

FORMATION BÂTIMENT DURABLE

VENTILATION : CONCEPTION ET RÉGULATION

PRINTEMPS 2025

Pourquoi et comment ventiler?

Définitions, objectifs, enjeux et exigences

Muriel BRANDT



- ▶ Donner un aperçu complet des enjeux au travers des fonctions de la ventilation
- ▶ Rappeler les principes de base et les 4 systèmes de ventilation possibles
- ▶ Présenter les réglementations et normes d'application en lien avec la ventilation pour le résidentiel et le tertiaire (PEB et acoustique)
- ▶ Attirer l'attention sur les problématiques principales relatives à l'acoustique en lien avec la ventilation



VENTILATION HYGIÉNIQUE

VENTILATION INTENSIVE

ENJEUX

RÉGLEMENTATIONS



L'environnement intérieur est le lieu de diverses pollutions dues

- ▶ à l'occupation humaine
- ▶ au bâtiment et à ses équipements
- ▶ à l'environnement

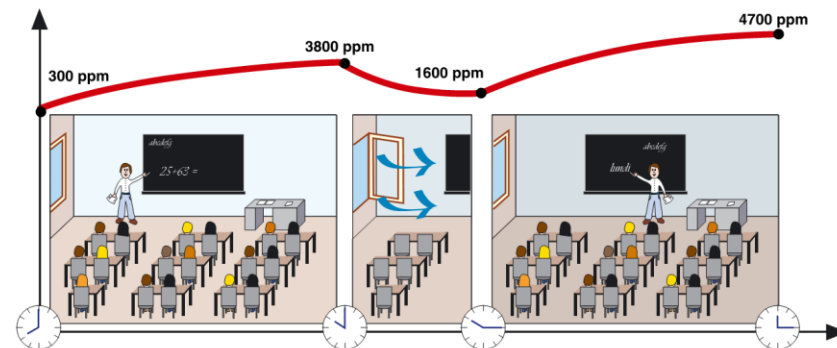


Polluants relatifs à l'occupation humaine

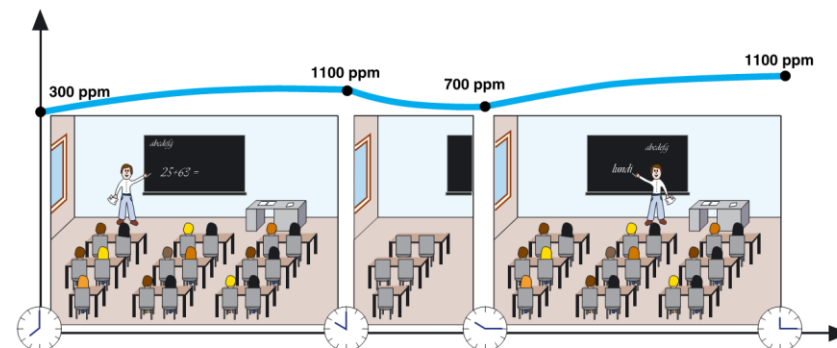
- ▶ Odeurs (corporelles, cuisines, WC, ordures, animaux...)
- ▶ (Fumée de cigarette)
- ▶ Humidité (60 – 500 g/h.personne)
- ▶ CO₂
- ▶ ...

Exemple d'évolution de concentration en CO₂ :

Classe de 25 élèves, 2h cours -> 1/4h interours -> 2h cours



Cas " sans ventilation " : infiltrations 0.2Vol/h (interours 4Vol/h)



Cas " avec ventilation " : 18m³/h/pers->2.6Vol/h (en permanence)

nlb 13779 (2007)
standards for .be

Tableau A.10 — Niveaux de CO₂ dans les pièces

Catégorie	Niveau de CO ₂ au dessus du niveau de l'air neuf en ppm _x	
	Plage type	Valeur par défaut
INT 1	≤ 400	350
INT 2	400 – 600	500
INT 3	600 – 1 000	800
INT 4	> 1 000	1 200





Analyse de la qualité de l'air dans le local de formation

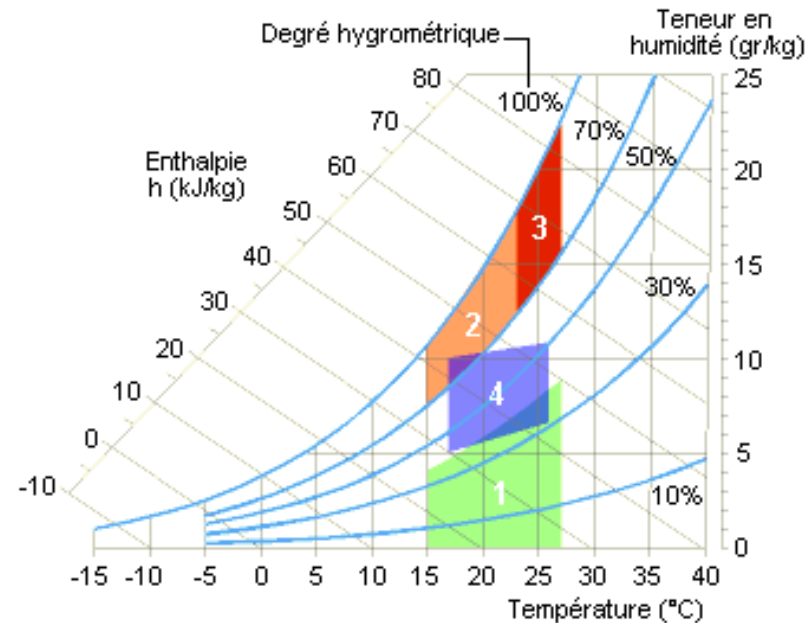


Polluants en provenance du bâtiment et de ses équipements

- ▶ Tapis, vinyles
- ▶ Peintures, colles, solvants (formaldéhyde...)
- ▶ Imprimantes, télécopieurs...
- ▶ CO (appareils à combustion non étanche)
- ▶ Condensation et humidité excessive ➡ moisissures, champignons...



Condensation - Zones : diagramme de Mollier



Source : R. Fauconnier

Zone 1 : problèmes de sécheresse.

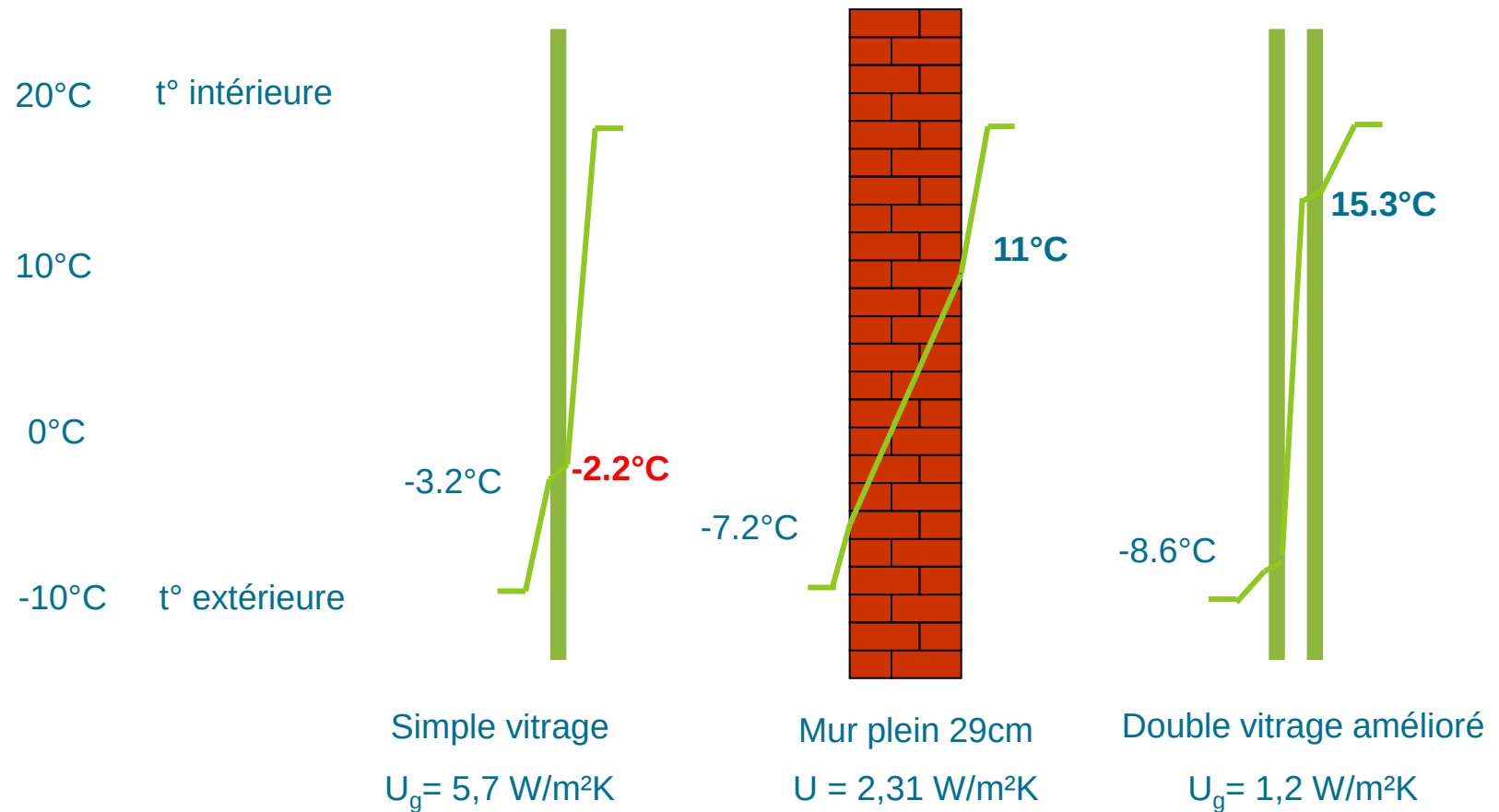
Zones 2 et 3 : développements de bactéries et de micro-champignons.

Zone 3 : développements d'acariens.

Zone 4 : polygone de confort hygrothermique

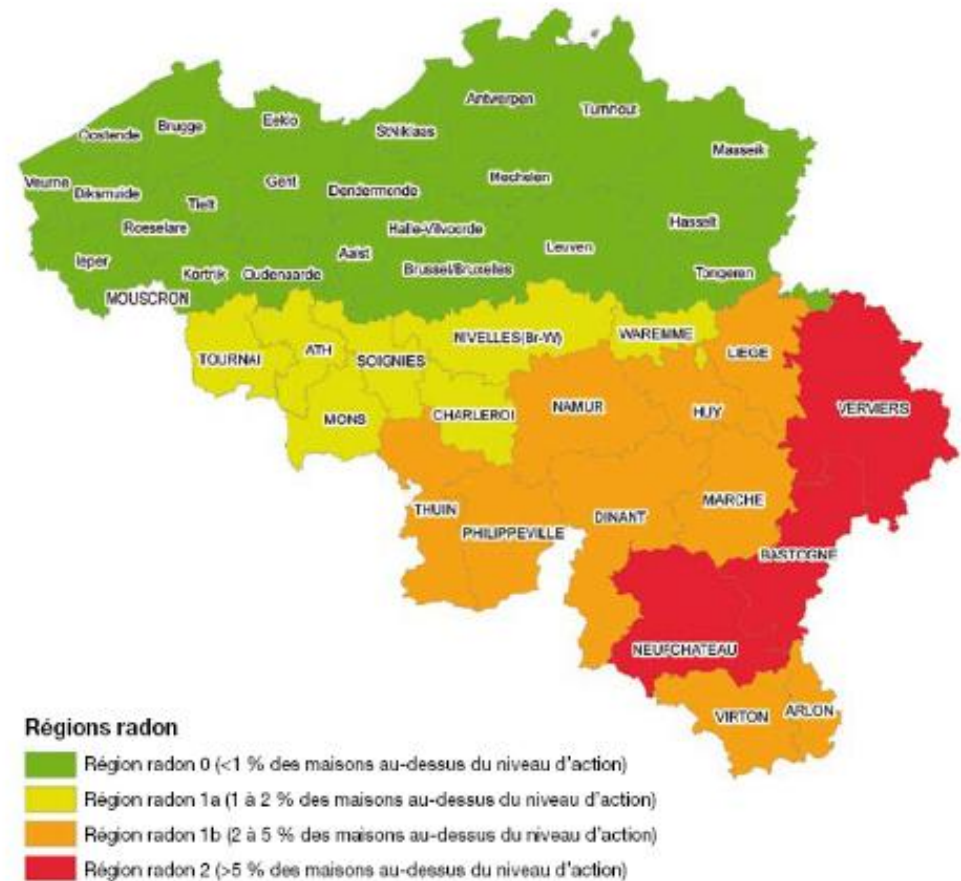


Condensation - Paroi froide



Polluants en provenance de l'environnement

- ▶ Radon
- ▶ Pollens
- ▶ Particules fines
- ▶ Gaz polluants
- ▶ ...



Pour plus d'informations: www.fanc.fgov.be



- ▶ Garantir la qualité de l'air pour les **occupants** > impacts potentiels sur
 - la santé
 - le confort
 - la productivité

- ▶ Garantir la qualité de l'air pour le **bâtiment** > impacts potentiels sur
 - la pérennité du bâtiment



Pour la plupart des affectations

- ▶ En remplaçant l'air vicié par de l'air neuf
 - ⇒ **Dilution et évacuation des polluants**
 - ⇒ **Régulation de l'humidité**

En présence de polluants dangereux (laboratoires, industrie...)

