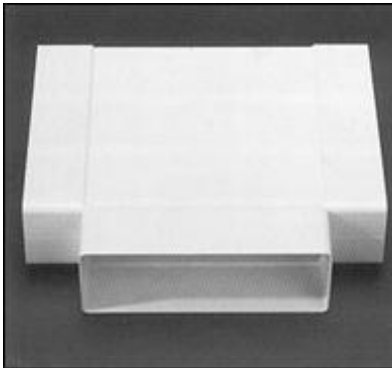
conduit plat



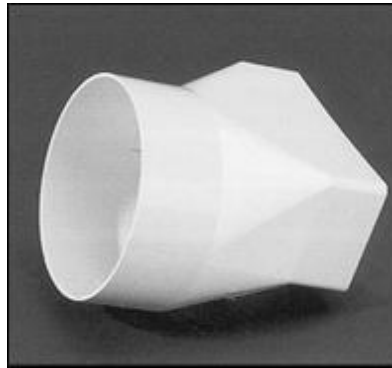
coude 90° horizontal



coude 90° vertical



Élément en T



Élément de transition
rond-rectangulaire

Conduits et conduits plats (tôle galvanisée)



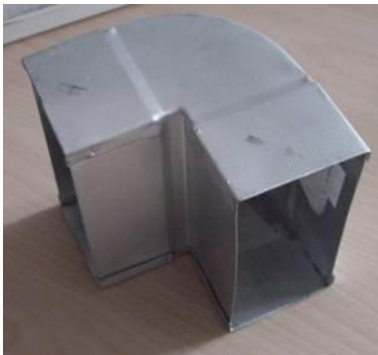
conduit agrafé



coude 90°



élément en T



Coude 90°

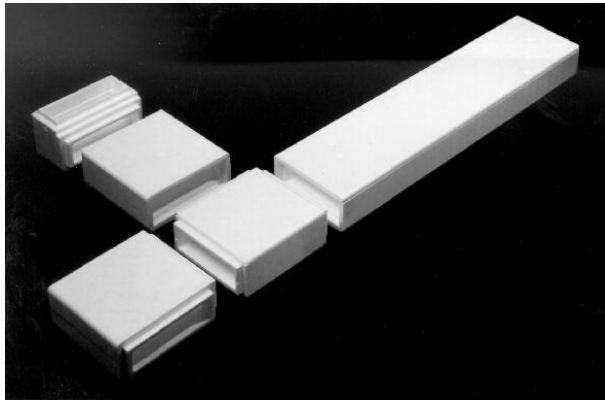


Élément de transition rond-rectangulaire

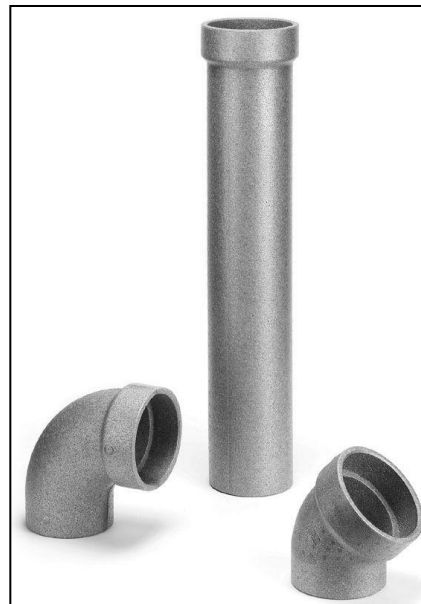
tuyaux ondulés (plastique) et conduit-iso



Comfotube – tuyau blanc, lisse à l'intérieur, cannelé à l'extérieur en nouveau polyéthylène haute densité (PEHD) pur



conduits de ventilation-iso
(modèle déposé)



tuyau-iso en
polypropylène expansé
étanche à la vapeur

systemes de distribution d'air „araignée“



Tube flexible „easy“



Boîte de dérivation



Plaque de montage



Manchon de raccordement



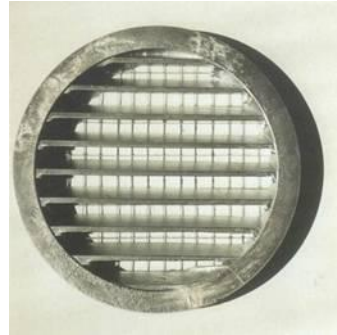
bouchon

6. Bouches d'aération

Entrées et sorties d'air



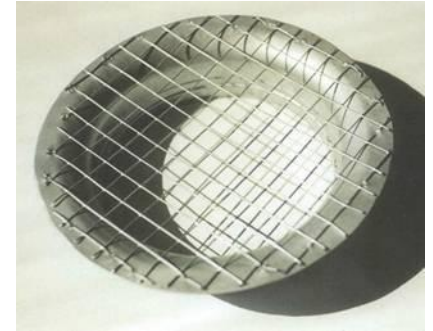
Grille air extérieur/
air sortant



Grille ronde air
extérieur/air sortant



Grille ronde air
extérieur/air sortant
avec capot



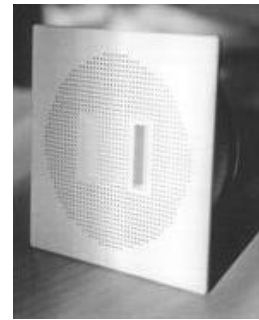
Grille d'entrée d'air



Grille air extérieur
avec moustiquaire



Grille air extérieur



Passage air neuf
(grande portée)

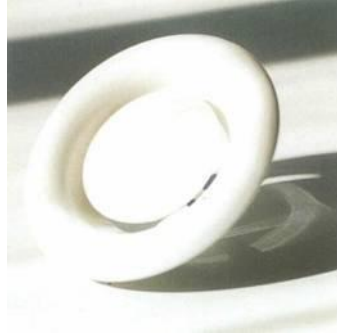


Buse à bec
(grande portée)

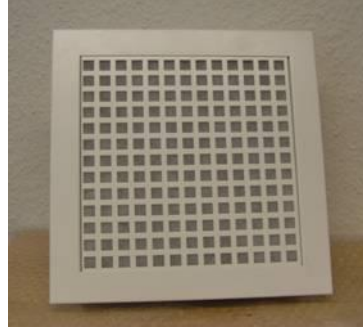
Entrées et sorties d'air



bouche
d'arrivée d'air
neuf avec
chassis de
montage



bouche plate
d'extraction d'air
vicié avec chassis
de montage



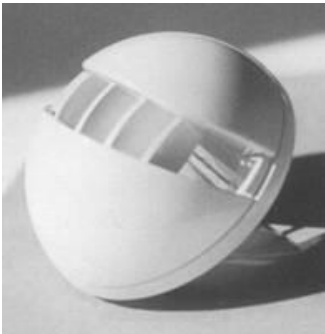
filtre bruit pour
bouche aération
plate



filtre bruit avec
bandeau bombé
en acier
inoxydable



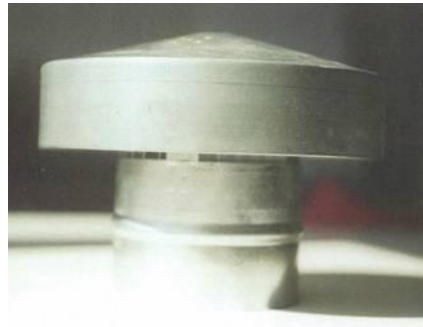
bouche
d'extraction
d'air vicié
avec filtre



Buse Bio



tuile et sortie
de toiture avec
capot



Capot de toiture

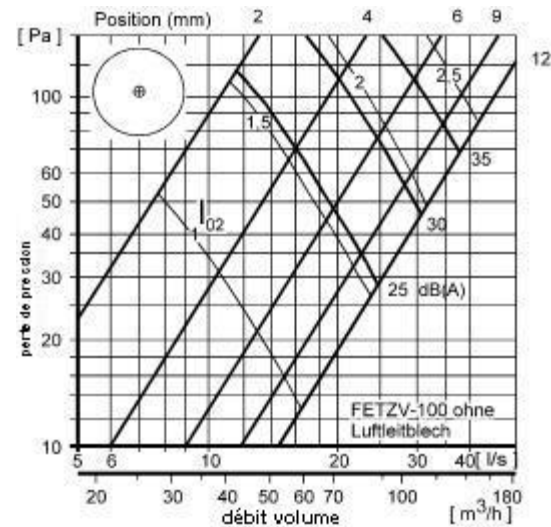
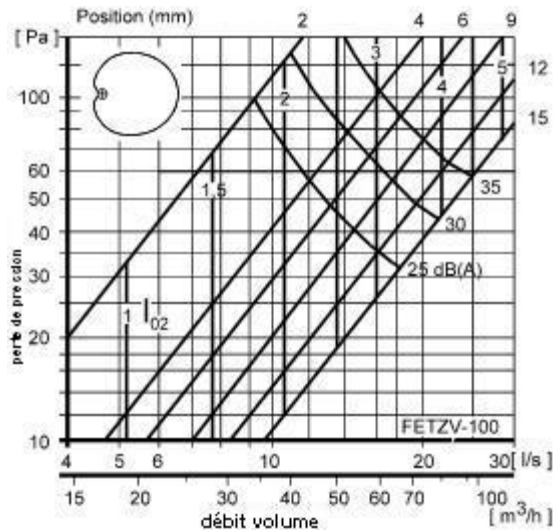
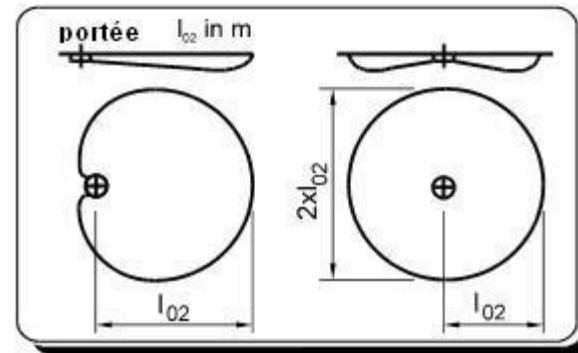
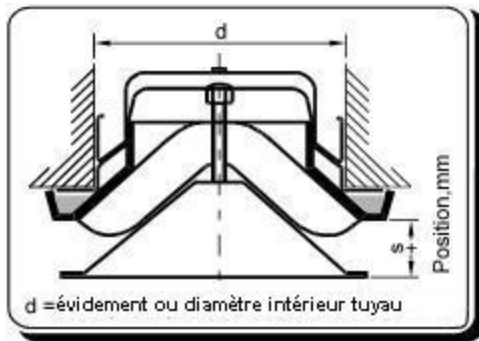


grille de sol

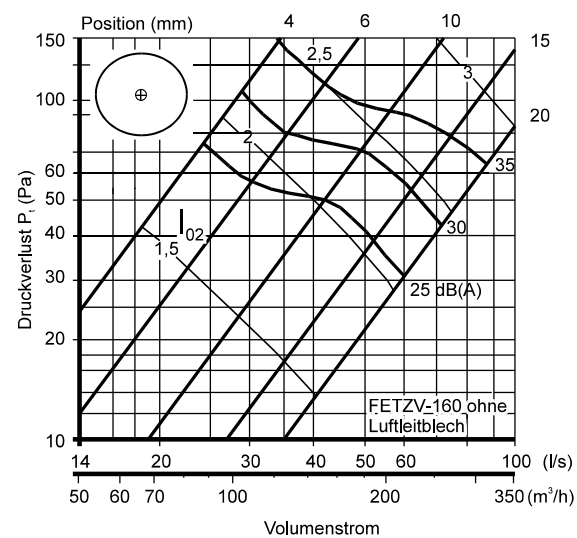
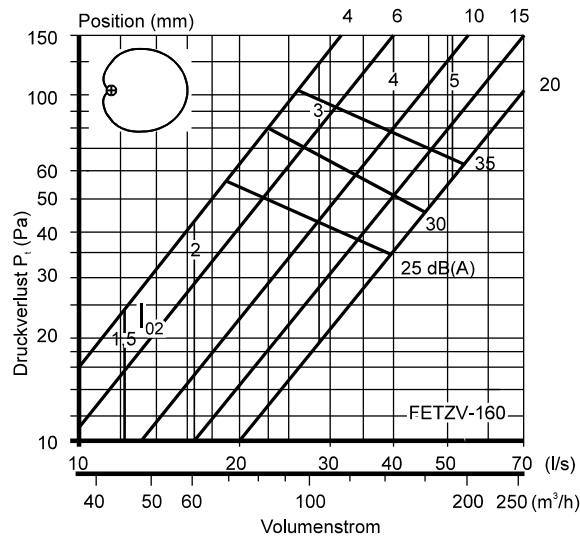
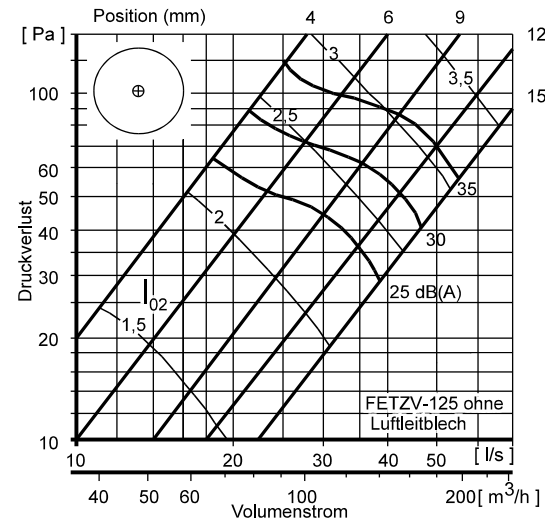
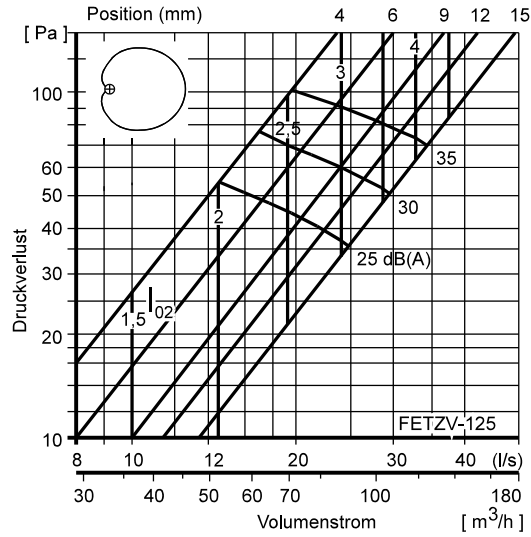
Bouches d'aération plates

Bouche plate d'arrivée d'air neuf à déflecteur d'air

en acier, vernie au four, RAL 9010 (blanc), châssis de montage avec fermeture baïonnette et déflecteur d'air
 l_{02} – grande portée, vitesse de l'air atteinte 0,2 m/s
 pour plafond → écartement minimal par rapport au mur 350 mm

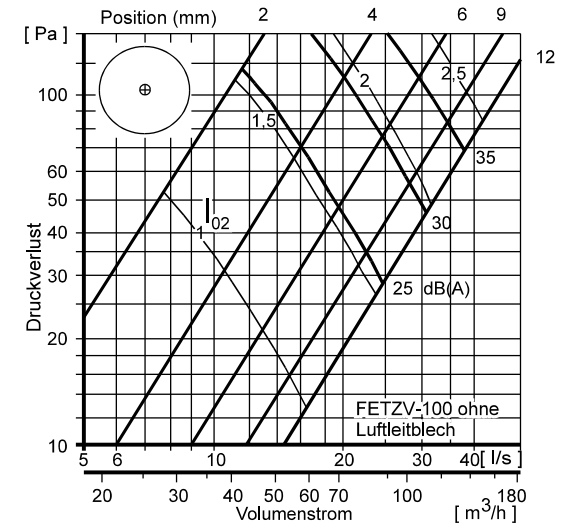
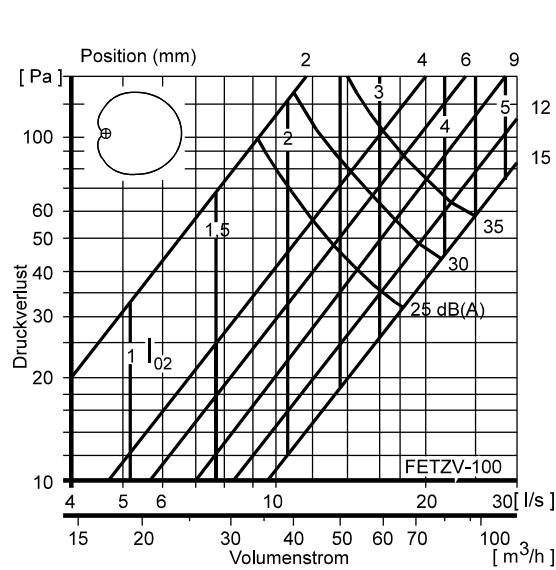


Bouche plate d'arrivée d'air neuf à déflecteur d'air



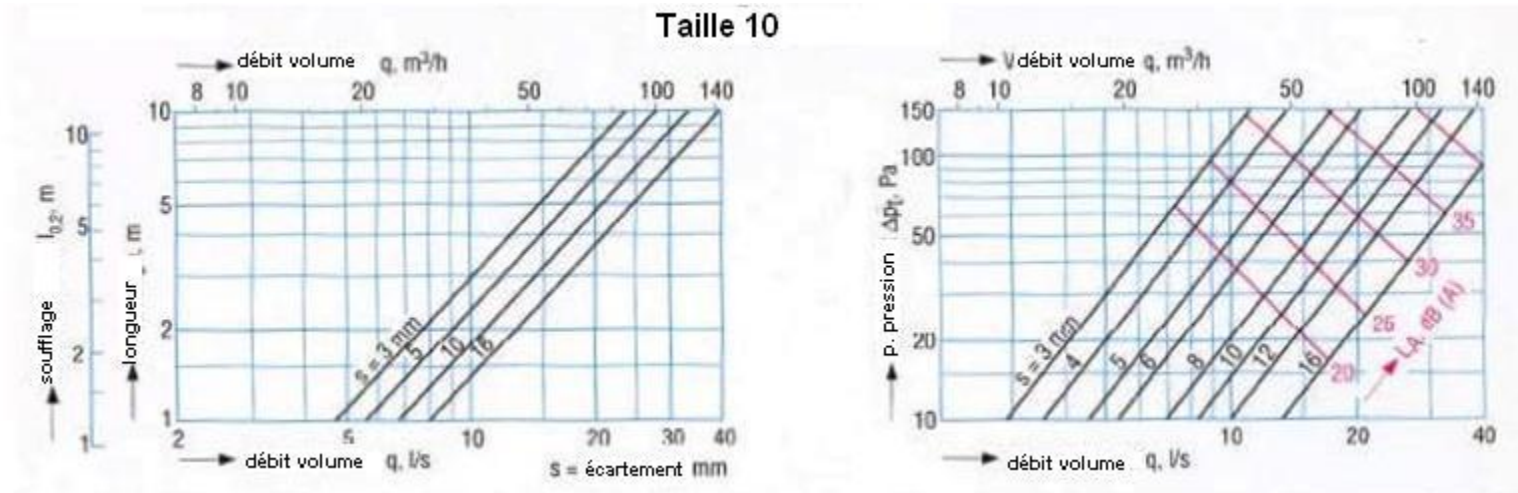
Bouche d'aération plate

bouche d'arrivée d'air avec chassis de montage



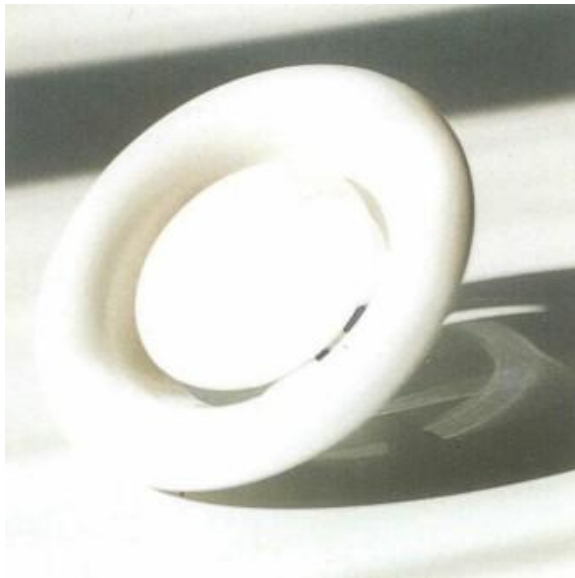
Bouche d'aération plate

bouche d'arrivée d'air



Bouche d'aération plate

bouche plate d'extraction d'air vicié avec chassis de montage



extrait du texte de la norme DIN 1946/46, point 5.3.3.4

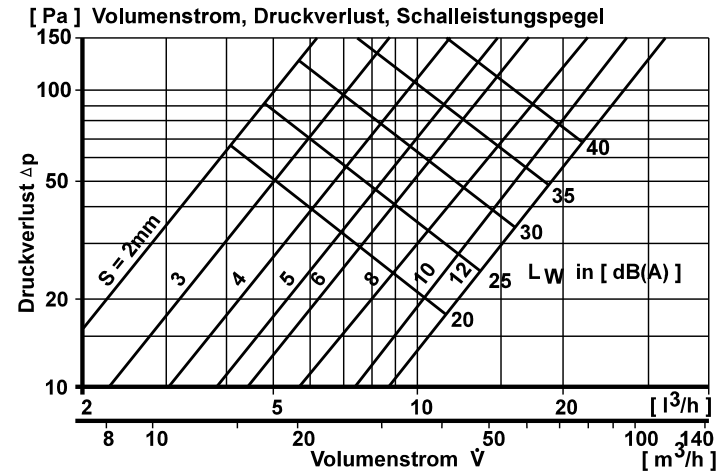
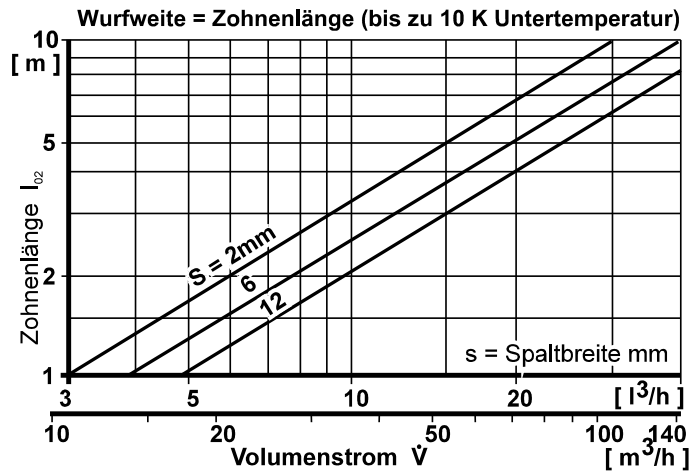
„Pour l'évacuation de l'air vicié des cuisines, prévoir des filtres à air avec des éléments facilement nettoyables afin d'éviter l'encrassement des gaines.“

„Pour les autres passages d'air vicié (salle de bains et WC par exemple), des filtres à air doivent être utilisés.“

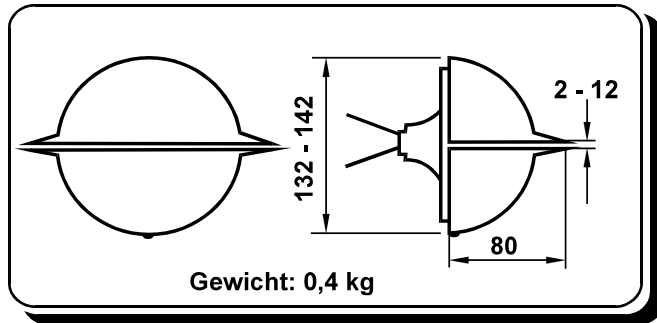
Bouches d'aération grande portée

Bouches d'aération grande portée

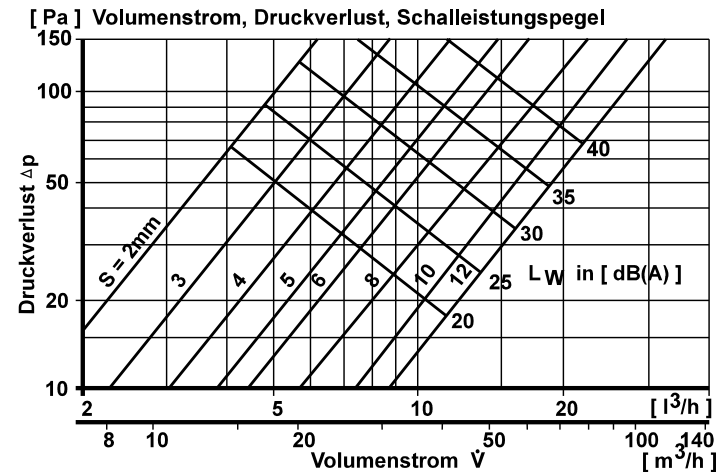
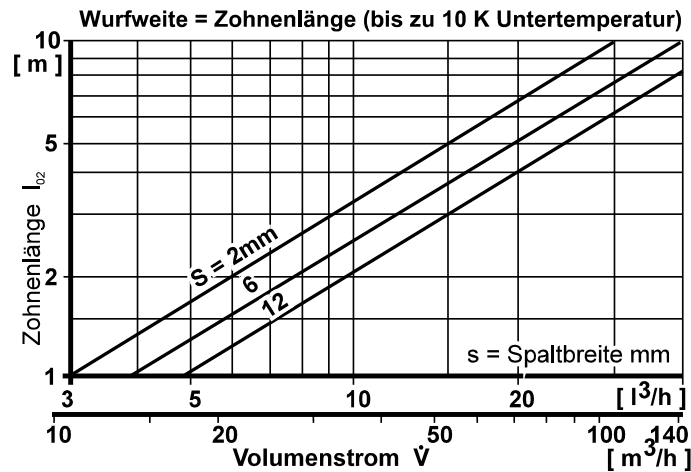
Buse à bec (grande portée)



Buse à bec

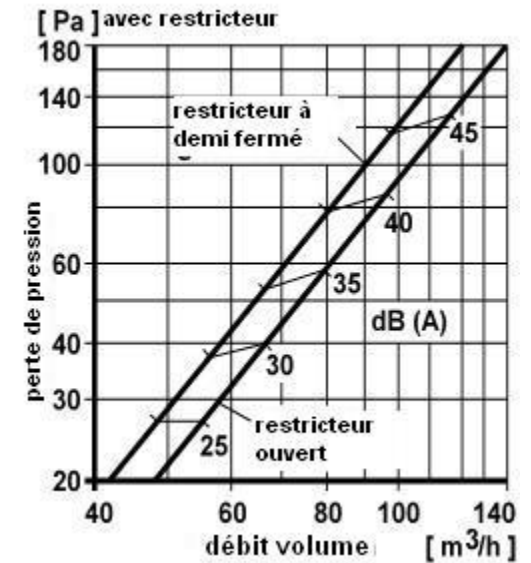
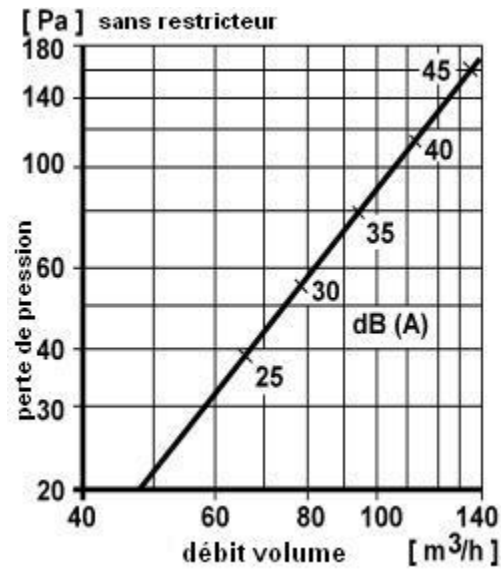


pose murale,
en tôle d'acier, vernis-poudre blanc,
réglage du débit en modifiant la largeur de la fente de sortie d'air

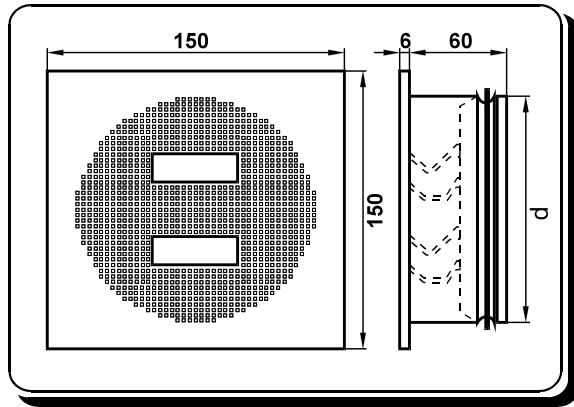


Bouches d'aération grande portée

passage air neuf (grande portée)