- ▶ Pas de dilution MAIS une évacuation au plus proche de la source

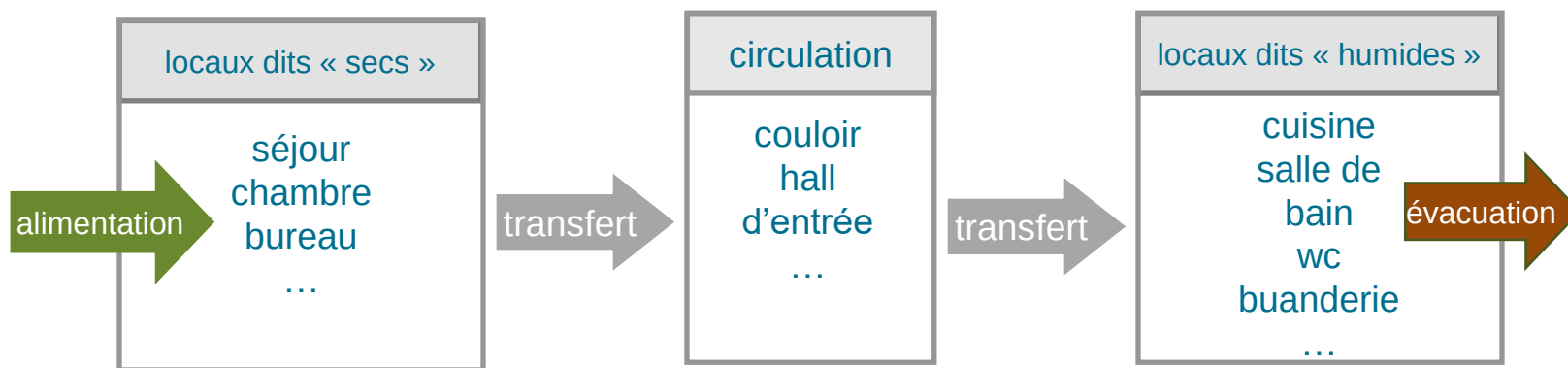


Système idéal

- ▶ Alimentation et évacuation de l'air dans chaque local

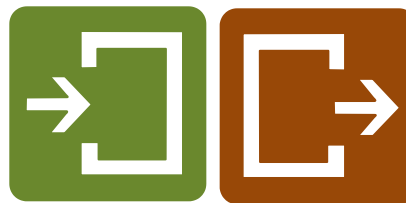
Système simplifié (schéma résidentiel)

- ▶ Alimentation dans les locaux « secs »
- ▶ Transfert via les zones de circulation
- ▶ Evacuation dans les locaux « humides »

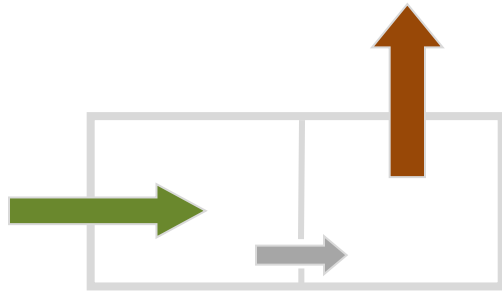


Pas d'accumulation d'air dans le bâtiment

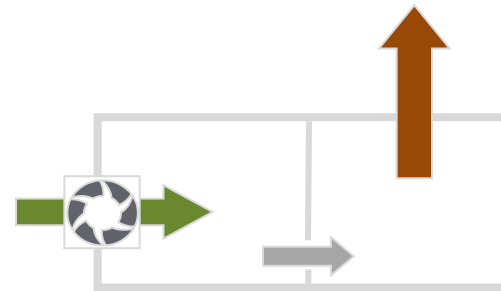
- ▶ Pas d'alimentation sans évacuation
- ▶ Pas d'évacuation sans alimentation
 - Au niveau du bâtiment
 - Pour chaque local



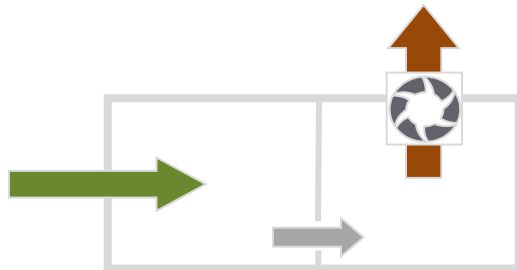
A. alimentation naturelle
+ évacuation naturelle



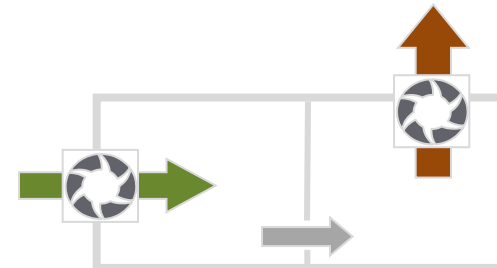
B. alimentation mécanique
+ évacuation naturelle



C. alimentation naturelle
+ évacuation mécanique



D. alimentation mécanique
+ évacuation mécanique



VENTILATION HYGIÉNIQUE

VENTILATION INTENSIVE

ENJEUX

RÉGLEMENTATIONS



- ▶ Rafraîchir le bâtiment en été
- ▶ Evacuer des polluants dans des conditions d'occupation « exceptionnelles » (ex: travaux)

⇒ **Ce n'est pas l'objet de la formation, mais cela peut néanmoins entrer dans la réflexion au moment de la conception**



Source: www.quelleenergie.fr



- ▶ En remplaçant l'air chaud intérieur par de l'air plus frais extérieur
 - ⇒ **Abaissment de la température de l'air intérieur**
 - ⇒ **Déchargement de la masse thermique du bâtiment**

La ventilation intensive permet donc un rafraichissement du bâtiment d'une puissance limitée mais souvent suffisante en hiver ou en moyenne saison (freecooling, nightcooling, ventilation naturelle, hybride)



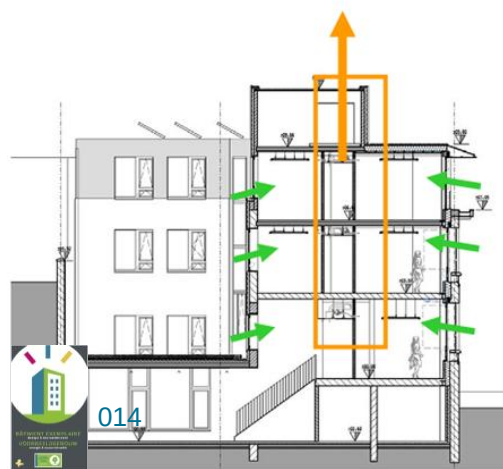
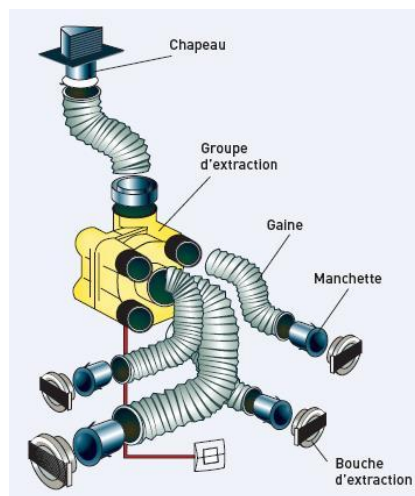


Débits importants (5 à 10 vol/h)
≠ ventilation hygiénique (≈ 1 vol/h)

Dispositifs adaptés

Elle peut être réalisée grâce à

- ▶ La **ventilation mécanique**
- ▶ Une **ventilation naturelle**
- ▶ Une **ventilation hybride**



Source : A2M



Source : NatVent

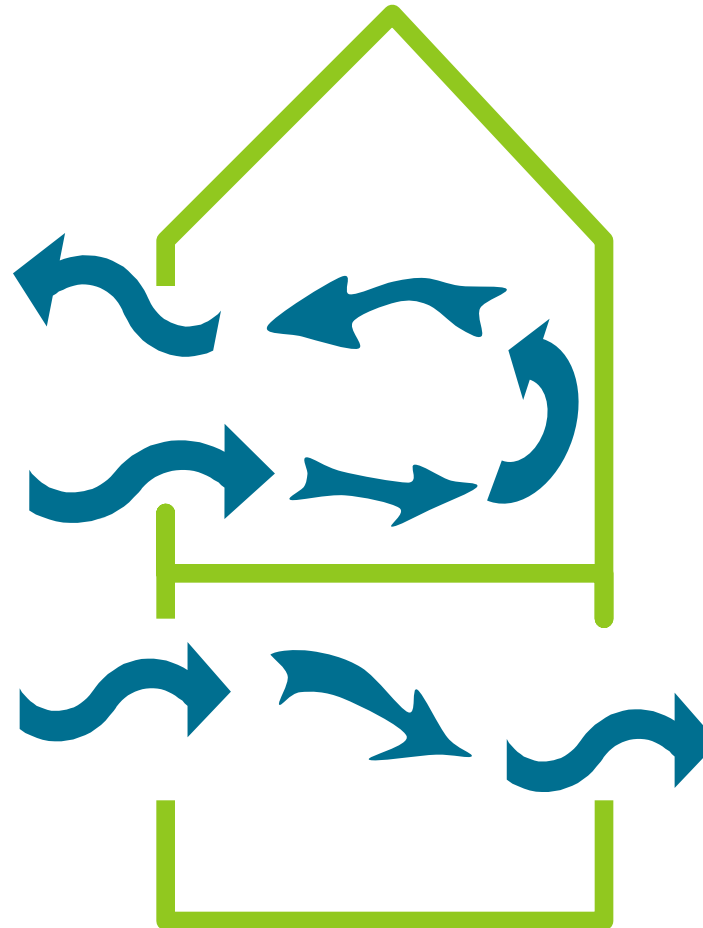


▮ NBN
50.001
▮ ▮

salle de séjour
chambre à coucher
bureau
salle de jeux
cuisine



ouverture fenêtres
et /ou portes



Ventilation unilatérale

Si l'espace a des fenêtres ou des portes qui s'ouvrent dans une façade

$$A_{\text{ouverture}} = 0,064 A_{\text{espace}}$$

Ventilation transversale

Si l'espace a des fenêtres ou des portes qui s'ouvrent dans au moins deux façades

$$A_{\text{ouverture}} = 0,032 A_{\text{espace}} \\ \text{min. 40\% par paroi}$$



Via oscillo-battant

- Section équivalente

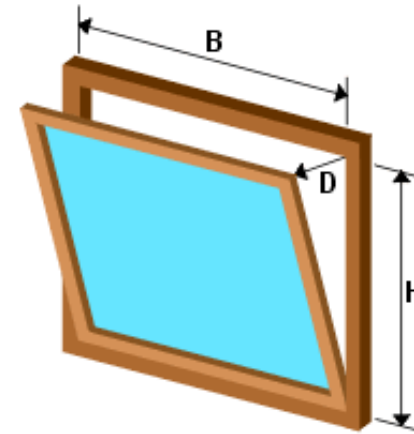
$$A = (A_1 \cdot A_2) / (A_1 + A_2)$$

$$A_1 = B \cdot H$$

$$A_2 = D \cdot (H + B)$$

Via hotte

- débit > 200 m³/h



VENTILATION HYGIÉNIQUE

VENTILATION INTENSIVE

ENJEUX

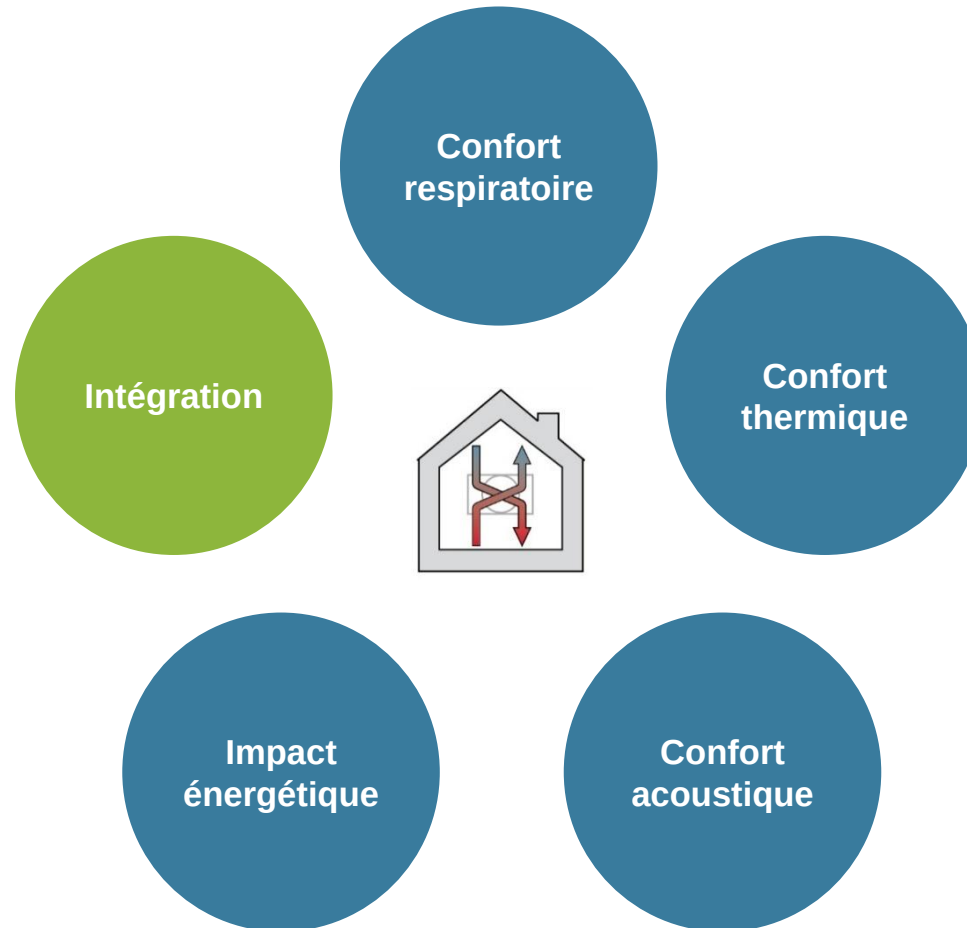
RÉGLEMENTATIONS



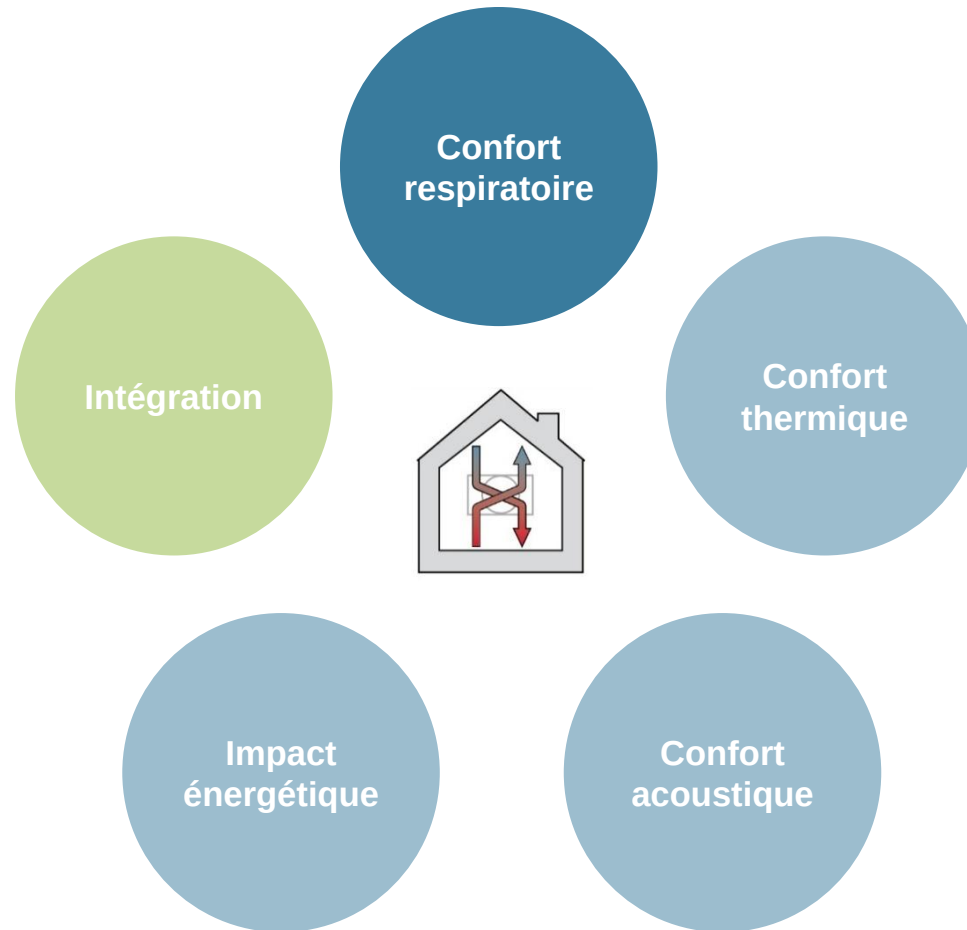
QUELS SONT LES ENJEUX ?

Il faut arriver à tout concilier ...

... et à mettre aux normes les bâtiments existants



QUELS SONT LES ENJEUX ?



En théorie, quel que soit le système choisi, il est possible de garantir une qualité d'air acceptable dans le bâtiment

...pour autant que le système soit

- conforme aux exigences des normes en vigueur
- correctement dimensionné
- correctement équilibré
- correctement installé
- correctement régulé
- correctement utilisé
- correctement entretenu

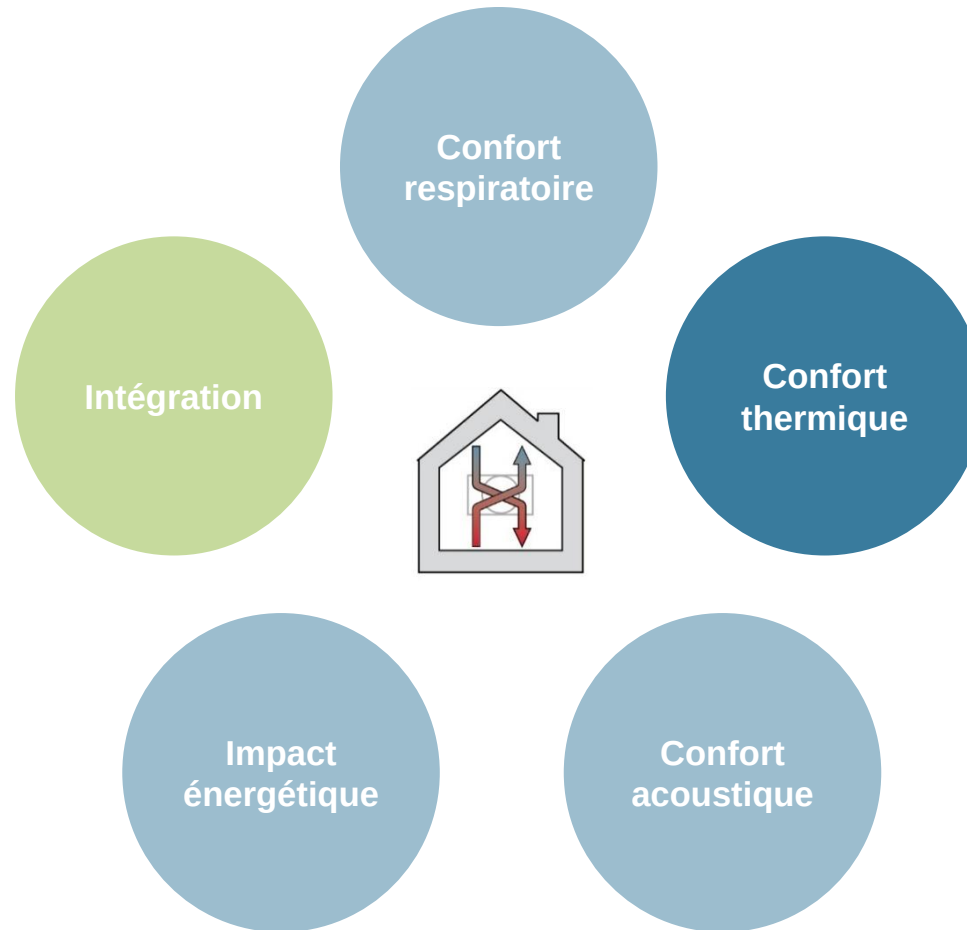


Comparaison des systèmes

	A	B	C	D
Contrôle des débits	pas de contrôle possible	contrôle pulsion	contrôle extraction (et pulsion)	bon
Distribution de l'air neuf	moyen	moyen	moyen	bon
Filtration de l'air	local [via grilles]	local ou gobal	local [via grilles]	global
Risque refoulement	non	non	oui	non



QUELS SONT LES ENJEUX ?



Echangeur de chaleur

- Un échangeur de chaleur permet de récupérer une partie de l'énergie comprise dans l'air extrait pour la transférer à l'air neuf issu de l'extérieur



- Son efficacité est exprimée comme suit (NBN EN 308)

$$\eta_t = \frac{t_{22} - t_{21}}{t_{11} - t_{21}} \quad \Rightarrow \quad \text{Pour la température}$$

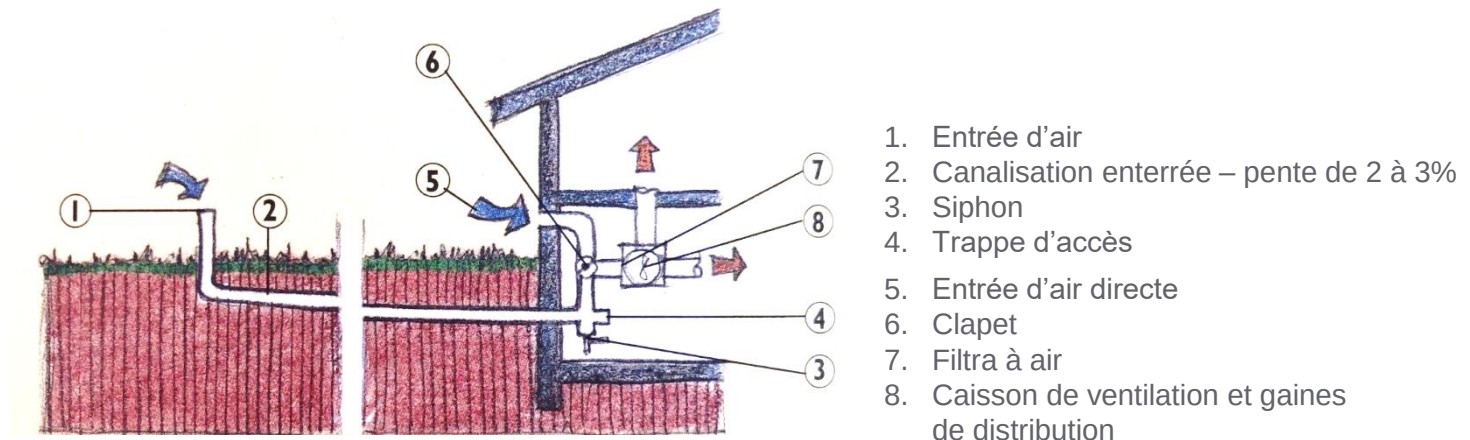


- Quelle est la température de l'air pulsé dans les conditions suivantes ?
 - Température extérieure : 0°C
 - Température intérieure : 20°C
 - Rendement échangeur : 88%



Géothermie

- L'air introduit par la ventilation peut aussi être rafraîchi, ce qui permet d'accroître le confort en été
- **Puits canadien/provençal** : l'air neuf passe dans un tuyau enterré dans le sol pour en capter une partie de l'énergie, avant d'entrer dans l'échangeur éventuel



Source : La conception bioclimatique, Samuel Courgey et Jean Pierre Oliva



Géothermie

- ▶ L'air introduit par la ventilation peut aussi être rafraîchi, ce qui permet d'accroître le confort en été
- **Puits géothermique à eau glycolée** : de l'eau circule dans le sol pour y puiser une partie de son énergie avant que celle-ci soit transmise à l'air neuf de ventilation grâce à un échangeur air-eau

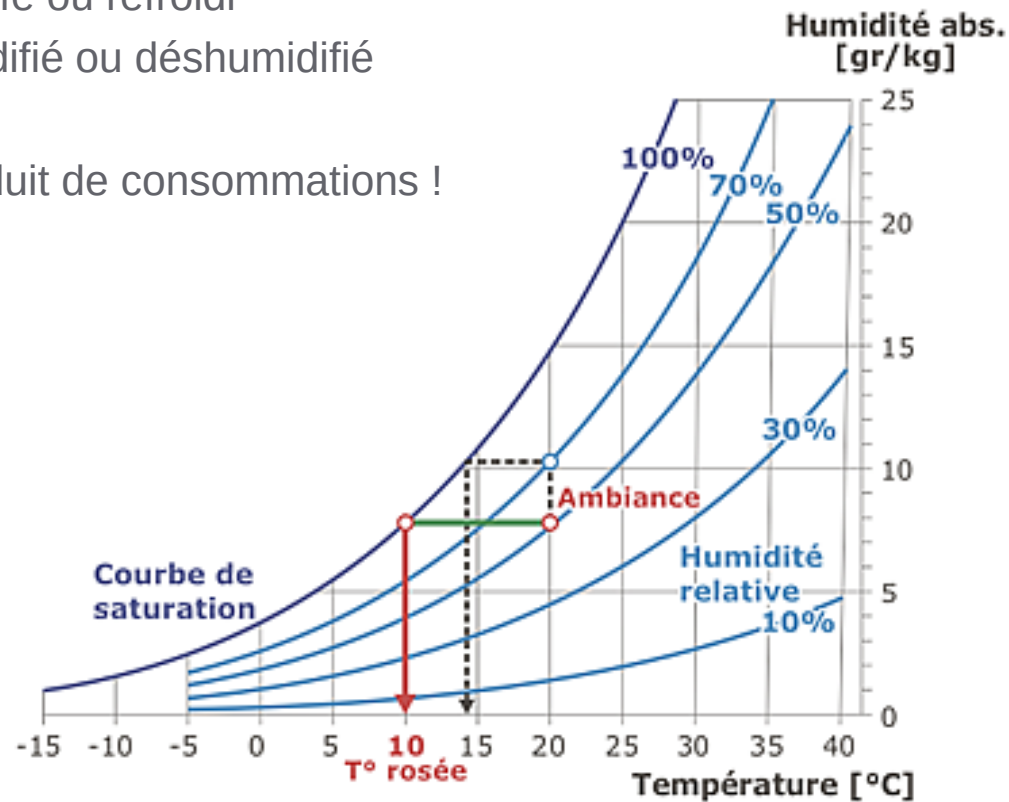


Risque de prolifération de bactéries et de moisissures dans le puits canadien et de contamination de l'air neuf. Risque inexistant si puits géothermique.



Traitement de l'air

- ▶ L'air introduit par la ventilation peut aussi être
 - Chauffé ou refroidi
 - Humidifié ou déshumidifié
- ▶ Cela induit de consommations !



Source: Energie plus



Comparaison des systèmes



- Le système D est équipé d'un échangeur de chaleur

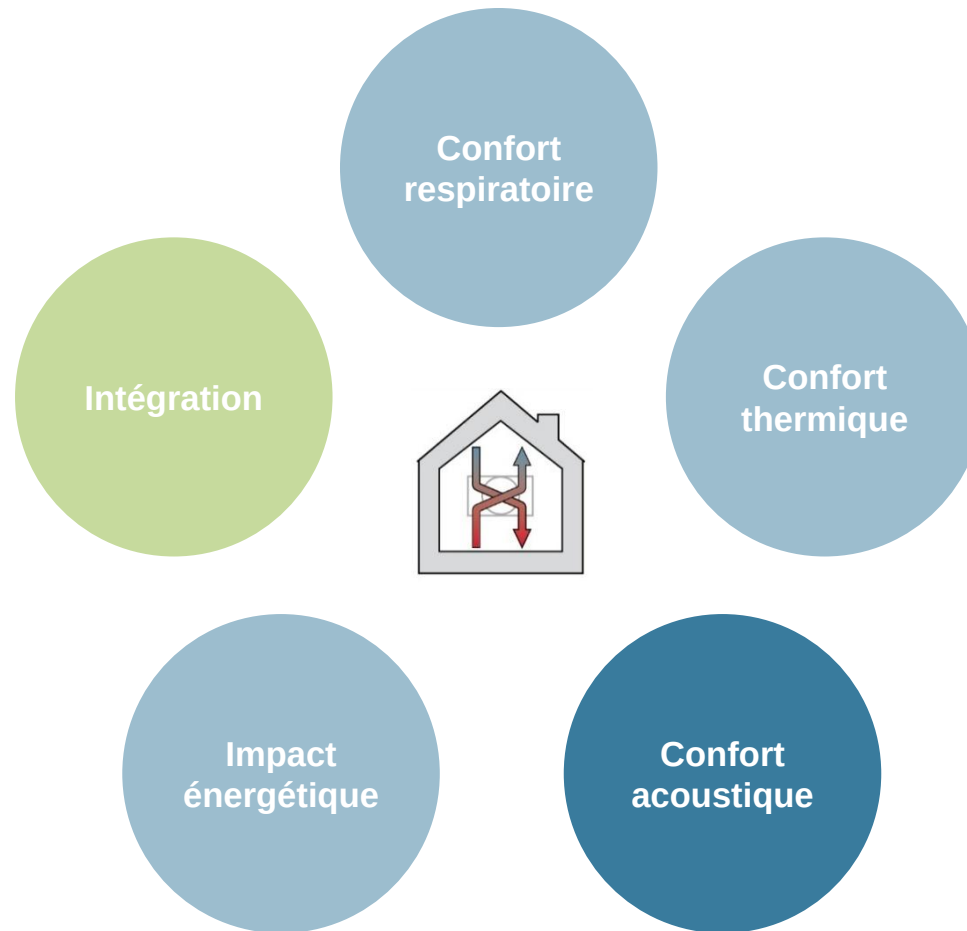
	A	B	C	D
Température de l'air neuf	t° extérieure	t° extérieure	t° extérieure	t° + élevée (hiver) t° + basse (été)
Possibilité de préchauffage	non	oui [via batterie]	non	oui [via échangeur]
Régulation des débits entrants	non	oui [via groupe]	oui [via groupe/grilles]	oui



consommation d'énergie

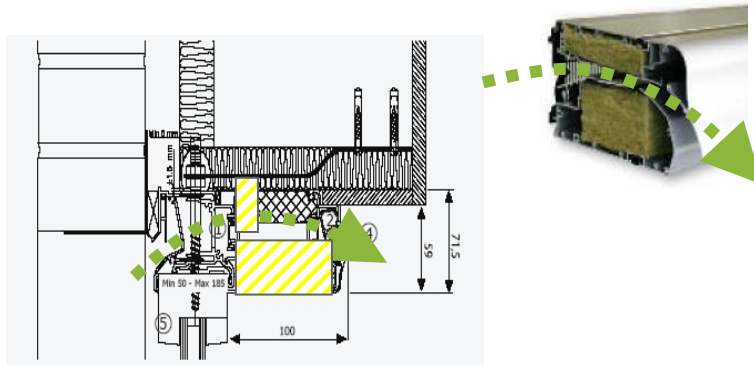


QUELS SONT LES ENJEUX ?