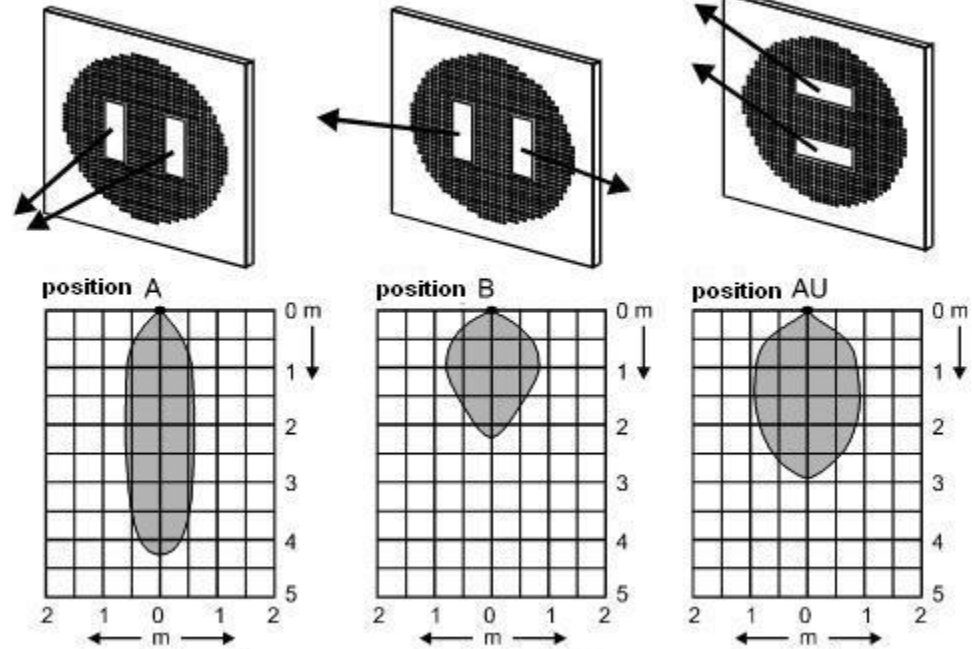


Passage air neuf, mural

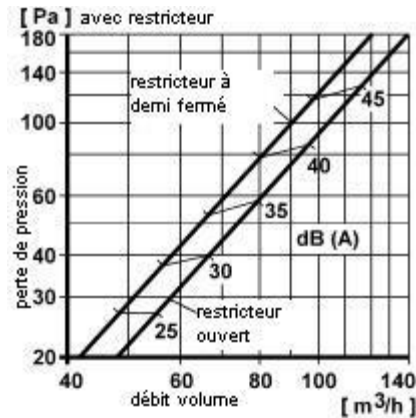
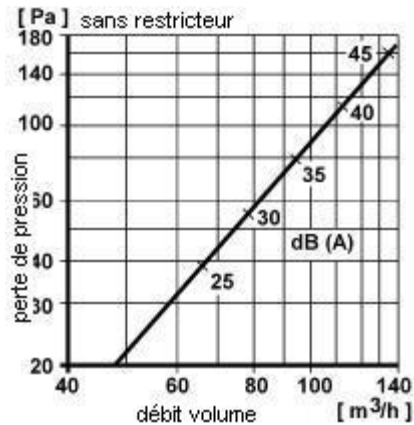


en tôle d'acier et plastique,
vernis blanc RAL 9010,
raccord par joint à lèvres
adapté au conduit WFR

Classement des buses



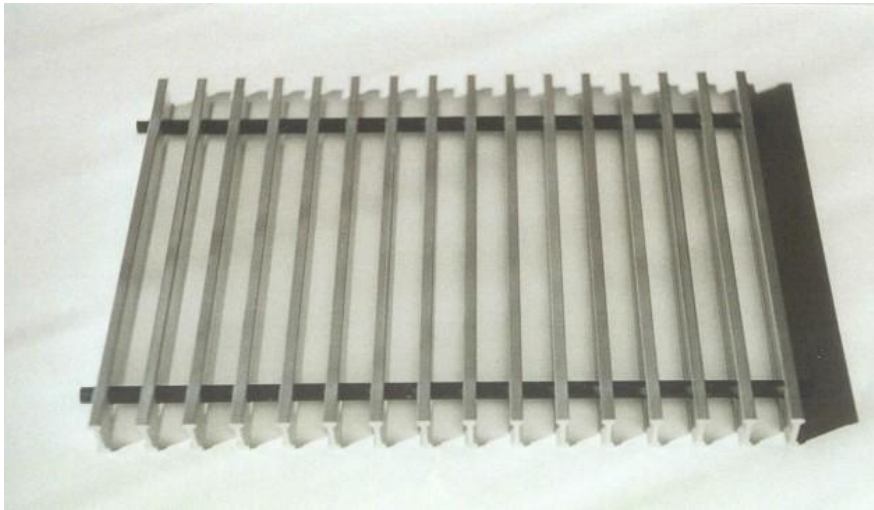
Param $(\Delta s = 0K, \dot{V} = 60m^3/h, 50\text{ mm ss plafond}, \nabla = 0,2m/s)$
débit d'air 200mm sous plafond (dans la zone d'entrée d'air)



Extraction

Entrée d'air par le sol

grille de sol

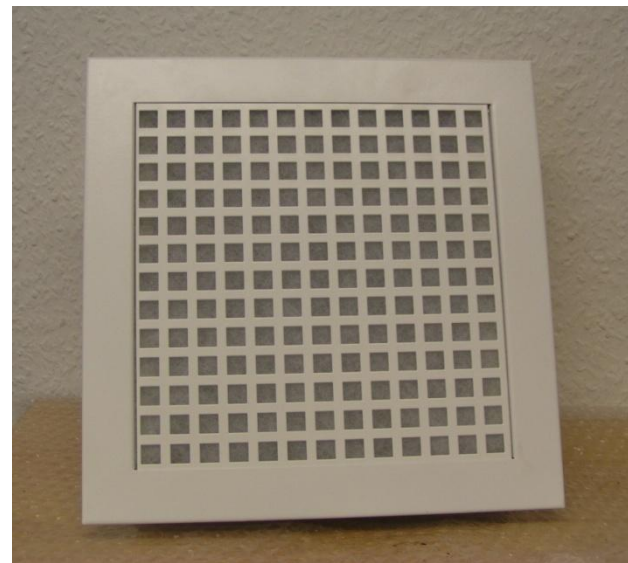


Sortie par filtre bruit

filtre bruit avec bandeau
bombé en acier inoxydable



filtre bruit pour bouche
aération plate



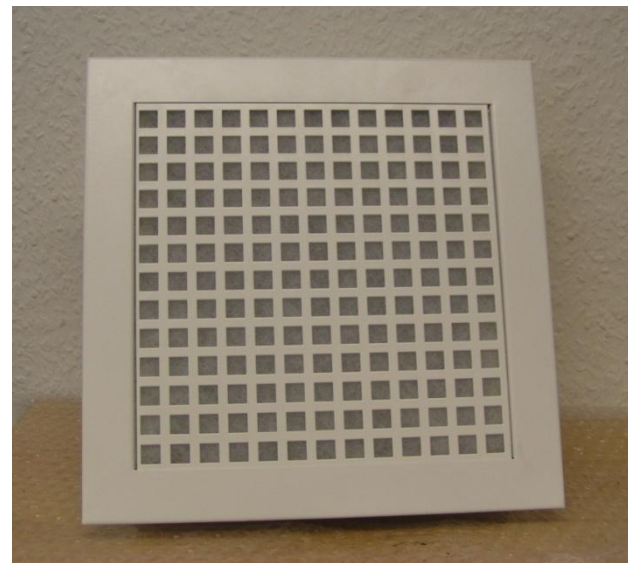
Bouche d'extraction d'air vicié avec adaptateur filtre

Filtre bruit

filtre bruit avec bandeau
bombé en acier inoxydable



filtre bruit pour bouche
aération plate



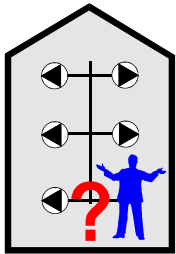
7. Retours d'expérience

Défauts fréquemment constatés dans les installations de ventilation et solutions proposées

1. L'utilisateur vit avec/contre la ventilation



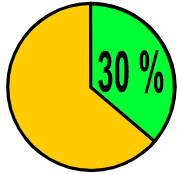
- peu de défauts pour les installations de ventilation dans les maisons individuelles car :
- l'utilisateur s'est décidé sciemment pour l'installation d'une ventilation avec récupération de chaleur
- il a participé activement à la mise en œuvre de l'idée, à la planification et à la réalisation
- il vit sciemment avec cette installation dans sa maison



- dans l'habitat collectif, l'utilisateur n'est pas associé à la décision [1]
- critique a priori la ventilation !
- à l'usage, souvent convaincu par les bons côtés (expérience d'Erfurt)

[1] A. Greml, FHS-Kufstein, Tirol

2. Blower-door



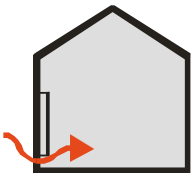
Blower-Door-Test

L'étanchéité à l'air de l'enveloppe des constructions est encore souvent négligée dans le bâtiment [1]

■ avec test Blower-Door ■ sans test Blower-Door



→ conséquence : bilan thermique mauvais



→ conséquence : courants d'air (porte d'entrée → surtout sans porte à tambour)

[1] A. Greml, FHS-Kufstein, Tirol

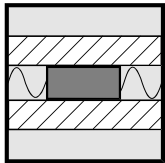
3. Erreur de conception



- décision d'installer une ventilation prise trop tardivement
- des percements par erreur doivent être rebouchés



- le diamètre des gaines et des canalisations n'est pas optimal en raison d'un manque de place

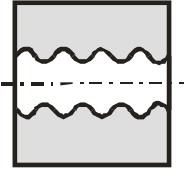


- hauteur d'installation trop faible
- prévoir au moins 5 mm au-dessous et au-dessus du conduit pour l'isolation phonique contre les bruits de pas

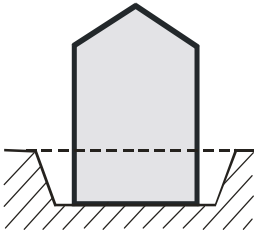
Air
Eaux usées
Chauffage
Eau
Elec

- la ventilation a priorité sur les autres corps de métier
- coordination des corps de métiers

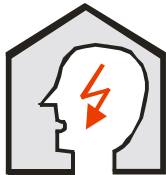
3. Erreur de conception



- canalisations mal adaptées
gaines flexibles, tubes flexibles, tuyaux cannelés à l'intérieur
 - perte de pression plus importante
 - dépôt de poussière dans les „creux“
 - difficultés de nettoyage



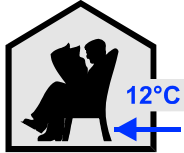
- bien coordonner les travaux de terrassement et l'intégration du puits canadien [1]



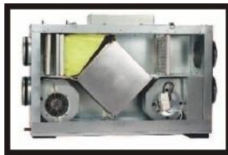
- les planificateurs et les poseurs doivent avoir de bonnes connaissances techniques
 - utiliser l'offre de formations

[1] A. Greml, FHS-Kufstein, Tirol

4. Air neuf froid



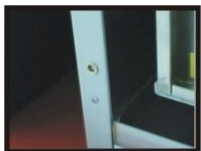
- Lac d'air froid → selon norme DIN 1946/2 point 4.1.3.2 → $\geq 21\text{ °C}$ sur 0,1 m de hauteur
- air neuf trop frais
- causes :
 - simple extraction d'air (sans récupération de chaleur)
 - gaines d'extraction d'air vicié et d'arrivée d'air neuf se trouvent dans des pièces froides et ne sont pas isolées
 - échangeur de chaleur utilisé trop petit
 - en règle générale, les échangeurs à chaleur à courants croisés atteignent une température de l'air neuf de 12 °C en hiver



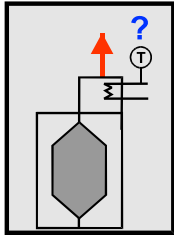
- prospectus induisant en erreur avec courants croisés et indication de rendement supérieur à 90 %
- soi-disant adapté pour les **Maisons Passives**, pour des surfaces allant jusqu'à 240 m^2
- fortes déperditions de chaleur (du local technique vers l'air sortant) dues aux ponts thermiques dans le récupérateur de chaleur



- ponts thermiques dans le récupérateur de chaleur



4. Air neuf froid



la Maison Passive n'est pas chaude – les raisons :

- réchauffage de l'air neuf dans la Maison Passive insuffisant
- température de l'eau chaude inférieure à 50 °C
- réchauffeur d'air trop petit pour le volume d'air et le rendement thermique
- cheminement de l'air chaud trop long
- gaines d'extraction d'air vicié et/ou d'arrivée d'air neuf passent dans des pièces froides ou des murs extérieurs
- gaines d'air non isolées dans la cave ou les combles
- débit d'air trop faible
- pas de calcul pièce par pièce de la charge de chaleur
- mauvaise estimation des éventuelles petites surfaces chauffantes statiques
- rendement de la pompe à chaleur pour le chauffage et l'ECS trop faible

5. Quantité d'air



- filtre du puits canadien mal entretenu ou enneigé



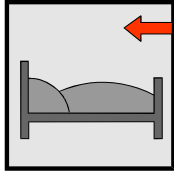
- filtre du puits canadien mal entretenu
- Gaines trop longues et trop de raccordements
- diamètre des gaines trop petit
 - perte de pression trop importante
 - quantité d'air trop faible ou
 - le ventilateur fonctionne continuellement au niveau maximal



- tubes flexibles
 - écrasés
 - perte de pression trop importante

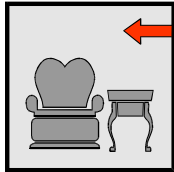


5. Quantité d'air

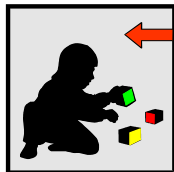


Quantités d'air correctes :

Chambre : 40 ... 50 m³/h



Salon : 60 ... 80 m³/h



Chambre d'enfant : (1 enfant → 25 m³/h, 2 enfants → 50 m³/h)

5. Quantité d'air



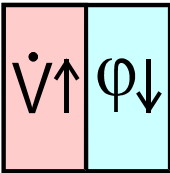
la quantité d'air dans la chambre a été réduite à cause du bruit
(pour cette raison, on constate souvent dans les chambres une aération supplémentaire par ouverture des fenêtres)

Solutions :

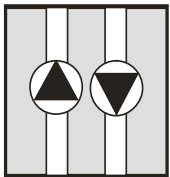
- 2 bouches d'aération
- bouches de plus grande portée
- extraction



la bonne ventilation des chambres est extrêmement importante.
En effet, c'est là que les personnes séjournent le plus longuement, 8 h x 2 personnes.
Cela est également important pour les chambres d'enfants :
8 h sommeil + 4 – 6 h séjournement



volume d'air trop important (en cas de petit nombre de personnes)
conséquence : humidité de l'air trop faible

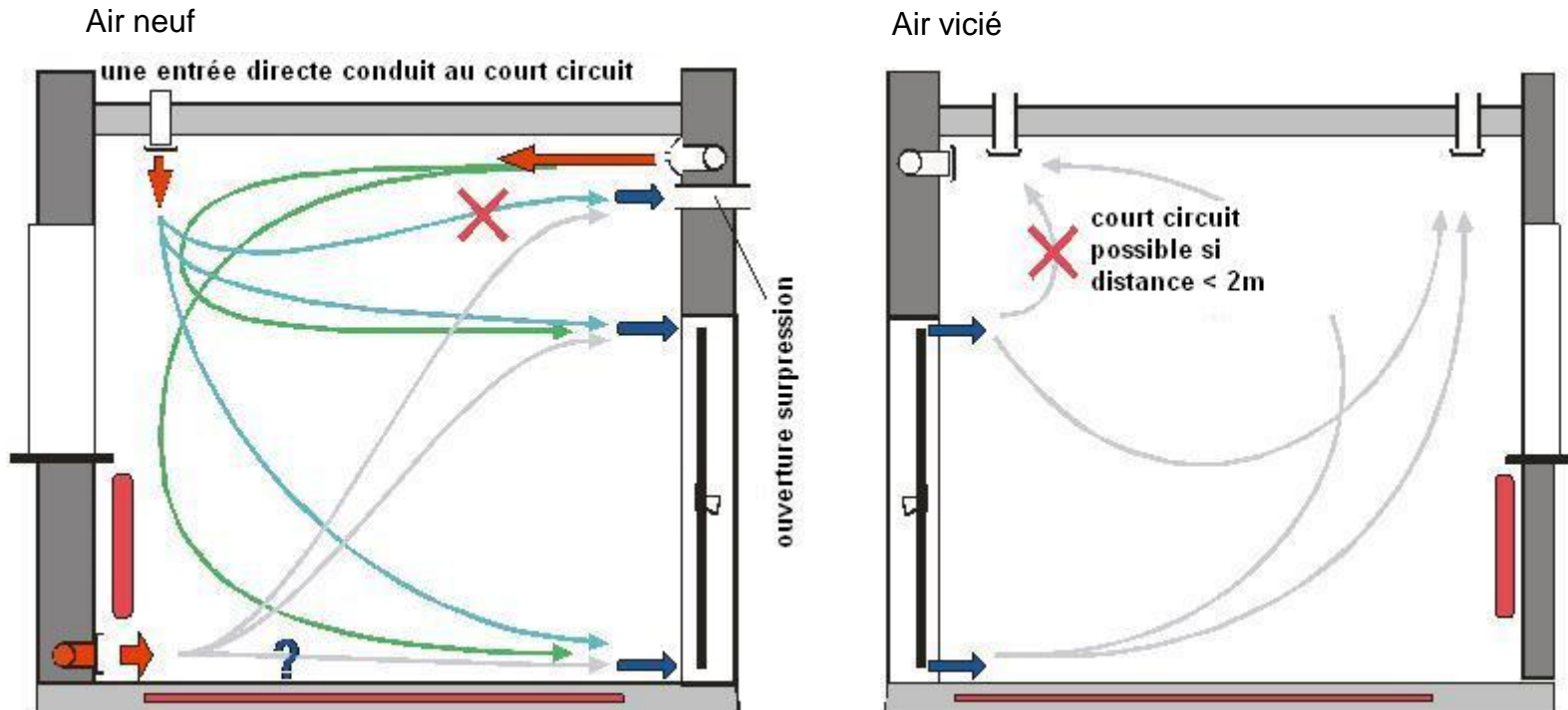


déséquilibre $\dot{V}_{Ab} \neq \dot{V}_{Zu} \rightarrow \eta = \frac{\Delta t_{Zu}}{\Delta t_{max}}$ mal calculé

Ab : air vicié, Zu : air neuf

6. Circulation de l'air

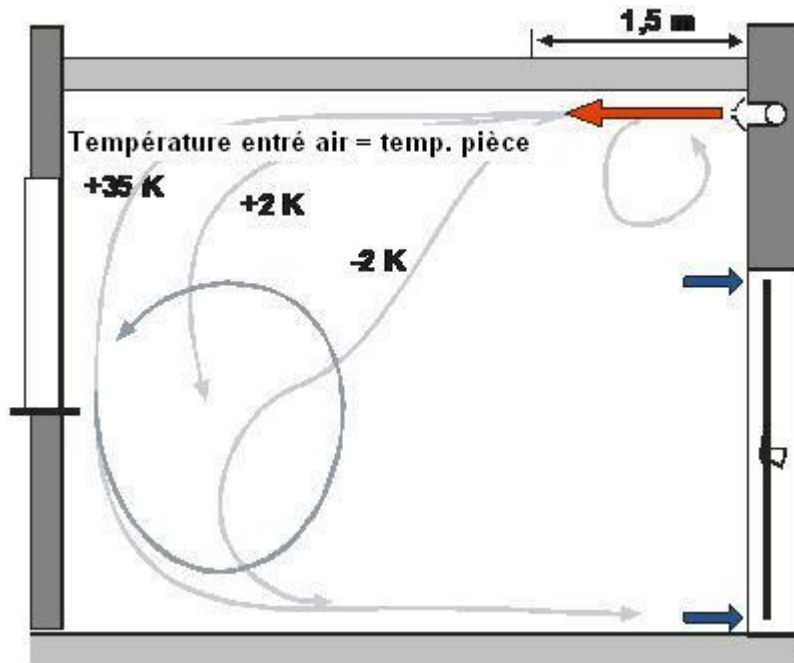
Prêter attention à la circulation de l'air dans les pièces



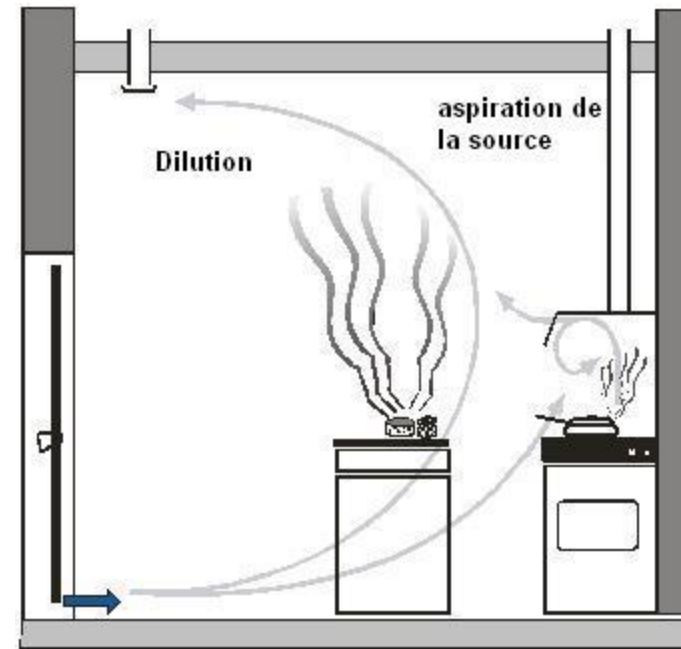
Attention ! Lorsque des courants chauds provoquent une convection, ce mouvement d'air est significativement plus fort que celui produit par la ventilation ; par exemple, une personne assise (environ 120 W) produit 100 m³/h „d'air ascendant“.

6. Circulation de l'air

Air neuf

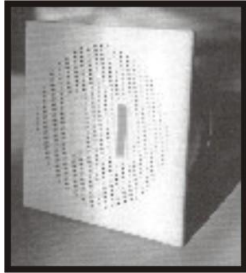


Air vicié

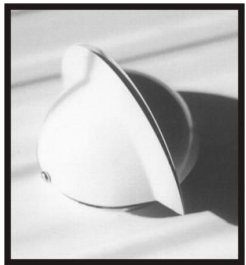


Les odeurs sont diluées par l'apport d'air neuf, elles ne sont pas supprimées !

7. Choix des bouches d'aération



- bouche d'aération grande portée pour mur ~ 20 cm du plafond



- Bouche d'aération pour plafond
placer les bouches d'arrivée d'air neuf et d'extraction d'air vicié
selon les instructions de montage
Caractéristiques de rejet d'air → voir site www.paul-lueftung.net



8. Bruits

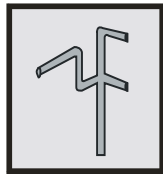


bruits – emplacement des appareils

- appareil trop près des espaces d'habitation, trop près des chambres (gaines courtes → $\Delta p \uparrow$ nécessaire aux bouches → bruit \uparrow)
- les vibrations des appareils se transmettent plus facilement dans les chambres en cas d'installation dans les combles et en cas de plafond en bois plutôt qu'en béton
- Installation d'appareils dans la cave

Solutions :

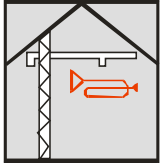
- support des appareils : plaque lourde + caoutchouc souple (par exemple tapis Sylomer), socle sur chappe flottante, en particulier pour les appareils compacts avec pompe à chaleur
- murs (ou plafonds) massifs pour séparer de l'emplacement d'installation



bruits – pose des conduits

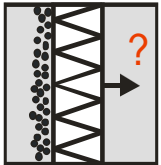
- \emptyset trop petit, coudes ou éléments en T juste avant les sorties d'air
- bouches d'aération trop petites, trop près du mur/plafond
- pas de cale en caoutchouc souple dans les colliers des tuyaux – résonance
- l'appareil n'a pas de silencieux de "téléphonie"
- le conduit d'air sortant n'a pas de silencieux → bruits à l'extérieur, sur la terrasse par exemple

8. Bruits



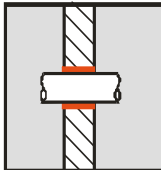
“téléphonie” entre pièces

- conduits courts entre les pièces, pas de silencieux de „téléphonie“



appareil trop bruyant

- filtre saturé
- la constante du ventilateur \dot{V} fonctionne à fort régime



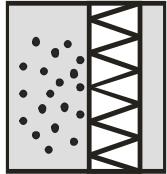
- pas d'isolation phonique des tuyaux traversant les murs et plafonds
- points délicats entre le tuyau et la cloison (mur, poutre, plaque de plâtre)



Solutions :

- Extraction (sans effet)
- 2 bouches d'aération (chaque bouche ne traitera que 50 % de la quantité d'air)

9. Filtre

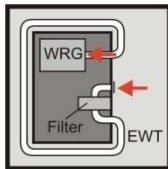


Aspiration d'air

- Taille du filtre ↑ → Δp ↓ → délai d'entretien ↑ → coûts ↓
- humidité sur la garniture du filtre
sens d'aspiration ≠ direction prédominante du vent



- neige devant le filtre
aspiration d'air dans un endroit couvert (cabane de jardin)



- Aspiration à travers le mur extérieur vers le filtre et du filtre vers le puits canadien



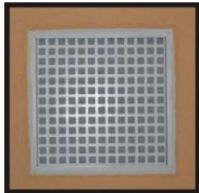
Fréquence des changements de filtres dans les appareils

- Dépend de la taille du filtre, de la durée d'utilisation et de la saleté de l'air
- Mécanisme de mesure :
 Δp , aspect visuel ? → qualité de l'air ?
durée → qualité de l'air O.K.!

9. Filtre

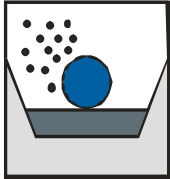


- Vérifier si la position du filtre dans l'appareil est libre ou fixe
- Étanchéité du filtre défectueuse
- Fuite du filtre > 5 %
- La poussière pénètre dans les tuyaux → coûts de nettoyage élevés

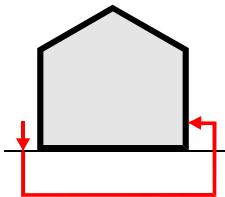


- un filtre au point d'extraction de l'air vicié permet de garder les conduits propres, par exemple, filtre bruit

10. puits canadien

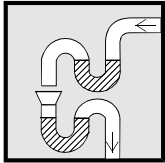


- bien tasser la terre sous les tuyaux du puits canadien
- vérifier l'étanchéité des tuyaux du puits canadien avant de les remplir
- vérifier la pente avant de recouvrir
- „enrober“ les tuyaux du puits canadien avec la terre



- puits canadien trop court → formation de glace dans le récupérateur de chaleur
- Ø puits canadien trop petit → formation de glace dans le récupérateur de chaleur
- Ø puits canadien trop grand → flux central sans véritable effet d'échange de chaleur
- Calculs Δp - et \dot{Q} non effectués, profondeur de pose trop faible
- puits canadien sous la maison → \dot{Q} de la cave, trop proche de la maison → \dot{Q} de la cave
- pas de croisement avec la canalisation d'eau – risque de gel
- pente non respectée → creux → poches d'eau, bruits d'écoulement
- les parois internes des tuyaux du puits canadien doivent être lisses – en cas de cannelures, les condensats peuvent stagner
- compartiment à condensats enterré → niveau de la nappe phréatique ?
→ pénétration de radon ?!
- dessèchement du siphon au niveau de l'écoulement des condensats, utilisation d'un siphon sec préférable !
- dégivreur à saumure à la place d'un puits canadien

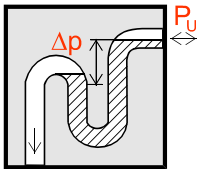
11. Condensats



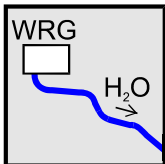
- Oubli de l'écoulement des condensats au niveau du puits canadien et du récupérateur de chaleur
- Oubli du siphon
- Dessèchement du siphon – remontée d'odeurs des eaux usées par le puits canadien

Solution :

Siphon sec



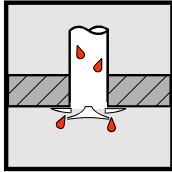
- En cas de niveau d'eau élevé dans le siphon, la zone d'aspiration/pression de l'appareil n'est souvent pas respectée → les condensats débordent de leur bac



- Diamètre du tuyau des condensats trop petit, tuyau des condensats trop long – force d'adhérence importante, valeur de base $\varnothing_i = 8 \text{ mm}$ (mieux : 10 mm)

11. Condensats

de l'eau goutte des gaines (bouches d'aération)

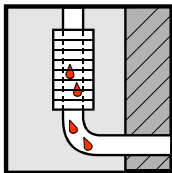


Causes :

- L'appareil de ventilation n'est pas en fonction → l'humidité ascendante (courant thermique) condense dans les tuyaux placés dans des endroits froids
- Tuyaux posés – appareil installé seulement 1 an après
- gaines (air vicié) non isolées posées sur de longues distances dans des pièces (encore) froides

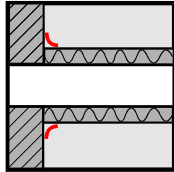
Solutions :

- Boucher les extrémités des gaines (VDI 6022, point 4.2.3)
- Ne pas installer de gaines dans des pièces froides
- Bien isoler les tuyaux
- Maintenir en permanence les appareils en fonctionnement lorsque les températures extérieures sont basses

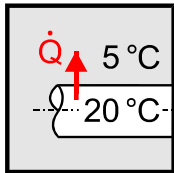


- Formation de condensation dans le silencieux du conduit d'air sortant

12. Isolation thermique

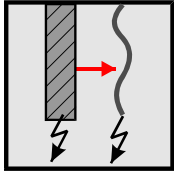


- Isolation étanche à l'air des conduits froids d'air extérieur et d'air sortant



- Oubli de l'isolation thermique
- Isolation thermique trop faible dans le cas de conduits transportant de l'air froid dans des pièces chaudes ou de conduits transportant de l'air chaud dans des pièces froides

13. Câble de contrôle



contrôle

- câble de commande posé parallèlement au câble 230 V
- câble posé en boucle → induction