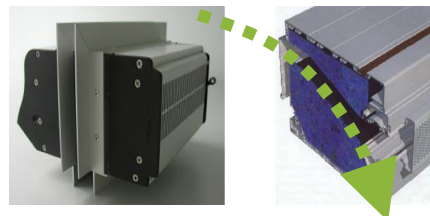


Systèmes A et C

- ▶ Transmission du bruit extérieur via les grilles d'amenée d'air (dans tous les locaux secs / destinés à l'occupation humaine)
- ▶ **Solution**
 - Opter pour des grilles acoustiques



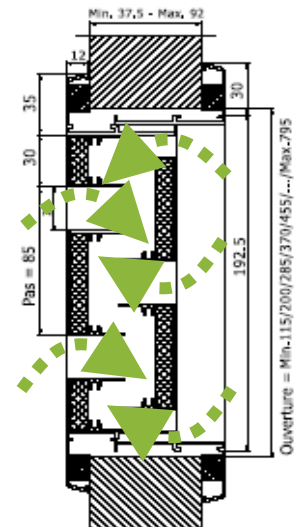
prise d'air réglable acoustique



vue de face

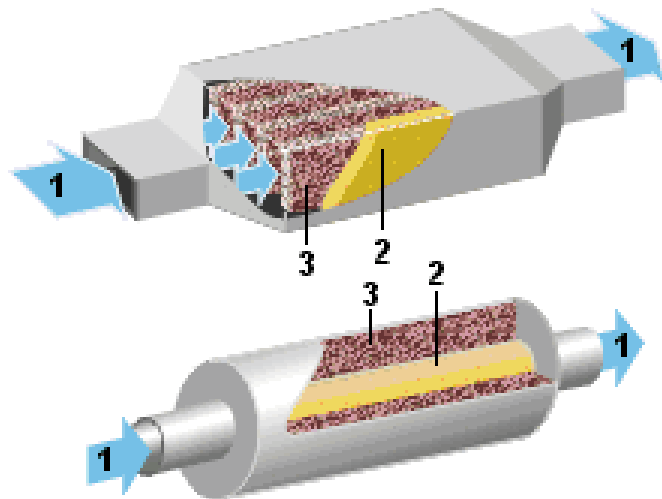


vue arrière



Systèmes D

- ▶ Transmission du bruit via le groupe et les gaines
- ▶ **Solution**
 - Prévoir des silencieux : prise + rejet



1. gaine d'écoulement.
2. enveloppe perméable aux sons.
3. matériau d'absorption acoustique.

Source / Bron : Energie +

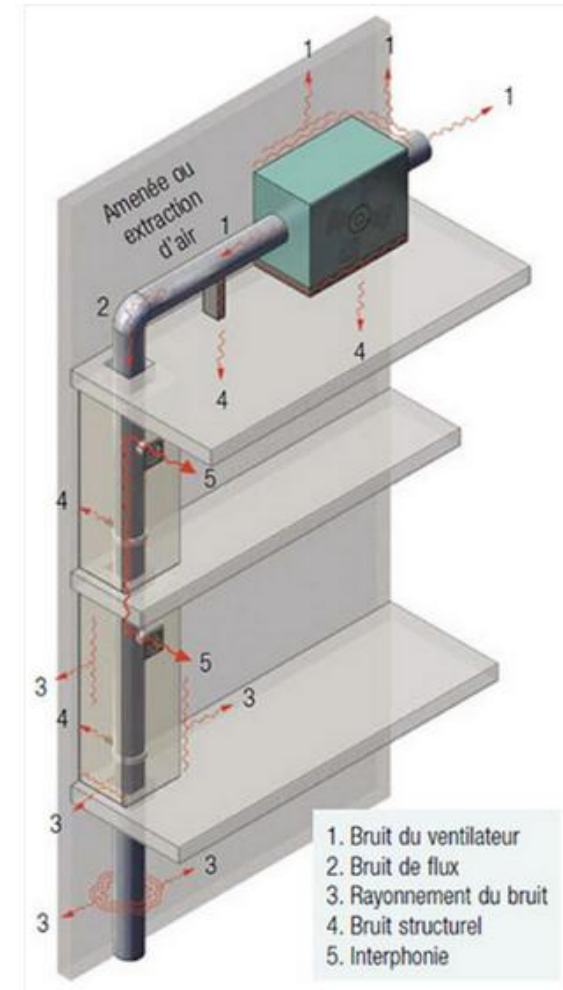


⇒ **La section intérieure du silencieux n'est pas inférieure à celle de la gaine à laquelle il se raccorde**



Propagation du bruit

- ▶ Via l'air
- ▶ Via les éléments solides (gaines en métal et parois)

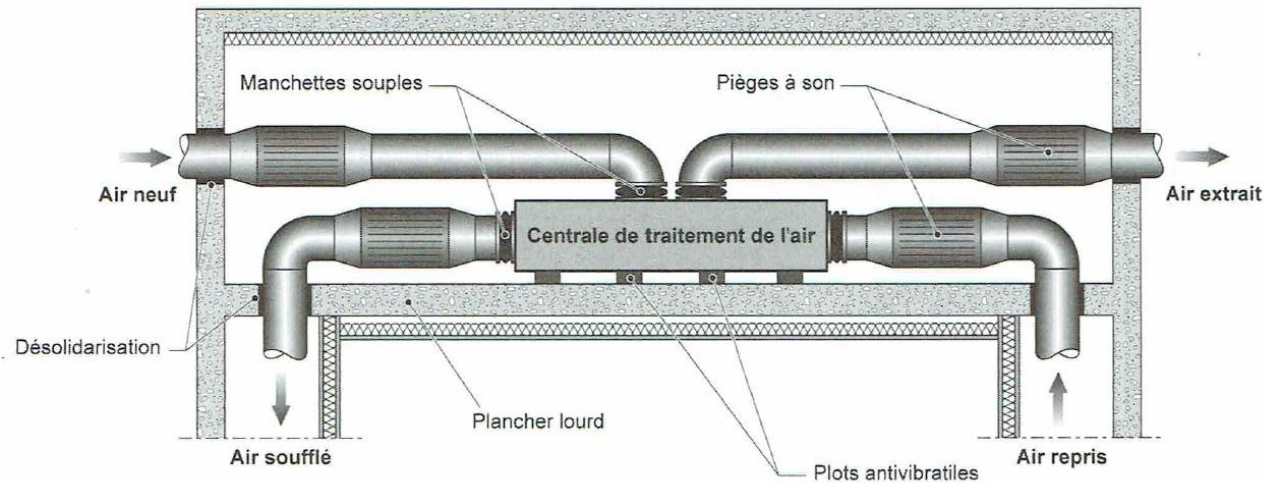


Source / Bron : CSTC



Ventilateur

- Bruit dans le local (résonance dans l'air du local puis propagation via les parois et les conduites)
- Solutions
 - Placer le groupe dans un local technique ou à défaut dans un local de « service »
 - Parois acoustiques (isolation + absorption)



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



Ventilateur

- ▶ Transmission du bruit via la structure du bâtiment (contacts entre groupe/conduits et structure)

- Solutions
 - Monter le groupe sur plots anti-vibratiles
 - Désolidariser le groupe du réseau



Source : ATC



- ▶ Propagation via le flux d'air et via les conduites

- Solutions
 - Opter pour un groupe silencieux
 - Prévoir des silencieux (avant la traversée des parois) : pulsion + reprise

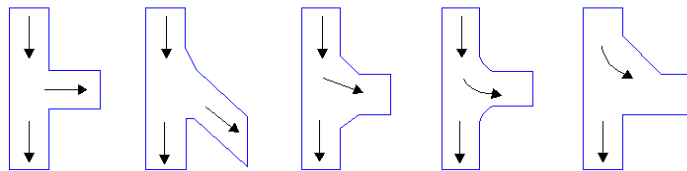


Réseau

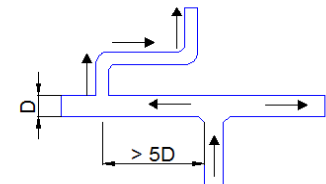
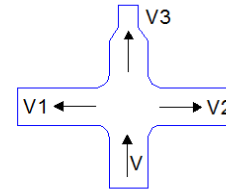
- ▶ Bruit généré par le déplacement d'air dans les conduites
- ▶ Solution

- Limiter les pertes de charge > limitation vitesse de l'air (1,5 à 2 m/s dans les conduits terminaux)

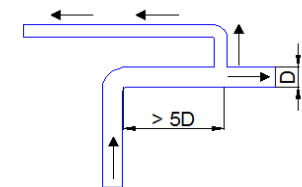
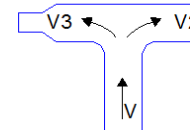
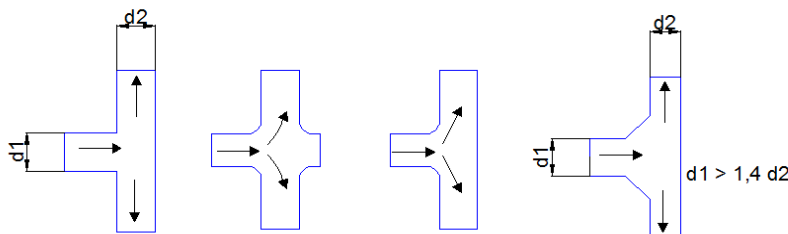
⇒ **Toutes les règles d'application pour les pertes de charges valent pour limiter le bruit du flux d'air**



bruyant —————> peu bruyant



bruyant —————> moins bruyant

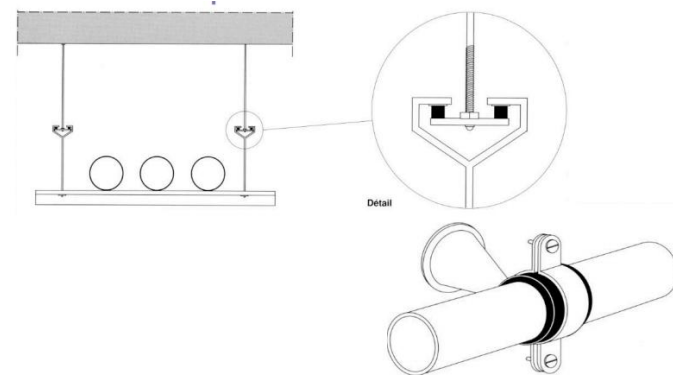


Réseau

- ▶ Transfert du bruit du conduit via les fixations
- ▶ Solutions
 - Utiliser des colliers munis d'une gaine souple et/ou des pièces de raccord munies de pièces anti-vibratiles pour fixer les conduits



Source / Bron : ATC

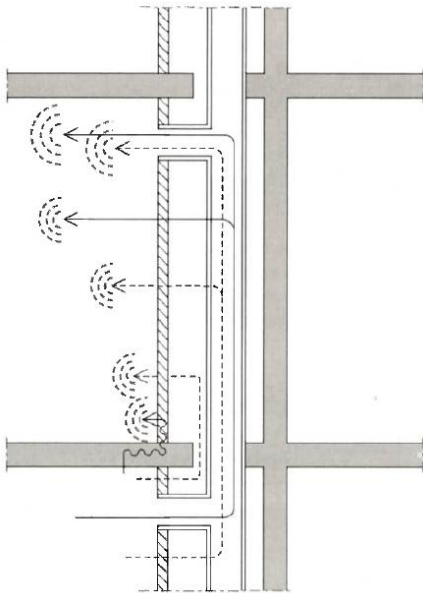


Source / Bron : Réussir l'acoustique
d'un bâtiment – Loïc Hamayon

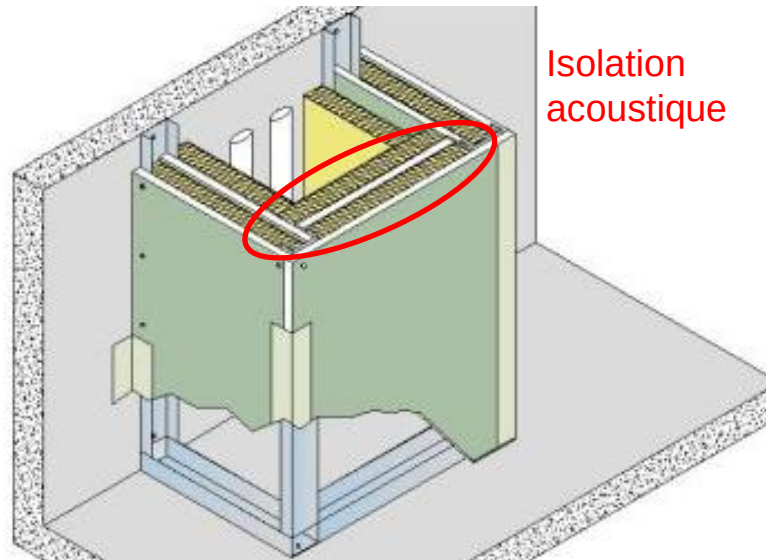


Gaines techniques

- ▶ Transfert du bruit du conduit via les parois des gaines techniques
- ▶ Solutions
 - Eviter les conduits dans les pièces sensibles au bruit
 - Prévoir des trémies ou faux plafonds acoustiques



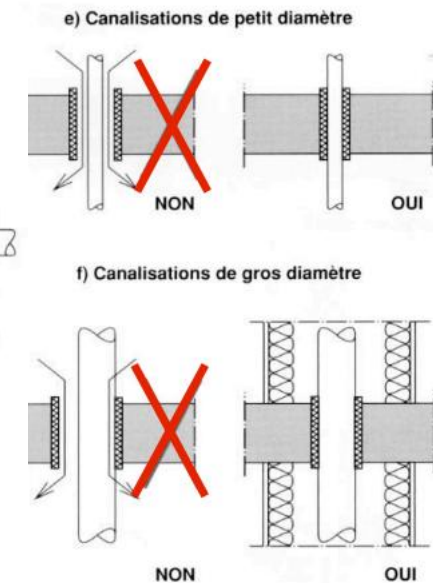
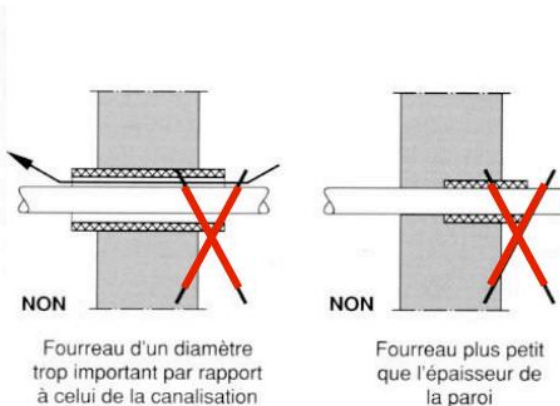
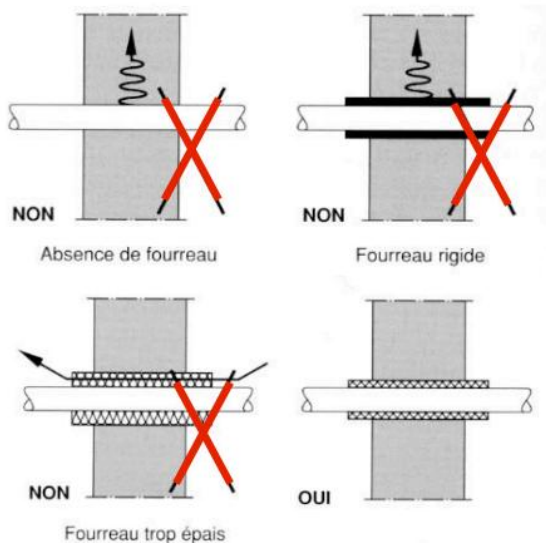
Source / Bron : L. Hamayon



Traversées de parois

- ▶ Transfert de bruits de contacts et/ou aériens aux traversées de parois (notamment les gaines techniques).
- ▶ Solutions
 - Prévoir des passages de murs matelassés

⇒ $\varnothing$ percement = $\varnothing$ conduit + 20 mm + joint en caoutchouc



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



Gaines en partie terminale

- ▶ Sortie du flux d'air
- ▶ Solution
 - Prévoir des absorbants acoustiques (silencieux secondaires) en amont des bouches de pulsion



Bouches

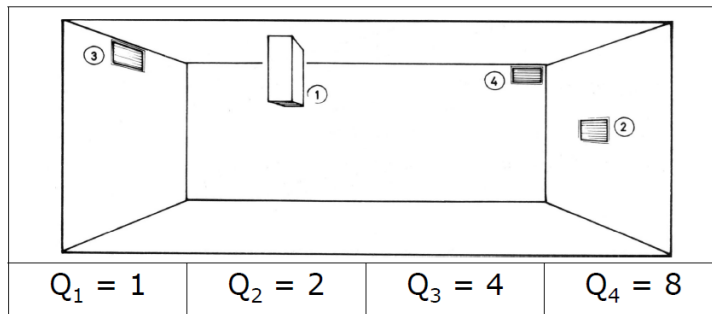
- ▶ Peut générer un bruit supplémentaire si elle est mal choisie
- ▶ Solutions
 - Choisir le modèle de bouche en fonction du débit, de la température de l'air et de la configuration du local à ventiler



Bouches

► Solutions

- Ne pas placer les bouches dans les angles



$$L_p = L_w + 10 \log \left(\frac{Q}{4\pi R^2} + \frac{4}{A} \right)$$

- L_p = niveau de pression en décibels (dB) ;
- L_w = niveau de puissance acoustique de la source en décibels (dB) ;
- r = distance entre la source et le point de réception en mètre (m) ;
- Q = facteur de directivité lié à la géométrie de l'environnement qui entoure la source
- A = surface d'absorption équivalente du local (m^2)

- Nettoyer régulièrement les bouches

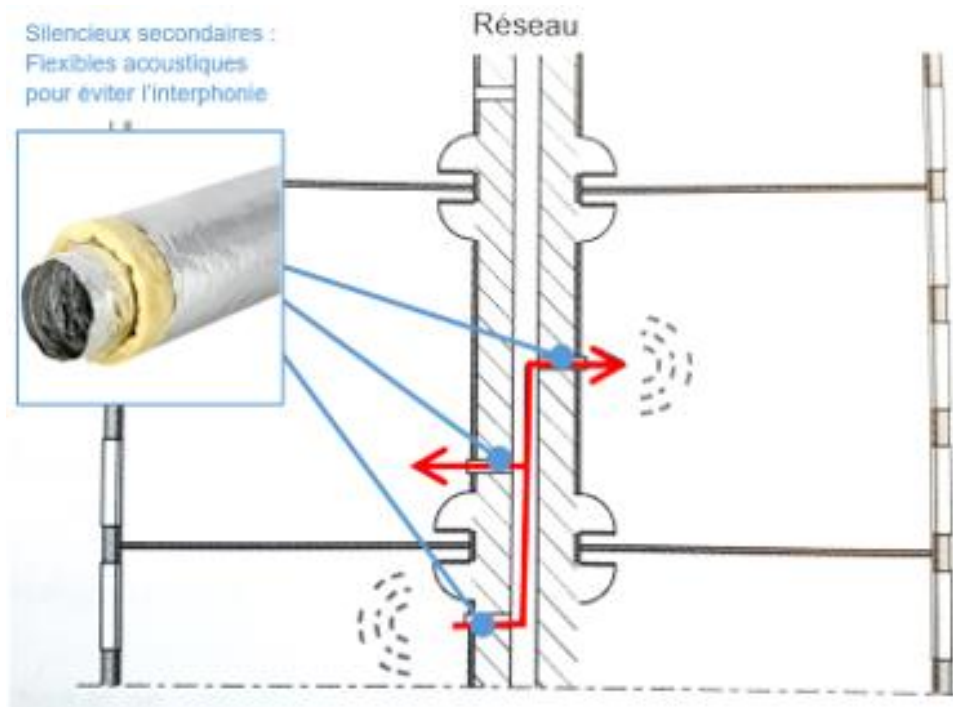


Source / Bron : CSTC



Réseau

- ▶ Transfert de bruit entre 2 espaces occupés via les gaines (interphonie)
- ▶ Solutions
 - Eviter de connecter en direct des locaux aux fonctions incompatibles
 - Prévoir des silencieux secondaires avant les bouches ou dans les bouches



Source / Bron : CSTC



Absorbant acoustique (cellules
ouvertes)

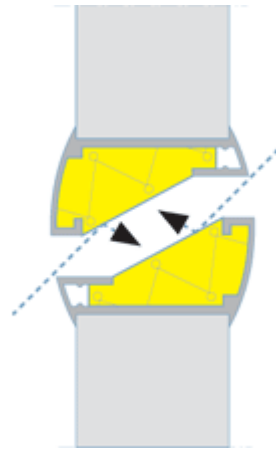


Étanchéité acoustique du joint



Grilles de transfert

- ▶ Transfert de bruit entre 2 espaces occupés
- ▶ Solutions
 - Prévoir des grilles de transfert acoustiques



Source / Bron : CSTC

⇒ **Une grille acoustique reste néanmoins un point faible**

- Equilibrer le local sur lui-même pour éviter le placement d'une grille de transfert



Comparaison des systèmes

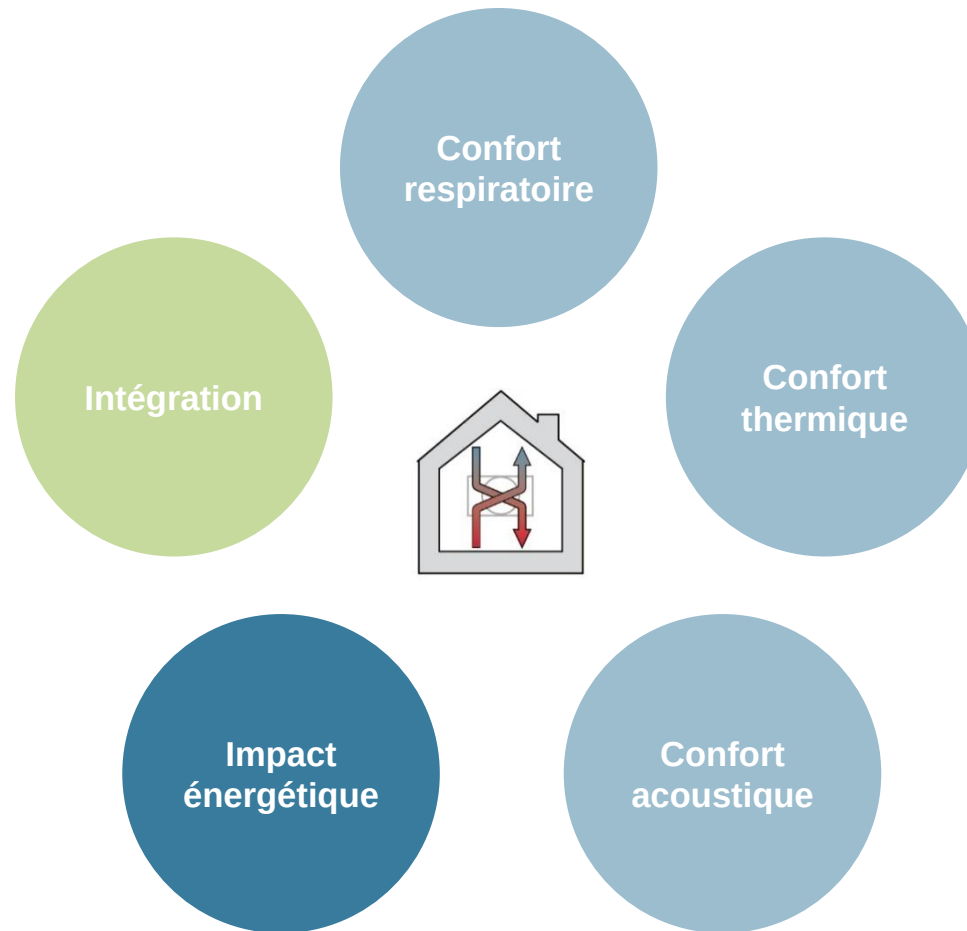


- Tous > Une bonne conception et mise en œuvre sont requis !

	A	B	C	D
Bruits extérieurs	faible contrôle	contrôle moyen	faible contrôle	contrôle élevé
Bruits du système	/	risque élevé	risque élevé	risque élevé
Bruits entre locaux	risque faible	risque faible	risque faible	risque élevé

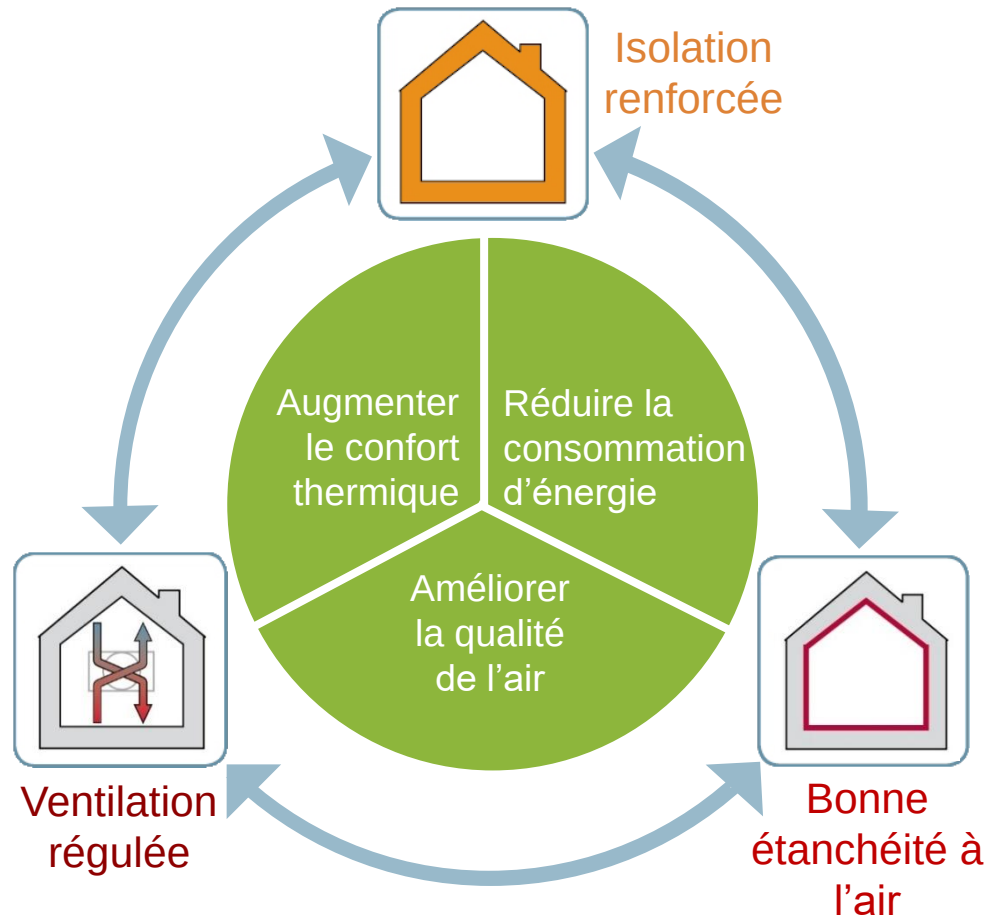


QUELS SONT LES ENJEUX ?



Dans un contexte d'amélioration de la performance énergétique des bâtiments...

...Comment limiter les consommations inhérentes à la ventilation ?