14. Conclusion

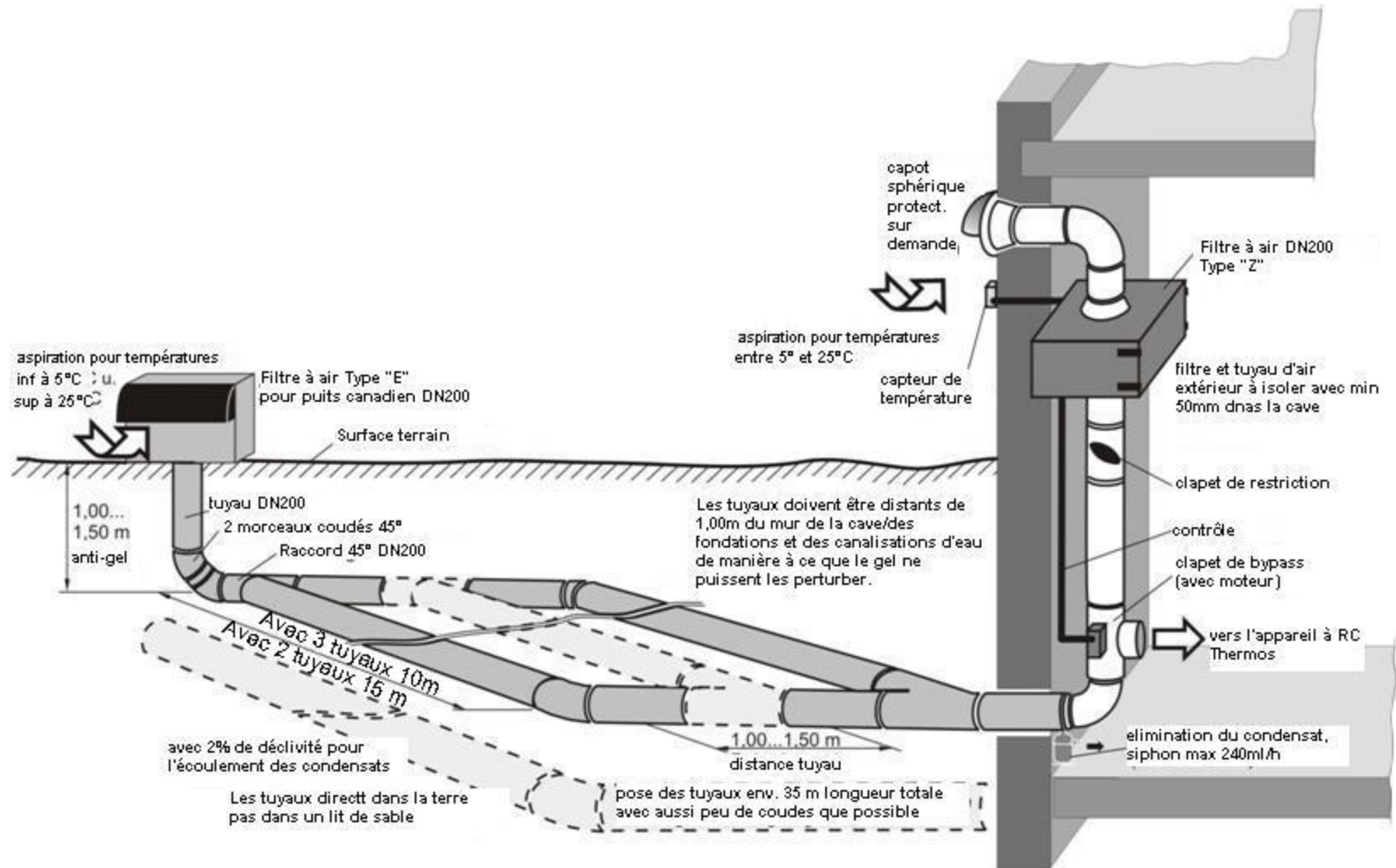


- Nécessité d'une connaissance approfondie des détails techniques
- Évite les petites erreurs qui entraînent de gros effets

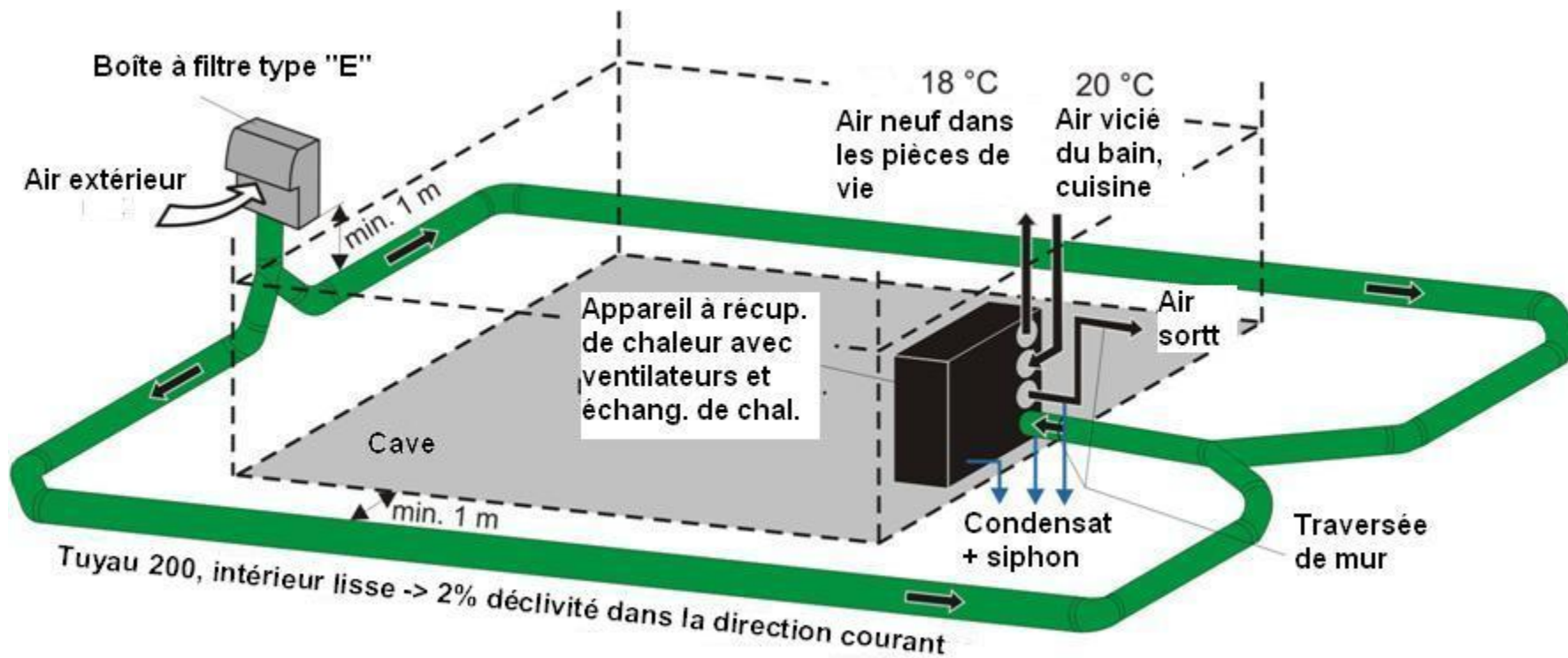
8. Puits canadien, dégivreur à saumure, dégivreur électrique

Puits canadien

Vue d'ensemble du puits canadien



puits canadien posé autour de la maison



Coffres filtres à air extérieur



Coffre filtre à air extérieur
pour puits canadien
Type E
DN 200
jusqu'à 300 m³/h



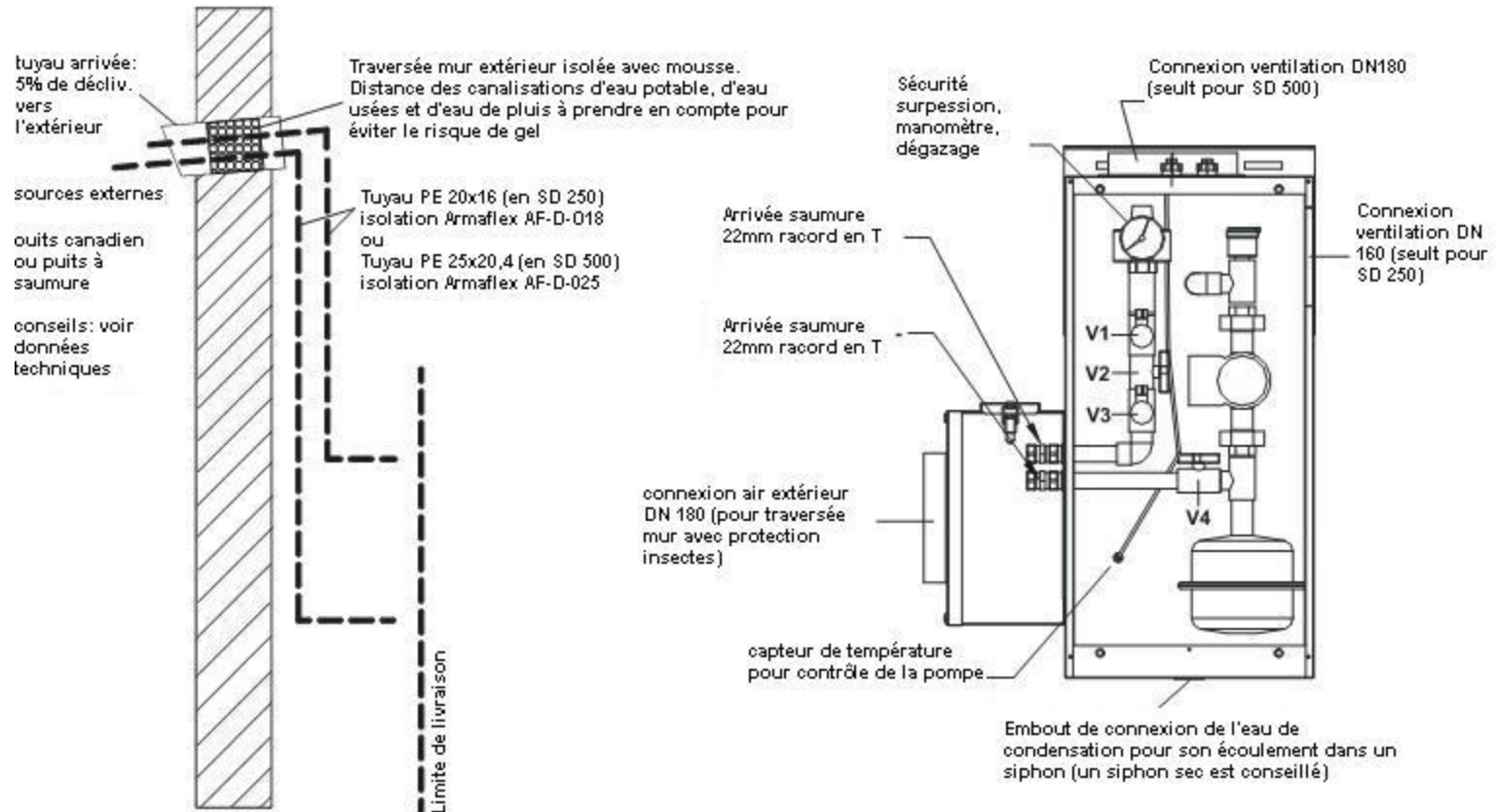
Coffre filtre à air extérieur
pour puits canadien
Type E double
DN 250
jusqu'à 600 m³/h

Dégivreur à saumure

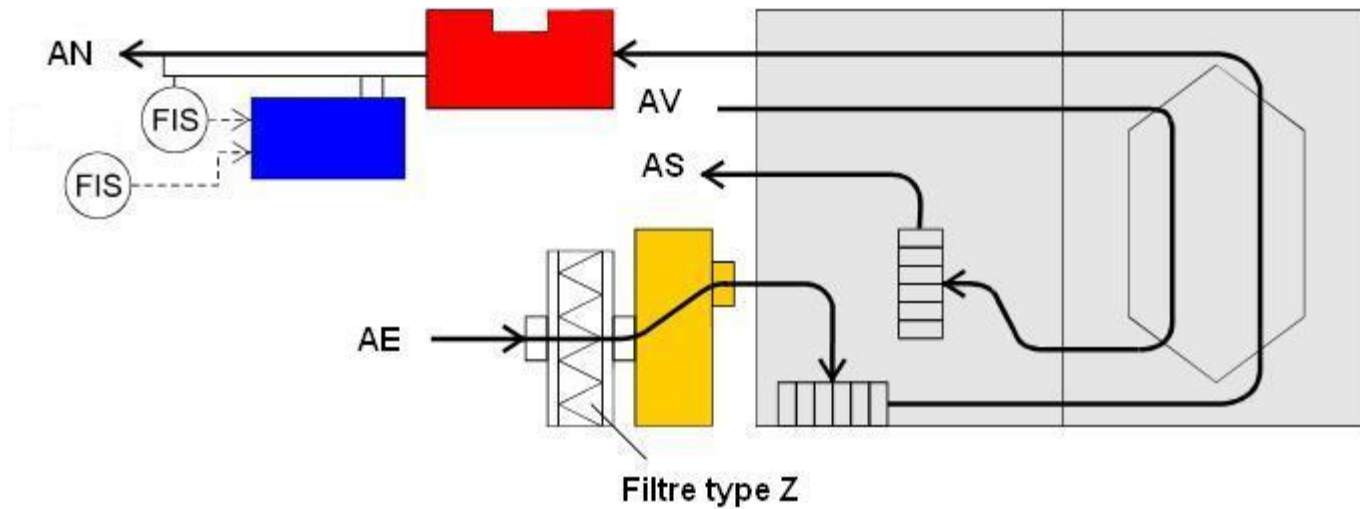
Dégivreur à saumure







Schéma dégivreur à saumure



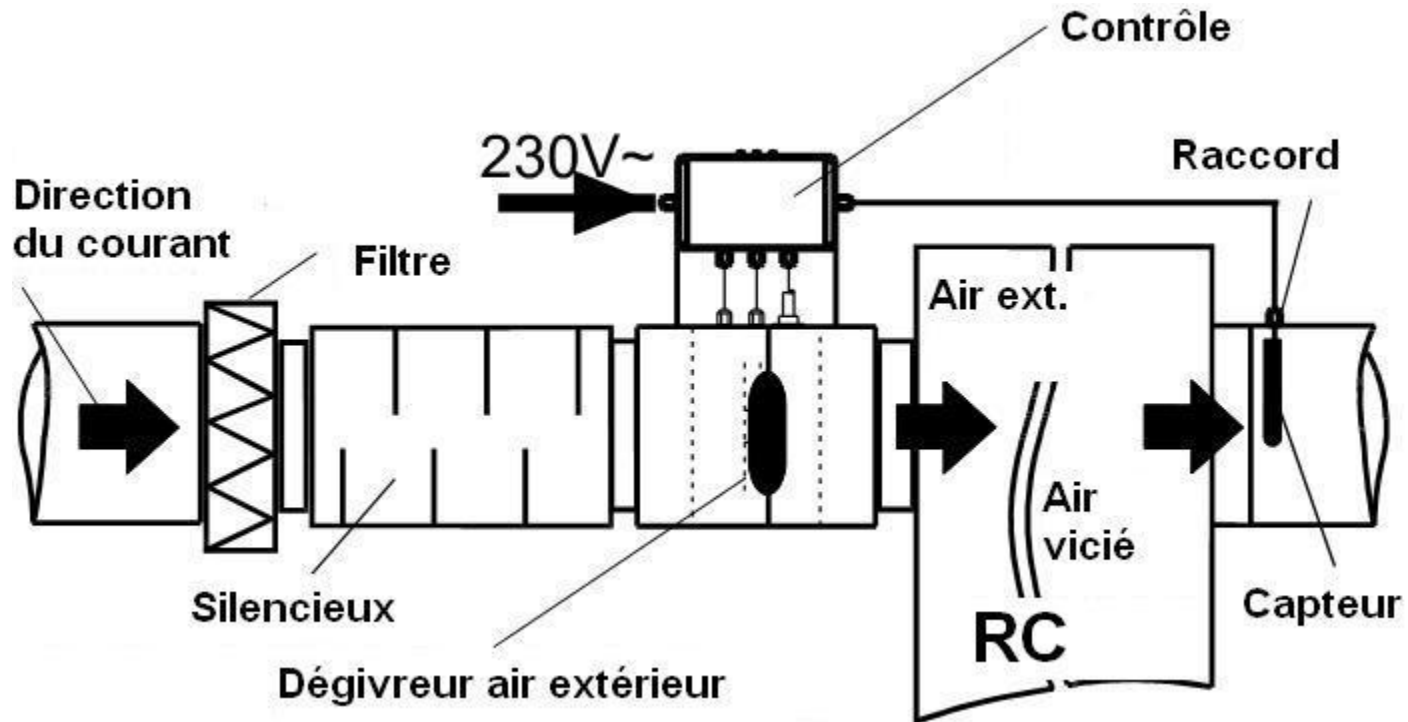
Solution



-  Appareil à récupération de chaleur
-  Dégivreur à saumure
-  Préchauffage à eau chaude
-  Humidificateur d'air centralisé (évaporateur)

Dégivreur électrique

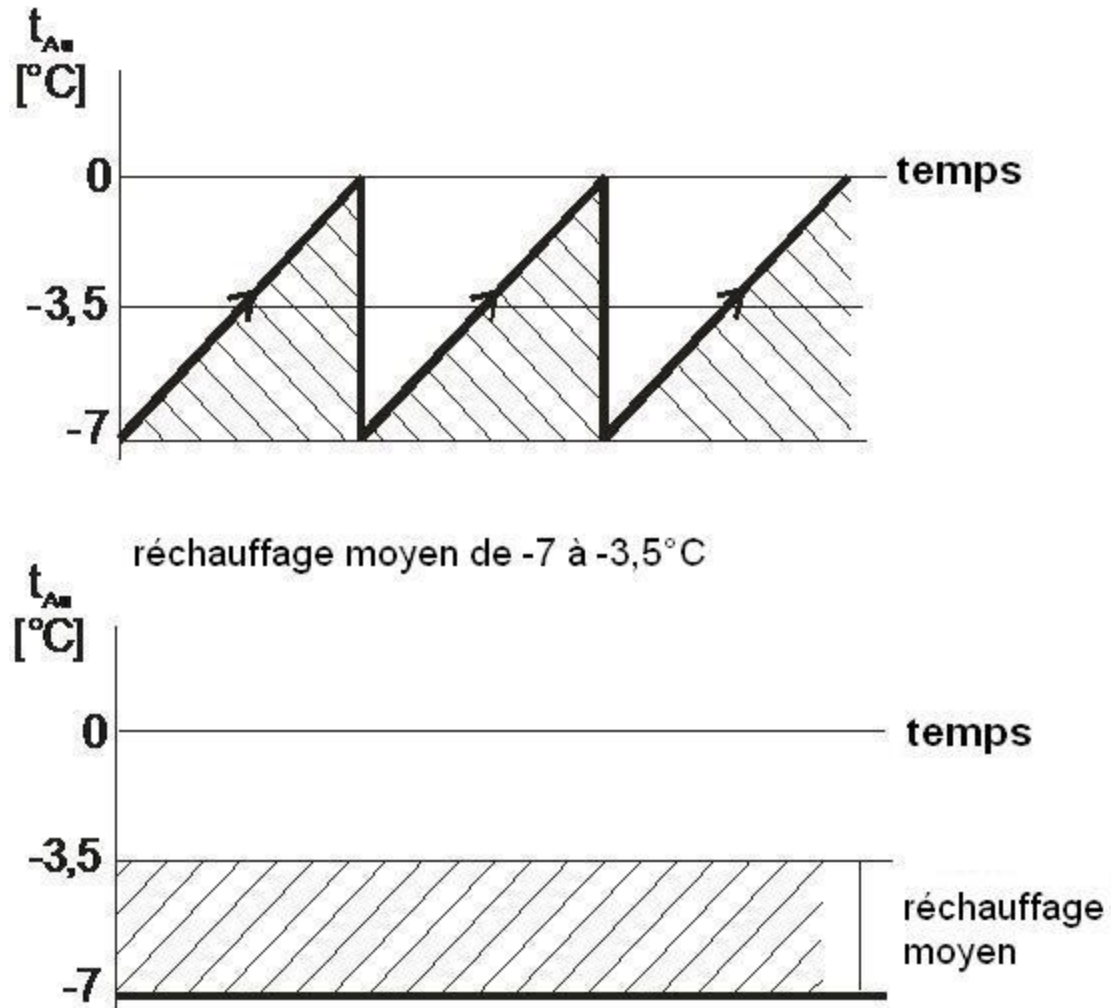
Schéma dégivreur (PAUL)



Dégivreur



Évolution des températures au niveau du dégivreur



Dégivreur-iso

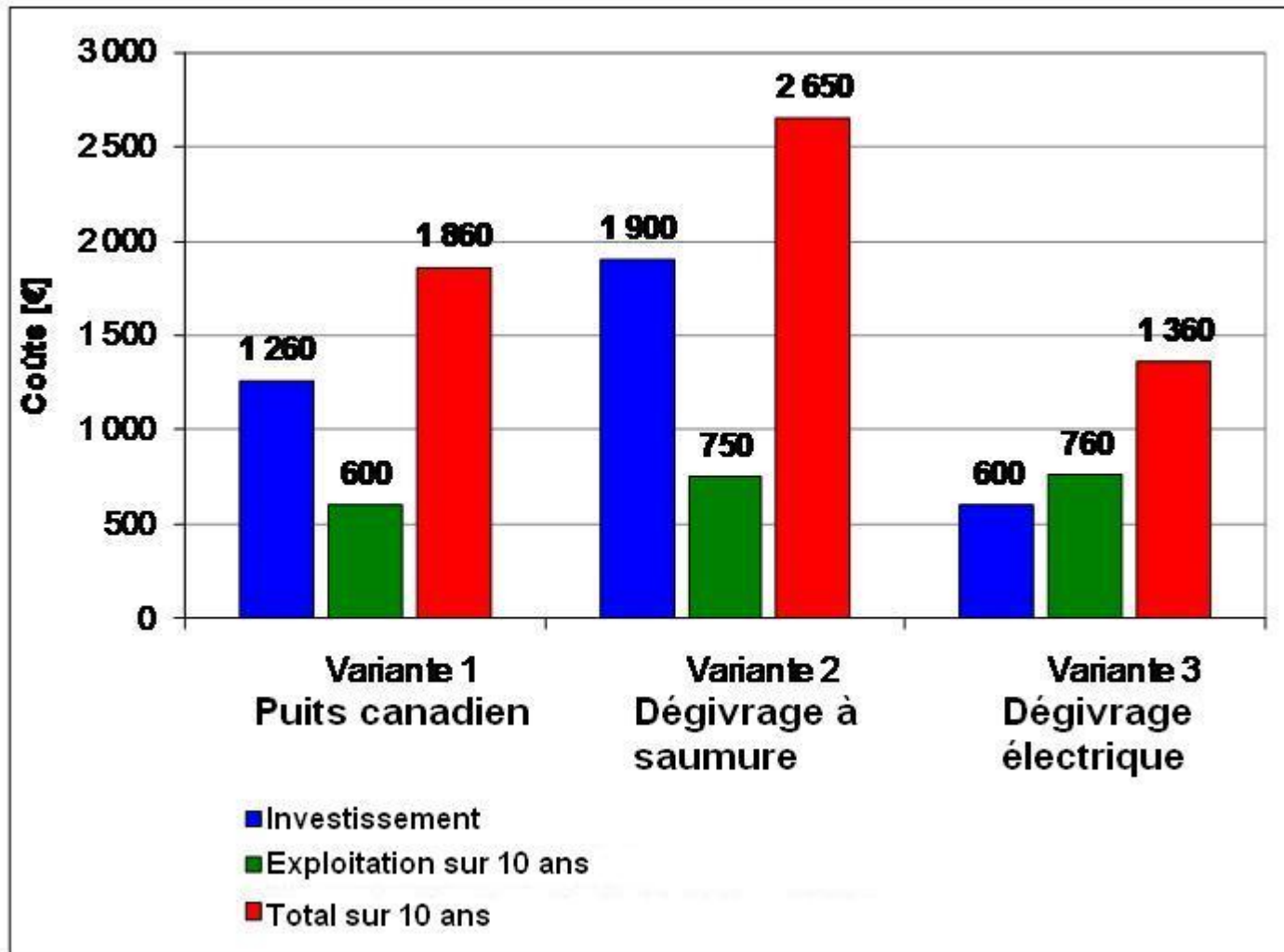


Comparaison des coûts de diverses méthodes de protection contre le gel

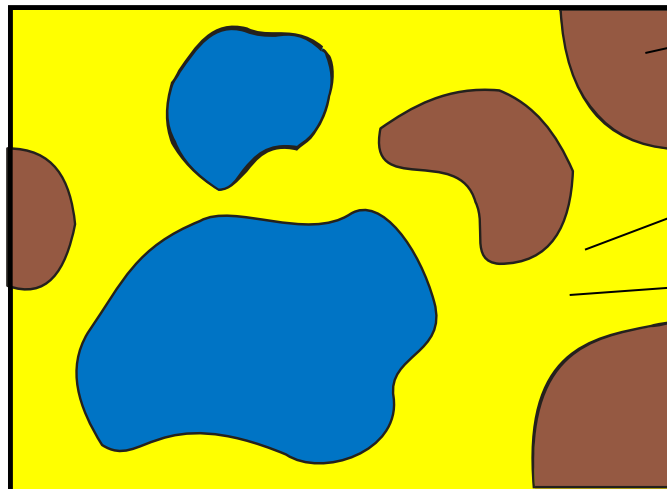
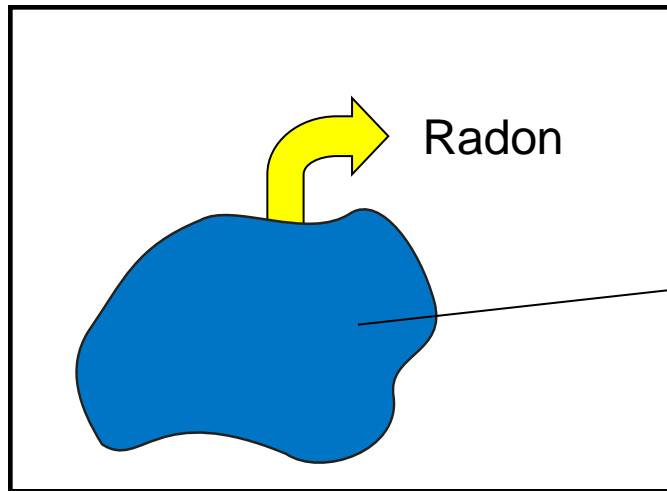
Méthodes de protection contre le gel – comparaison des coûts

	Coûts d'investissement/Coûts des matériaux		Coûts d'exploitation/an	
Variante 1: Puits canadien	Canalisation (canalisation principale)	Env. 1.000,00 €	Filtres	60,00 €
	Boîte de filtres à air extérieur	Env. 260,00 €		
Variante 2: Dégivreur à saumure	Dégivreur à saumure	Env. 1.700,00 €	Electricité	Env. 35,00 €
	Conduite du dégivreur (60 m selon la nature du sol)	Env. 200,00 €	Filtres	40,00 €
Variante 3: Dégivreur-iso	Dégivreur-iso	Env. 600,00 €	Electricité	Env. 60,00 €
			Filtres	16,00 €