Source : ULg - CIFEUL



Sur le plan énergétique, les consommations inhérentes à la ventilation se situent à deux niveaux

- ▶ **Pertes par ventilation** > Impact sur les besoins de chauffage
- ▶ **Auxiliaires** > Impact sur les consommations électriques

- ▶ Quelles sont les questions à se poser ?
 - Quels sont les polluants en présence ? Peut-on les éviter / limiter ?
 - ⇒ **Prévention**

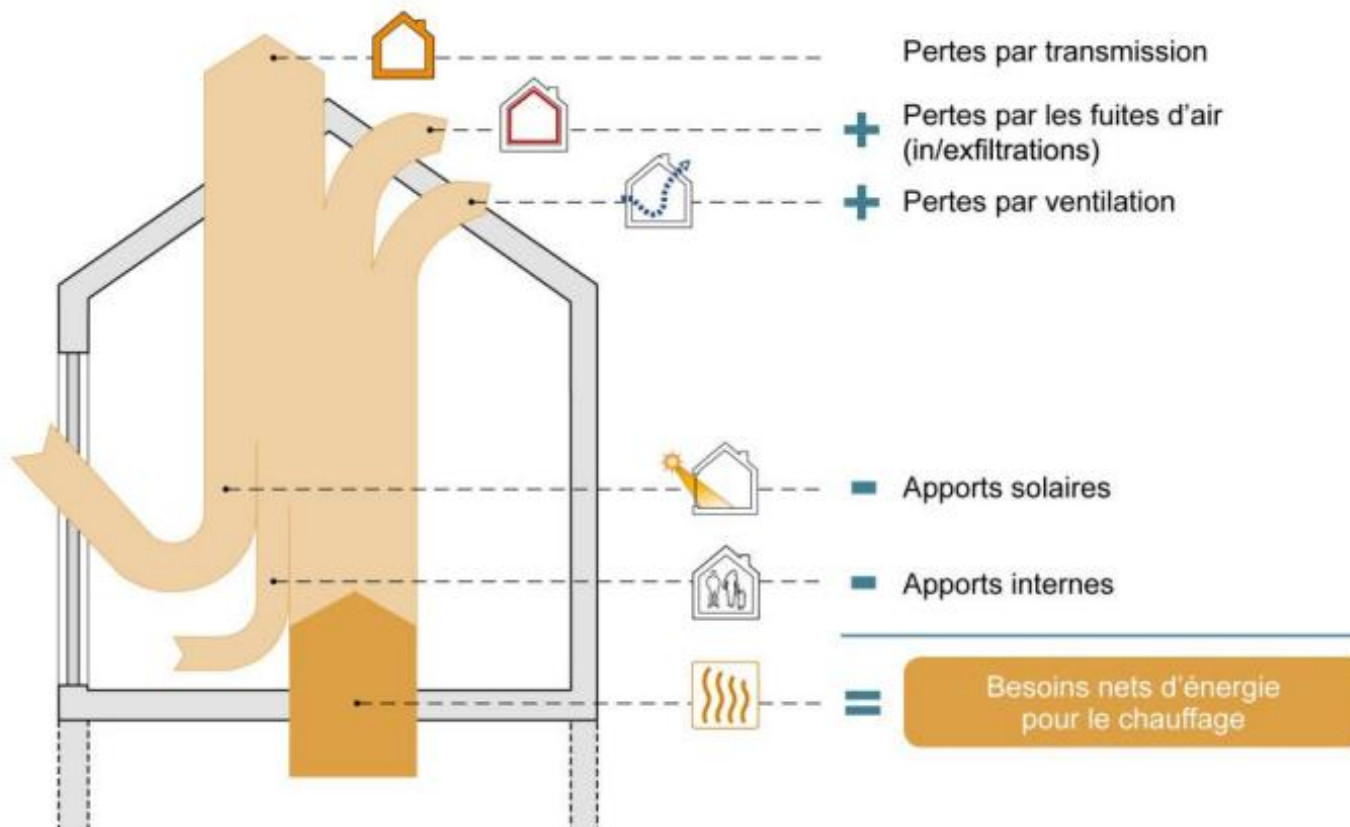
 - Si non, comment faire pour concilier qualité d'air et consommation énergétique ?
 - ⇒ **Conception et mise en œuvre**

 - ⇒ **Usage**



Pertes par ventilation

- Dans le bilan énergétique de l'enveloppe



Pertes par ventilation

- La ventilation entraine des déperditions énergétiques car l'air neuf entrant arrive à une température différente de celle de l'air ambiant :

$$P [W] = 0,34 \cdot q_v \left[\frac{m^3}{h} \right] \cdot (T_{int} - T_{puls}) [K]$$

⇒ **Deux axes d'optimisation des pertes par ventilation**

- **Augmenter la température de l'air entrant**
- **Réguler les débits en fonction des besoins**



Pertes par ventilation > Augmenter la température de l'air entrant

- Un échangeur de chaleur permet de récupérer une partie de l'énergie comprise dans l'air extrait pour la transférer à l'air neuf issu de l'extérieur



- A combien s'élèvent les pertes par ventilation dans les deux cas suivants, quand il fait 0°C à l'extérieur et que le débit d'air pulsé est de $300 \text{ m}^3/\text{h}$?
 - Sans récupération de chaleur
 - Avec récupération de chaleur

⇒ **Pertes divisées par 5 !**



Pertes par ventilation > Réguler les débits en fonction des besoins

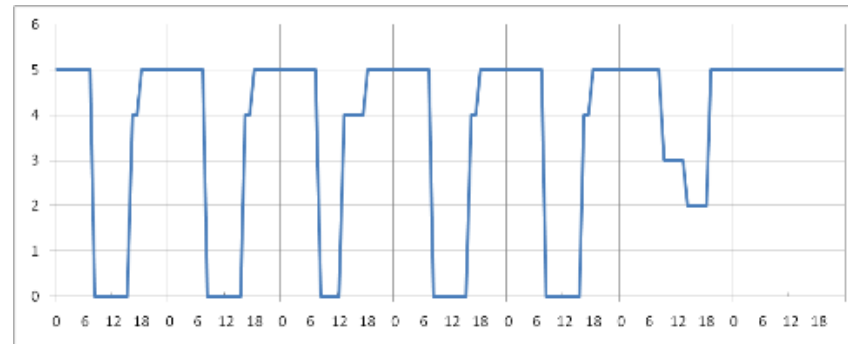
- ▶ Les normes permettent de déterminer les débits de dimensionnement et l'installation doit pouvoir fournir ces débits
 - ⇒ **Ces débits ne doivent cependant pas être pulsés à tout moment afin de limiter la consommation globale. Une régulation est nécessaire !**



Pertes par ventilation > Réguler les débits en fonction des besoins



- Estimer la consommation annuelle pour les configurations suivantes
 - Débit de dimensionnement : 350 m³/h
 - Maison de 5 personnes, occupation présumée



- Consommation du groupe

Débit [%]	Wh/m ³	W
30	0.17	17
40	0.19	27
50	0.24	44
60	0.31	70
70	0.40	105
80	0.48	145
90	0.60	196
100	0.69	243



Pertes par ventilation > Réguler les débits en fonction des besoins



- Estimer la consommation annuelle pour les configurations suivantes

Durée [heures]	Débit [%]	Consommation [kWh/an]
Scénario 1		
24	100 %	
Scénario 2		
24	50 %	
Scénario 3		
16	50 %	
8	30 %	



Pertes par ventilation > Réguler les débits en fonction des besoins



- Estimer la consommation annuelle pour les configurations suivantes

Durée [heures]	Débit [%]	Consommation [kWh/an]
Scénario 1		
24	100 %	$24 \times 243 \times 365 / 1000 = \underline{2130}$
Scénario 2		
24	50 %	$24 \times 44 \times 365 / 1000 = \underline{385}$
Scénario 3		
16	50 %	$16 \times 44 \times 365 / 1000 = 250$
8	30 %	$8 \times 17 \times 365 / 1000 = 49,6$ <u>300</u>

⇒ Quelles conclusions peut-on tirer ?



Pertes par ventilation > Réguler les débits en fonction des besoins



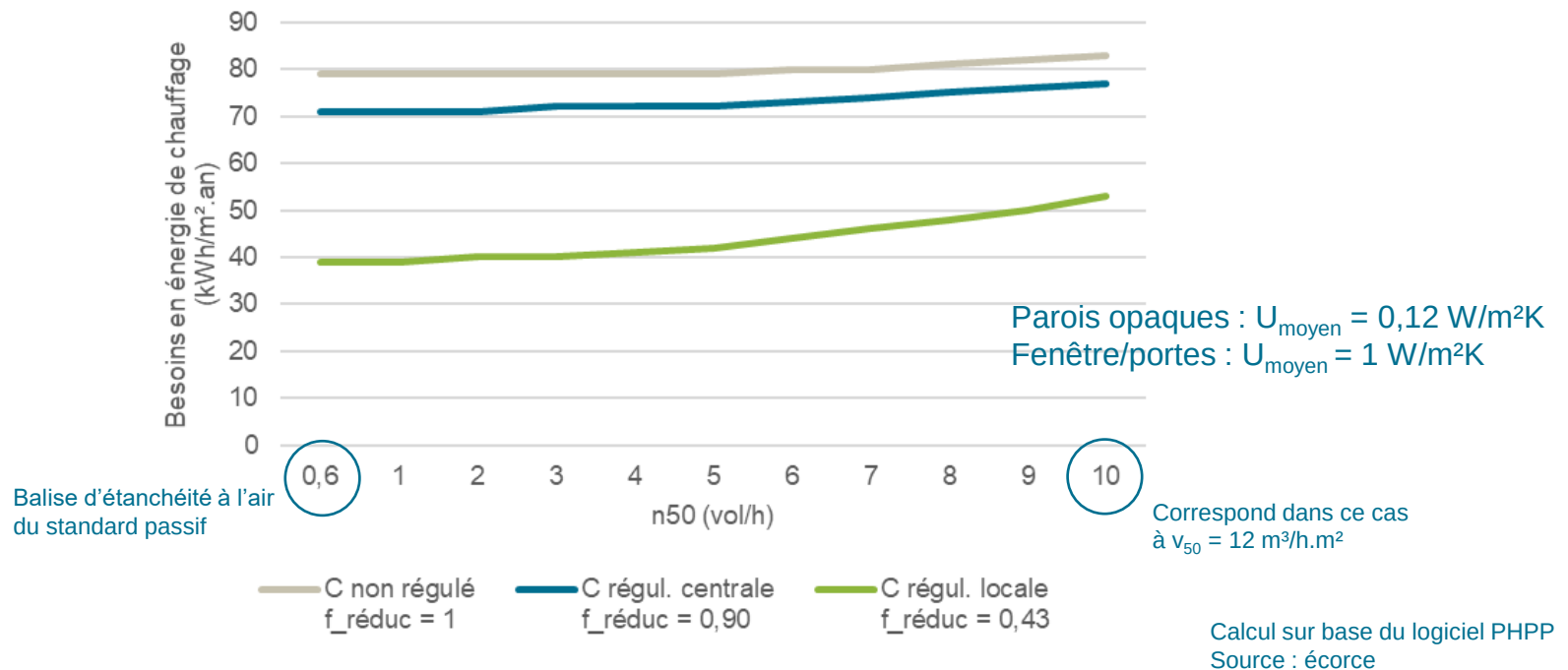
- Et quel est l'impact sur les pertes par ventilation si le débit est divisé par deux ?



Pertes par ventilation : Impact du système de ventilation et de sa régulation sur le besoin de chauffage

► Ventilation simple flux

⇒ Importance de la régulation

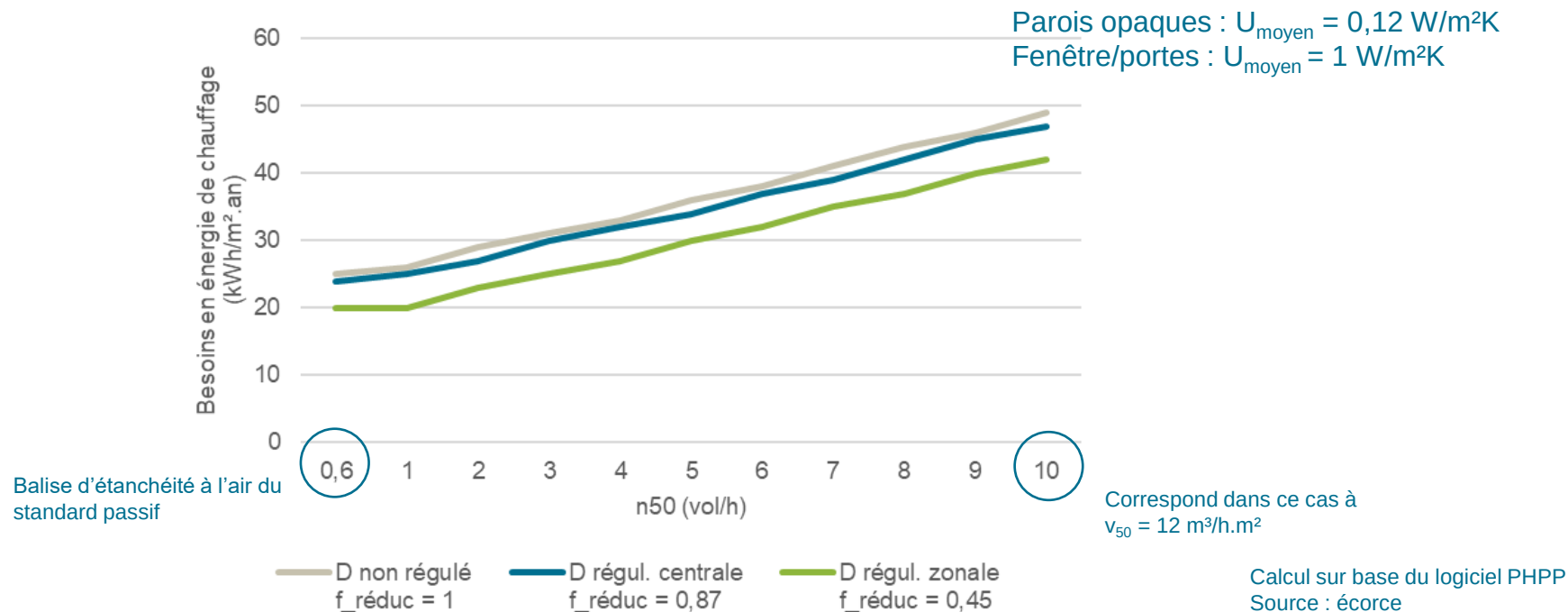


Pertes par ventilation : Impact du système de ventilation et de sa régulation sur le besoin de chauffage

► Ventilation double flux

⇒ Importance d'avoir une étanchéité à l'air de l'enveloppe performante

⇒ Importance de la régulation



Pertes par ventilation : Impact du système de ventilation et de sa régulation sur le besoin de chauffage