Méthodes de protection contre le gel – comparaison des coûts



9. Protection contre le radon et ventilation



Concentration en radon - Risques pour la santé

1. Risques pour la santé

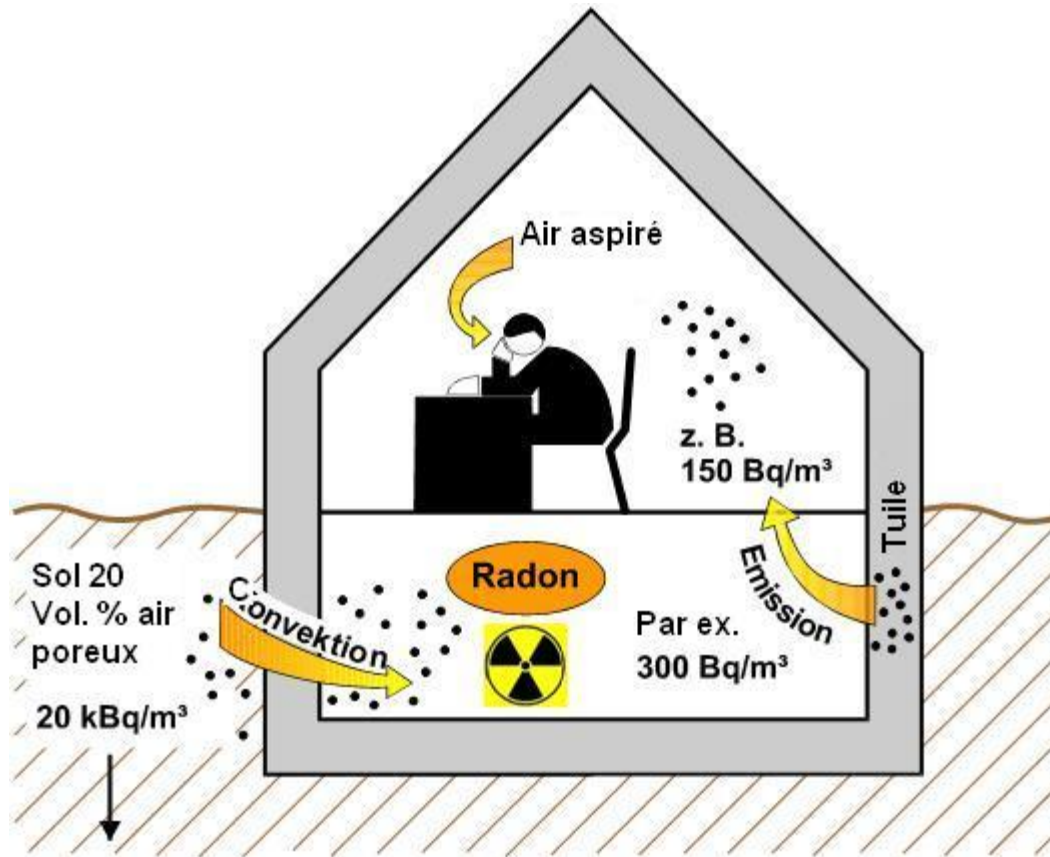
Cancer des poumons

Leucémie

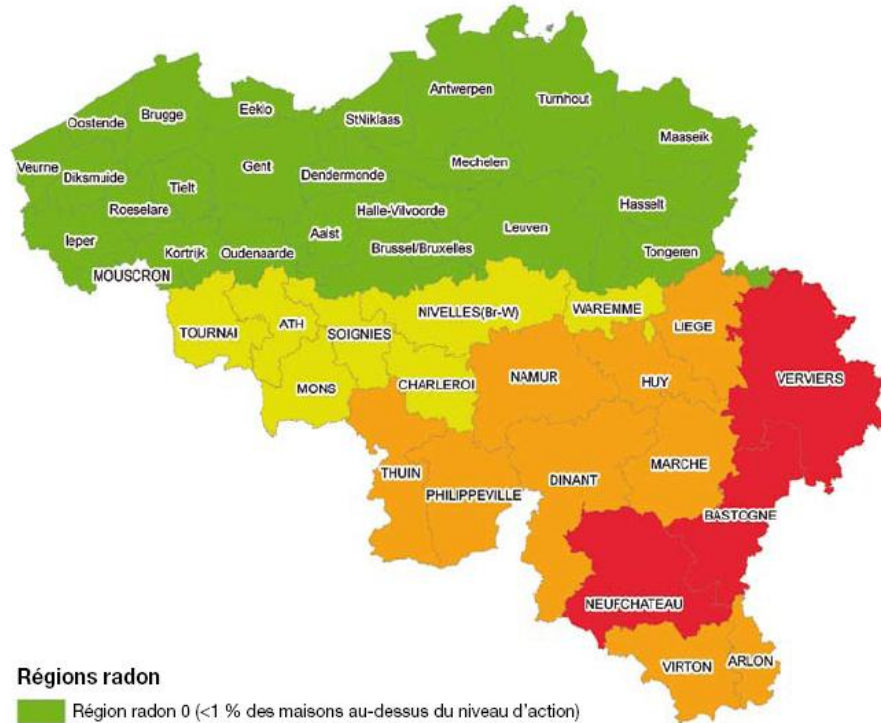
2. Concentration en radon

- Un risque statistiquement significatif de cancer des poumons est vérifiable pour une concentration de radon de
 $R_n = 150 \text{ Bq/m}^3$ [Lubin, J. H. (2004) International J. Cancer 109: 132-137]
 $R_n = 140 \text{ Bq/m}^3$ [Etude allemande sur le radon].
- Le radon est dangereux à partir de $R_n = 50 \text{ Bq/m}^3$
- Valeur cible : $R_n \leq 100 \text{ Bq/m}^3 \rightarrow$ selon le projet pour une loi allemande sur la protection contre le radon (pour les nouvelles constructions et la rénovation).

Radon dans l'air ambiant par convection et émission



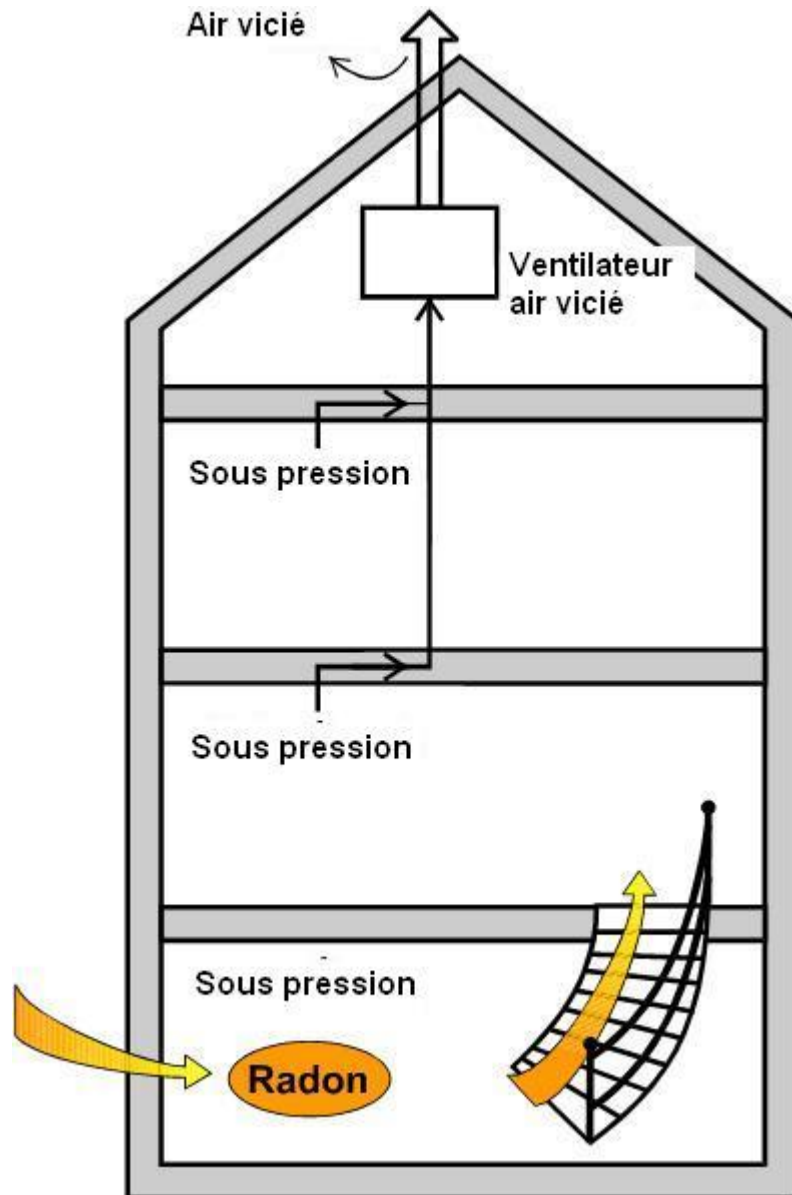
- L'air interstitiel comprend la plupart du temps $\geq 20 \text{ kBq/m}^3$ de radon
- Cf : carte topographique
 - Concerne 75 % de la surface de la République fédérale d'Allemagne
 - C'est-à-dire de fortes concentrations de radon dans l'air ambiant !!



Régions radon

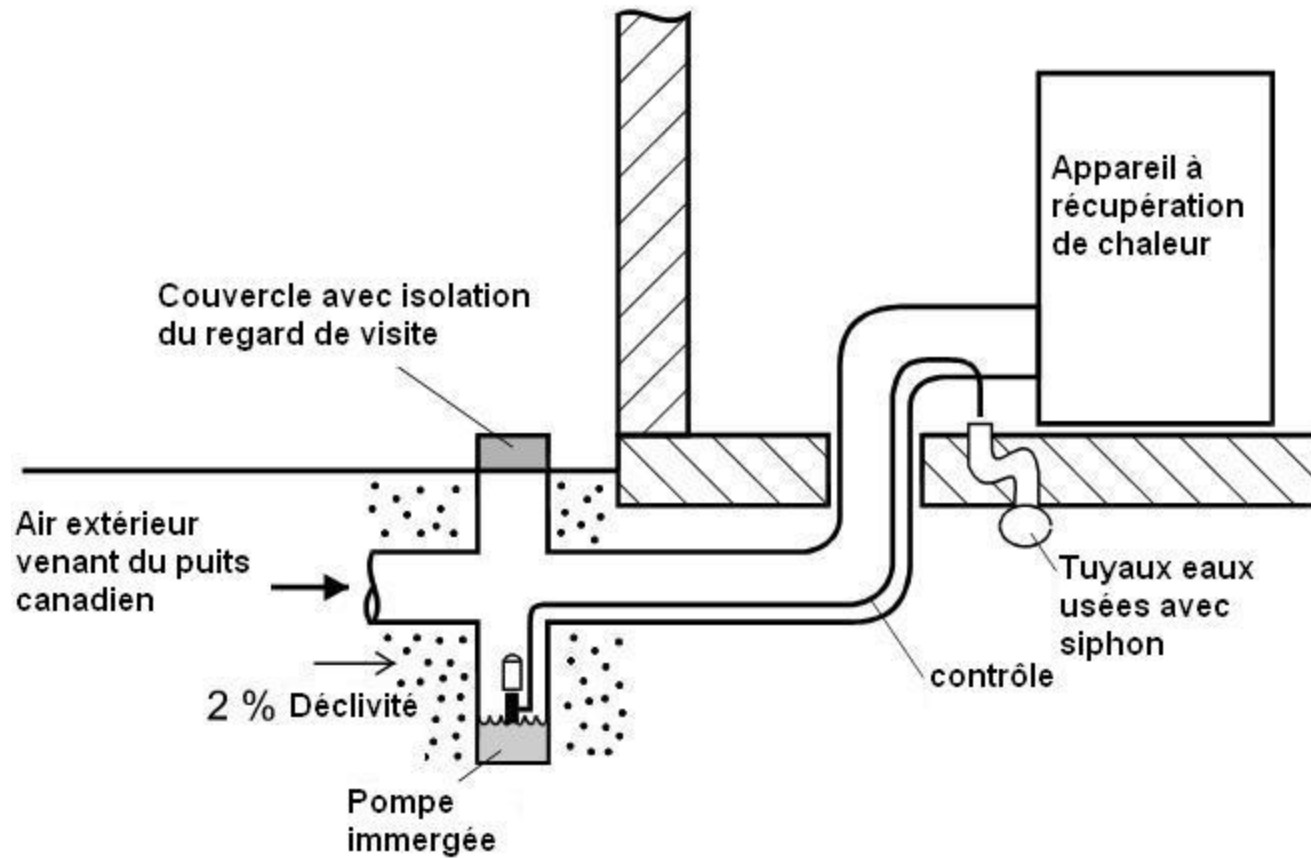
- Région radon 0 (<1 % des maisons au-dessus du niveau d'action)
- Région radon 1a (1 à 2 % des maisons au-dessus du niveau d'action)
- Région radon 1b (2 à 5 % des maisons au-dessus du niveau d'action)
- Région radon 2 (>5 % des maisons au-dessus du niveau d'action)

Carte topographique de la teneur en radon de l'air interstitiel en Belgique

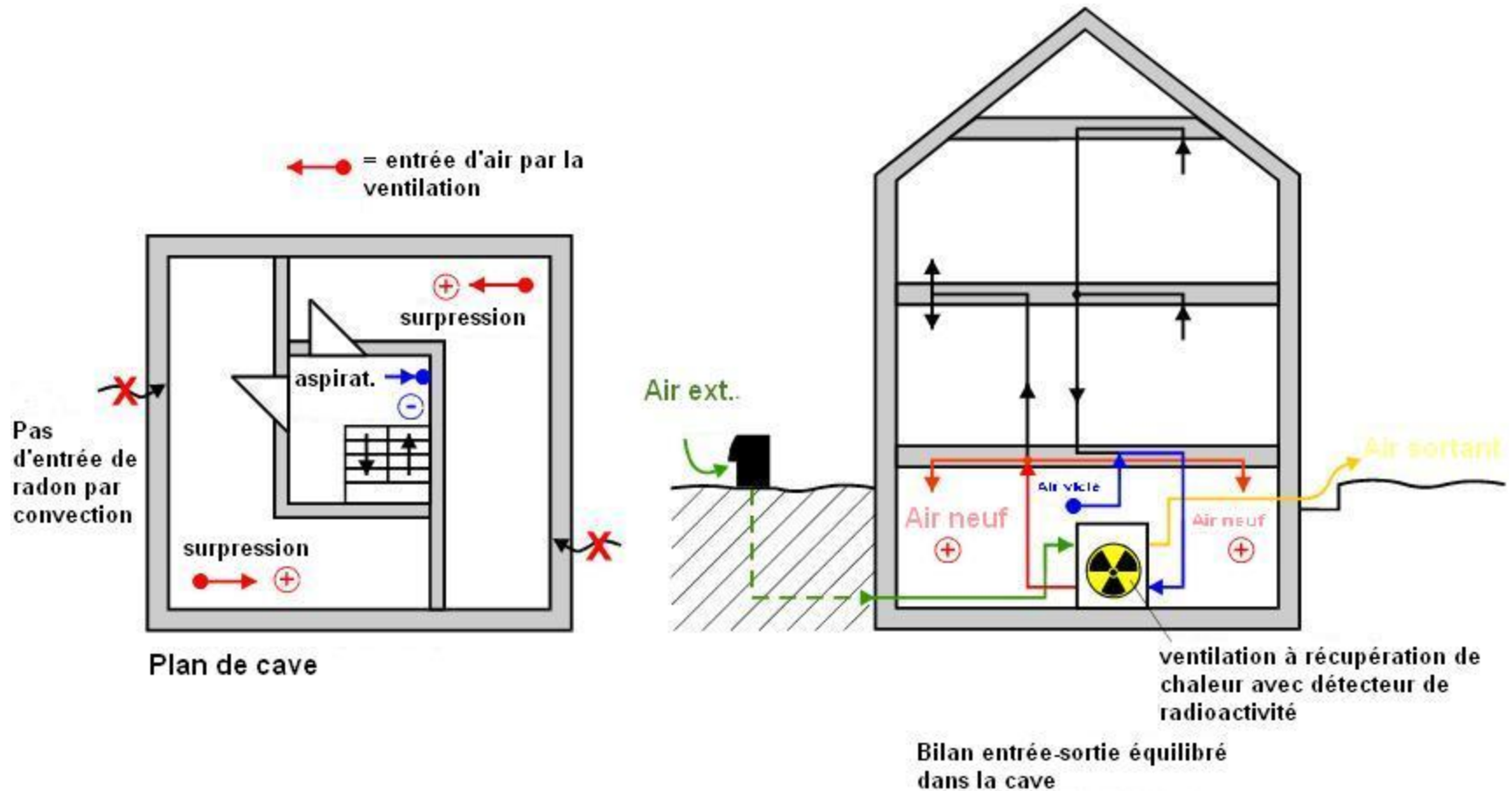


La dépression d'une installation simple d'évacuation de l'air vicié favorise l'aspiration du radon