- ▶ A combien s'élèvent les besoins de chauffage dans les cas suivants ?
 - $n_{50} = 10$ – système C non régulé ($f_{\text{réduc}} = 1$)
 - $n_{50} = 1$ – système C régulé de manière centralisée ($f_{\text{réduc}} = 0,9$)
 - $n_{50} = 10$ – système D non régulé ($f_{\text{réduc}} = 1$)
 - $n_{50} = 1$ – système D régulé ($f_{\text{réduc}} = 0,45$)



Auxiliaires

- ▶ L'usage d'un système mécanique (système B, C et D) entraîne des consommations électriques

⇒ **Deux axes d'optimisation des consommations auxiliaires**

- **Recourir à la ventilation hybride**
- **Réguler les débits en fonction des besoins (déjà développé)**

... et avoir un réseau bien conçu et mis en œuvre (ce n'est pas l'objet de cette présentation)



Auxiliaires > Recourir à la ventilation hybride

Avantages et inconvénients de la ventilation naturelle

+	-
• Consommation pratiquement nulle • Sensation de confort car implication des occupants	• Impossible de garantir les débits • Difficultés pour climatiser et filtrer l'air neuf • Difficultés pour récupérer l'énergie de l'air extrait



Auxiliaires > Recourir à la ventilation hybride

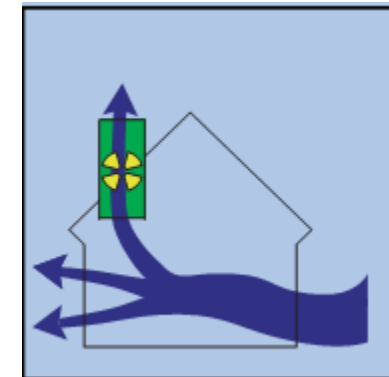
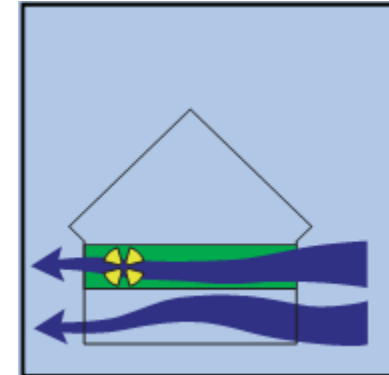
- ▶ La **ventilation hybride** combine les avantages de la ventilation mécanique et de la ventilation naturelle en utilisant l'une ou l'autre fonctionnalité de celles-ci en fonction de l'heure ou de la saison.



Auxiliaires > Recourir à la ventilation hybride

- ▶ Ventilation mécanique et naturelle
 - Les deux systèmes sont totalement autonomes et la régulation peut choisir de passer de l'un à l'autre d'une saison à l'autre ou d'une période occupée à une période non-occupée

- ▶ Ventilation naturelle assistée par ventilateur
 - Lorsque le débit assuré par la ventilation naturelle est insuffisant, un ventilateur (basse pression) permet de garantir le débit

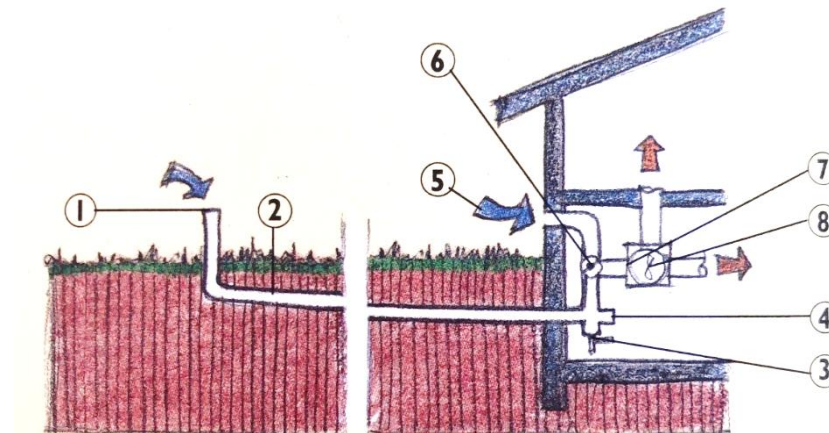


Source : NatVent



Auxiliaires > Recourir à la géothermie

- Un puits canadien ou géothermique à eau glycolée va permettre de limiter l'usage de la résistance électrique en hiver (ds les échangeurs à plaque - risque de givre)



Source : La conception bioclimatique, Samuel Courgey et Jean Pierre Oliva

- | | |
|--|---|
| 1. Entrée d'air | 5. Entrée d'air directe |
| 2. Canalisation enterrée – pente de 2 à 3% | 6. Clapet |
| 3. Siphon | 7. Filtra à air |
| 4. Trappe d'accès | 8. Caisson de ventilation et gaines de distribution |



Comparaison des systèmes

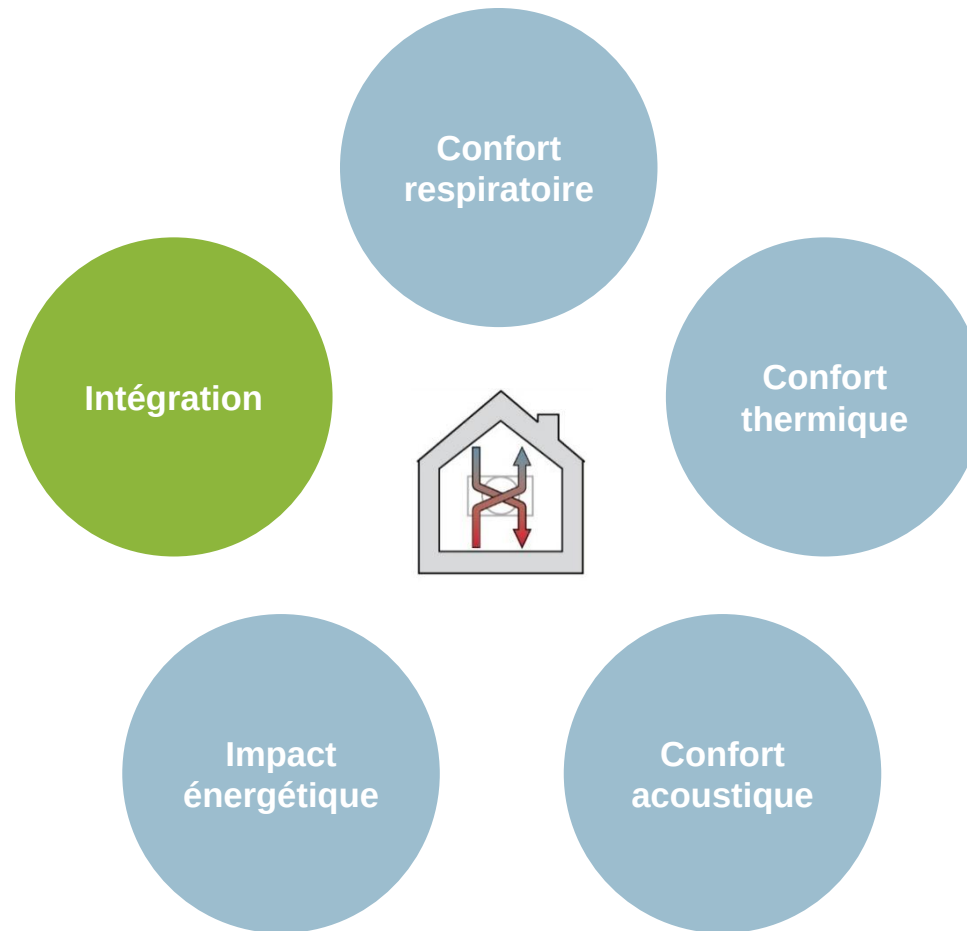


- Le système D est équipé d'un échangeur de chaleur

	A	B	C	D
Contrôle des débits	pas de contrôle possible	bon	moyen	bon
Pertes par ventilation	++ > +++	++ > +++	++ > +++	+ > ++
Consommation auxiliaires	/	++	++	+++
Récupération d'énergie	/	/	via PAC sur l'air extrait	échangeur de chaleur
Régulation des débits	locale [via grilles]	locale ou globale	locale ou globale	globale [via groupe]
Infiltration d'air parasite	éventuellement	non	oui	non

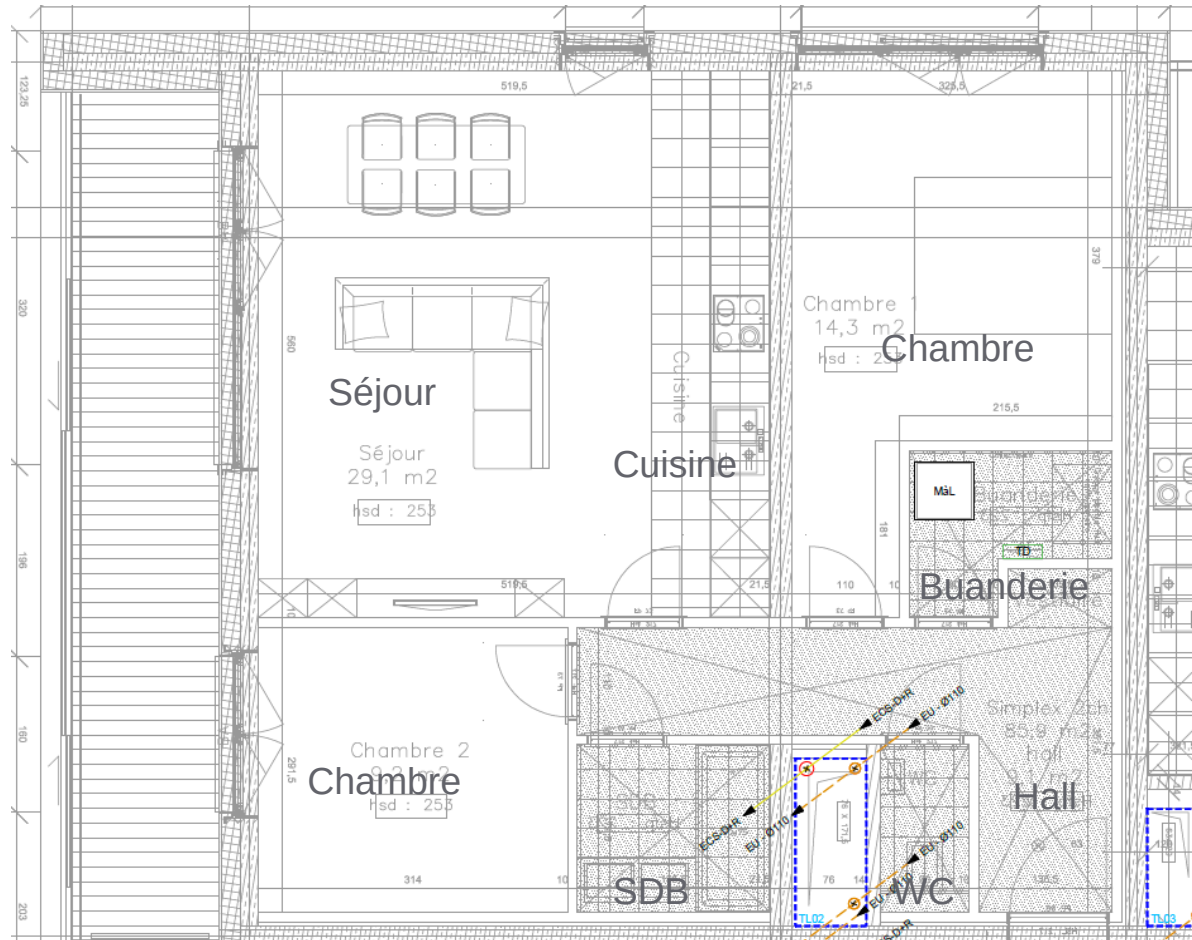


QUELS SONT LES ENJEUX ?