Purge des condensats par une pompe plongeante dans un puisard

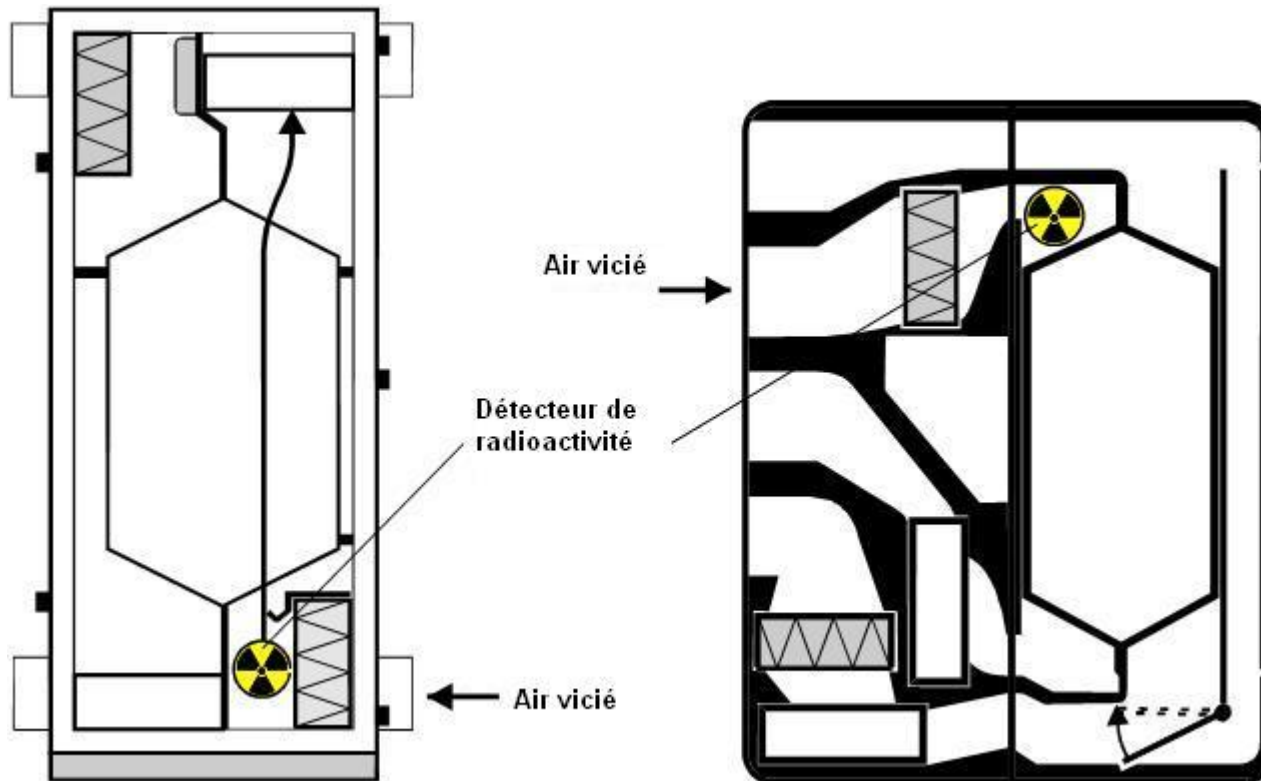


Concept de surveillance du radon et réduction du radon par ventilation d'un logement (Brevet Firme Paul)

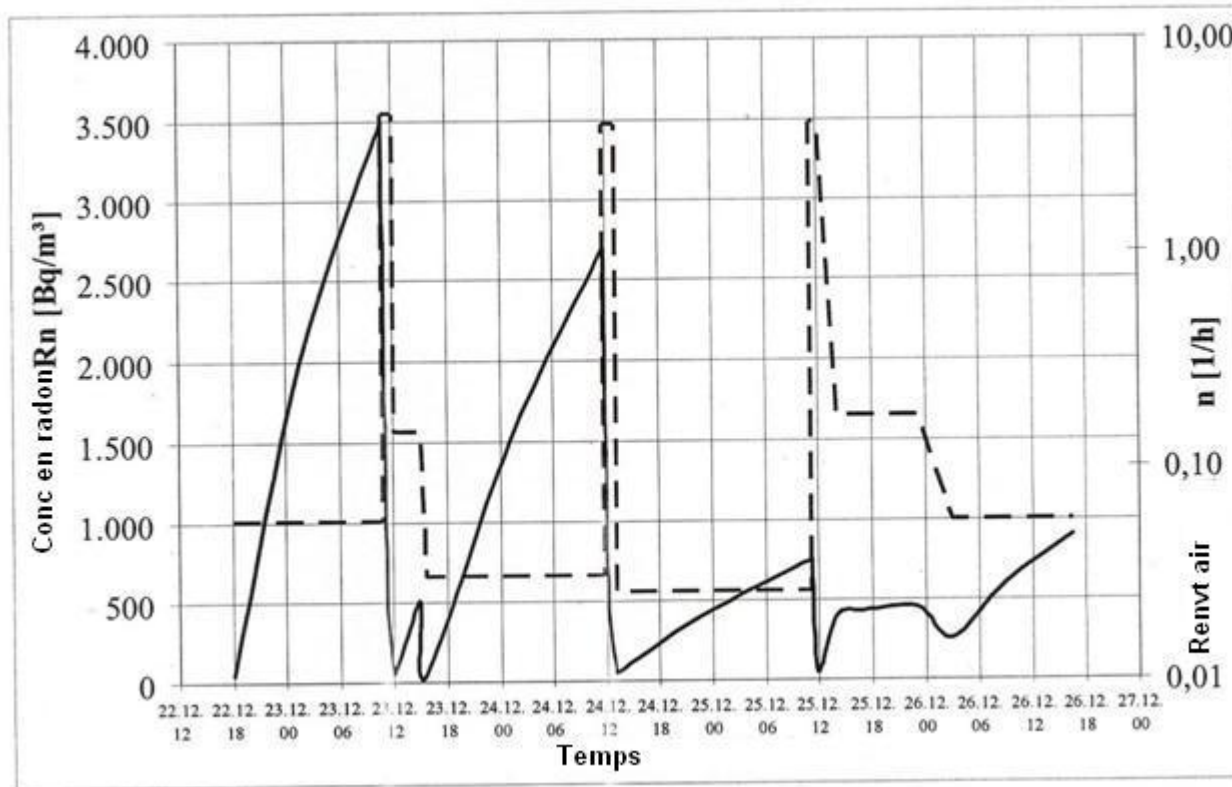


Détecteur de traces nucléaires dans un récupérateur de chaleur dans le flux d'air vicié

Pour la détection à long terme de la concentration du gaz mixte radon
(Brevet – Images Firme Paul Wärmerückgewinnung GmbH)



Mesures dans un nouveau logement individuel très étanche près de Dresde



Concentration en radon R_n [Bq/m³]: min 50: max. 3.000

Taux de renouvellement de l'air [1/h]: \varnothing 0,44; min. 0,026; max. 4,5; Ventilation par ouverture des fenêtres

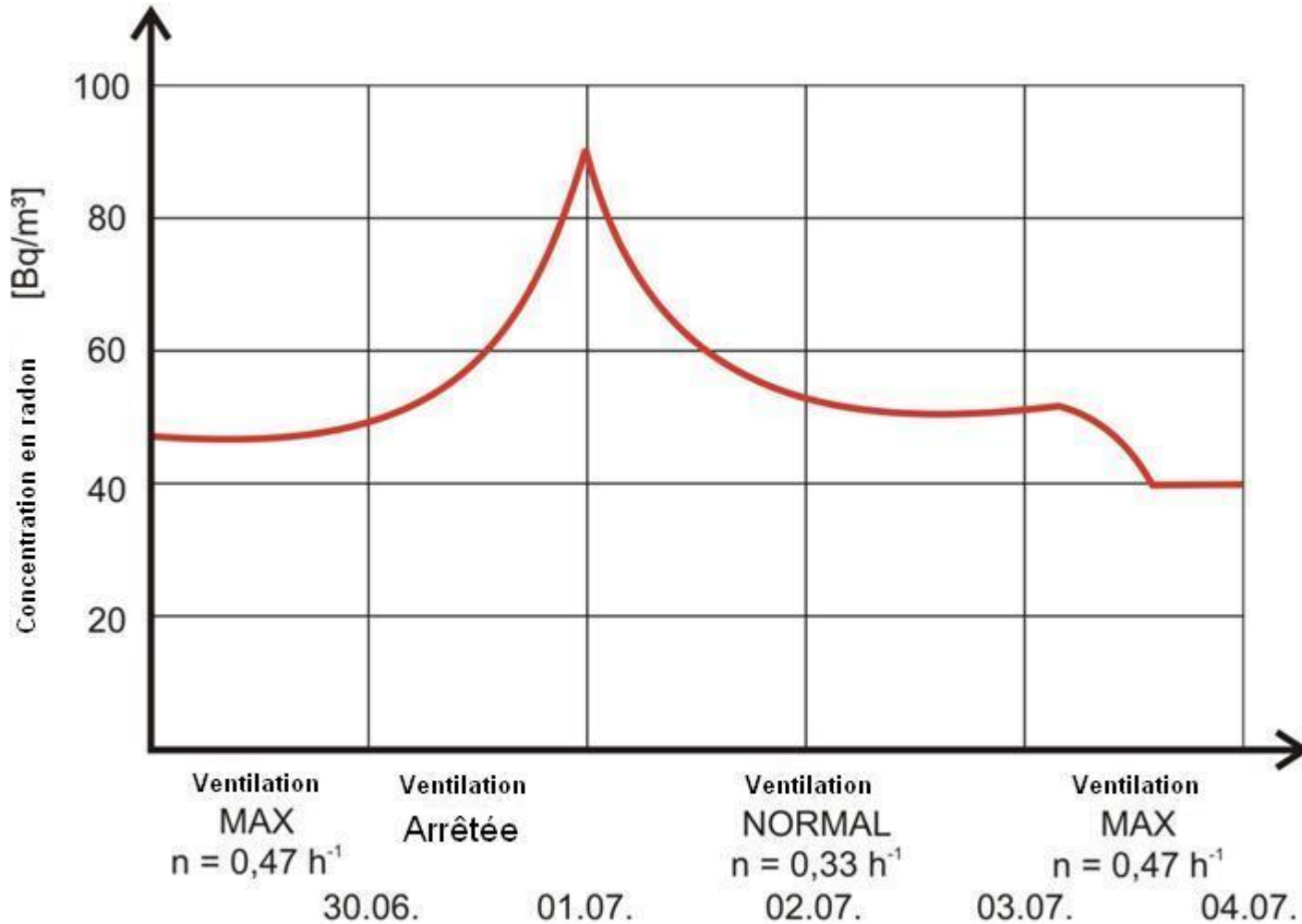
La très forte concentration nocive en radon (jusqu'à 3.000 Bq/m³) a pu être réduite au minimum à une valeur de $R_n = 100$ Bq/m³ par une installation de ventilation fonctionnant de manière continue (par exemple $n = 1,5$ h⁻¹).

— Concentration en radon R_n

- - - - Taux de renouvellement de l'air

Source: Dr. Horn, Bureau d'études, Bad Schlema

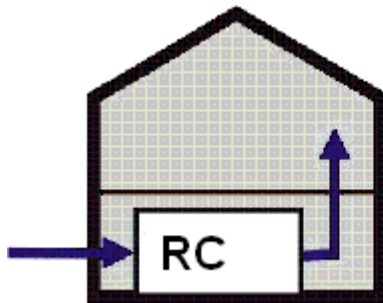
Mesures du radon dans un logement avec installation de ventilation



n = Renouvt d'air de la ventilation

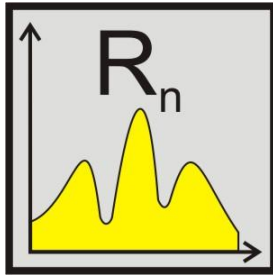


La concentration en radon peut être réduite par ...

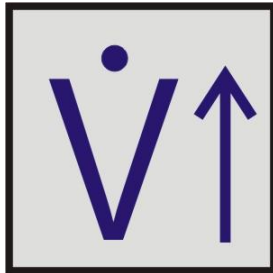


... **l'apport en air neuf** d'un appareil de ventilation

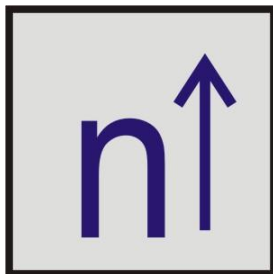
5 Conditions préalables à la maîtrise du problème de radon :



1. Mesure du radon



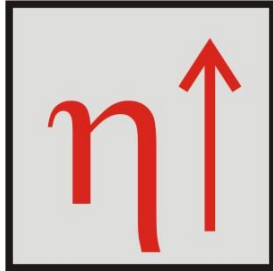
2. Réglage correct du débit volumétrique \dot{V}



Taux de renouvellement de l'air établi par expérience :
 $n = 0,5 \dots 3 \text{ h}^{-1}$

Brevet
PAUL

5 Conditions préalables à la maîtrise du problème de radon :

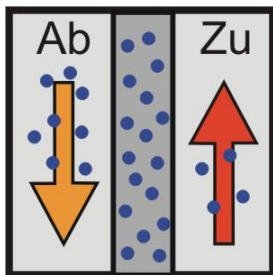


En hiver, il est donc important - lorsque le débit volumétrique \dot{V} est élevé ...

3. ... d'atteindre néanmoins un bon rendement :
par ex. thermos (PAUL) : $\dot{V} = 270 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow \eta = 97 \%$

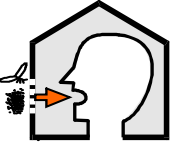
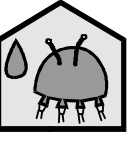
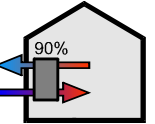
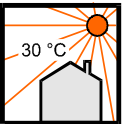




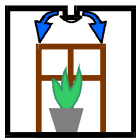

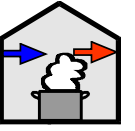


4. ... d'éviter une ambiance sèche (φ - humidité relative) et donc ...



5. ... d'utiliser un échangeur de chaleur avec transfert d'humidité.

Avantages

 <p>1. Plus de bien-être Air neuf constant, filtre à pollens</p>	 <p>7. Plus de dégâts dus à l'humidité Pas de dégâts au bâtiment dus à l'humidité, pas de moisissures, pas d'acariens</p>
 <p>2. Moins de frais de chauffage 90 % de récupération de chaleur par ventilation</p>	 <p>8. Rafraîchissement par apport d'air neuf Possible avec un puits canadien</p>
 <p>3. Solution globale économique et écologique Réduction de l'énergie de chauffage ; chauffage par pompe à chaleur ou chauffage électrique de très bon rendement.</p>	 <p>9. Economie d'énergie Réduction de la charge atmosphérique par économie d'énergie</p>
 <p>4. Logement silencieux Sommeil tranquille, pas de bruits venant de la rue</p>	 <p>10. Economie d'énergie par ventilation Objectif : une qualité d'air ambiant maximale avec une déperdition d'énergie minimale</p>
 <p>5. Vie tranquille et sans soucis Ventilation toujours suffisante Pas de fenêtres ouvertes</p>	 <p>11. Réduction de la concentration en radon Installation d'un détecteur de traces nucléaires pour la surveillance de la concentration en radon dans le récupérateur de chaleur (Brevet Paul Wärmerückgewinnung GmbH)</p>
 <p>6. Suppression automatique des odeurs Toutes les odeurs sont aspirées</p>	

**Je vous remercie de
votre attention.**