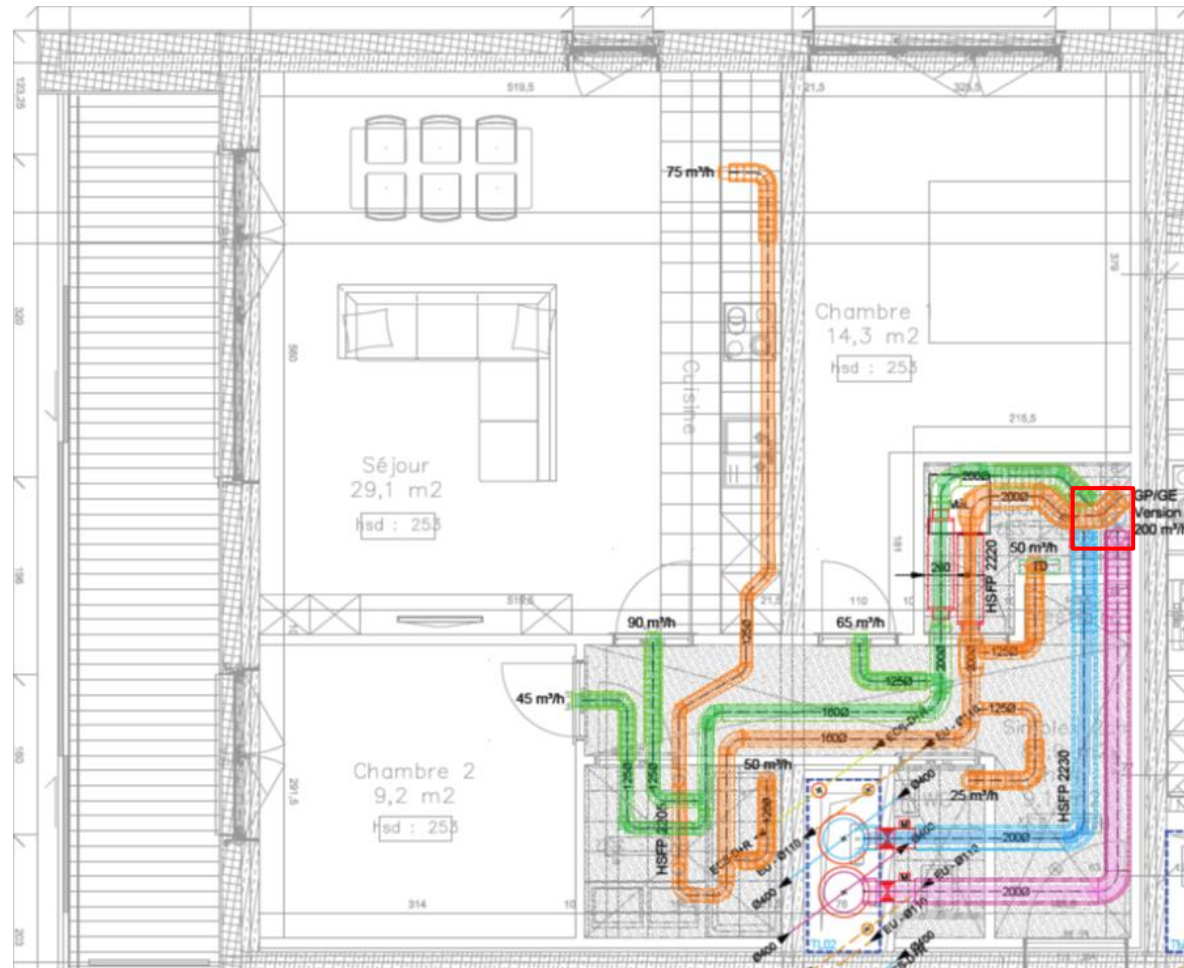
Encombrement de l'installation

► Example



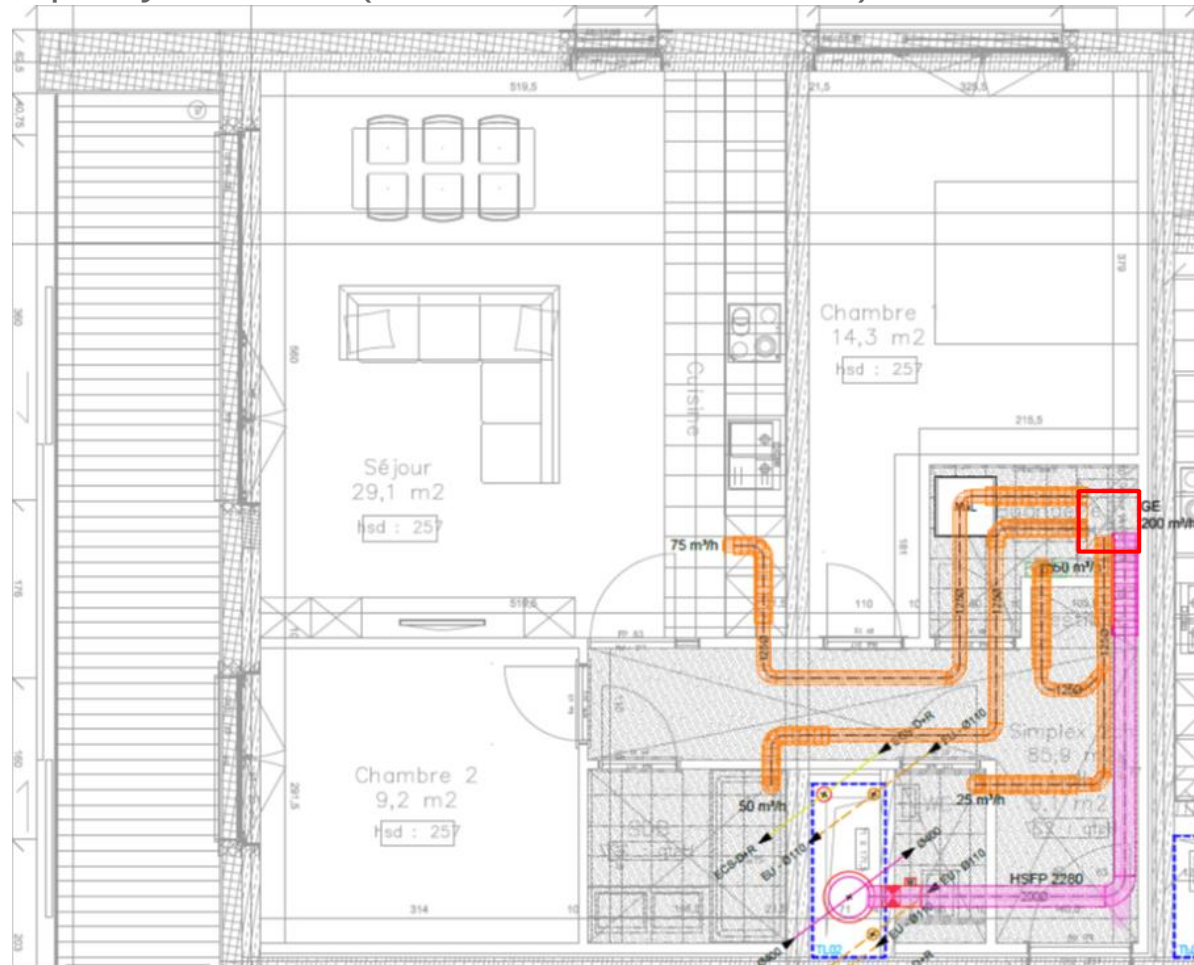
Encombrement de l'installation

- Exemple système D



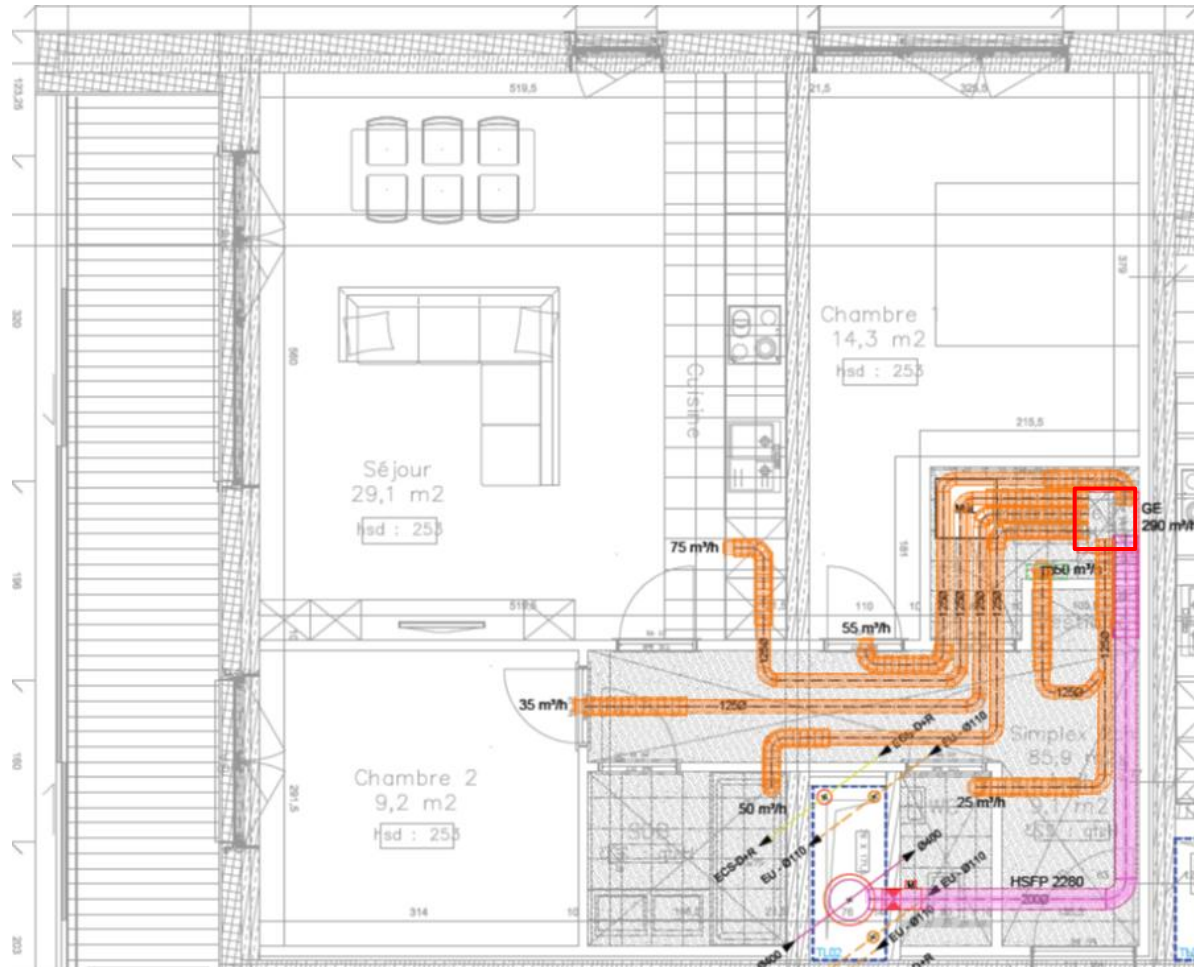
Encombrement de l'installation

- Exemple système C+ (sans extraction chambres)



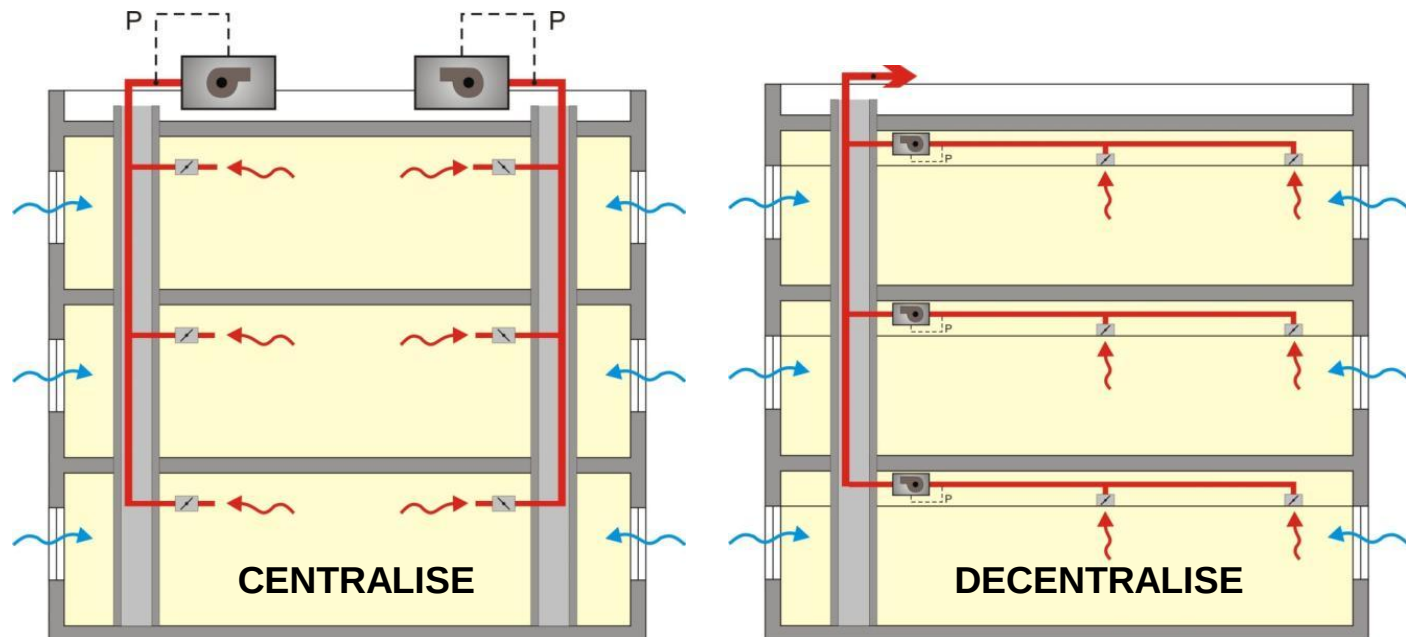
Encombrement de l'installation

- Exemple système C+ (avec extraction chambres)

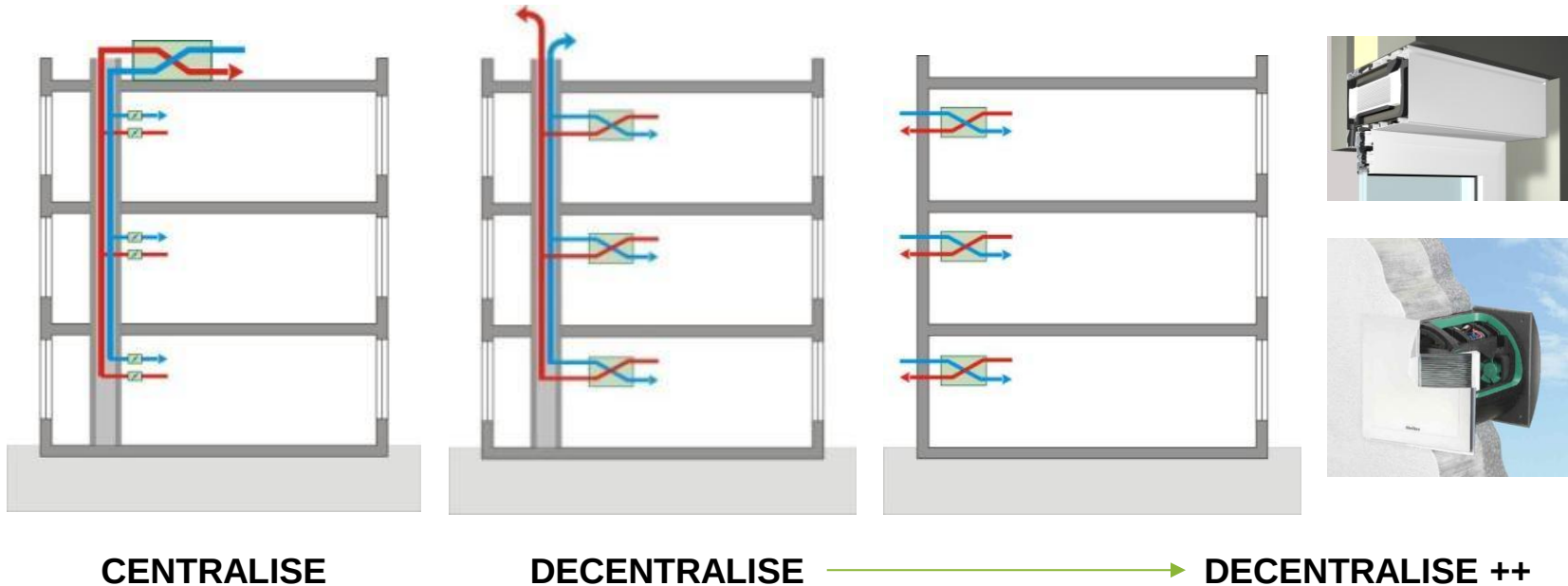


Centralisation ou décentralisation ? Système C

- ▶ Alimentation
- ▶ Extraction



Centralisation ou décentralisation ? Système D



Centralisation ou décentralisation ? Avantages / Inconvénients

Installation collective

+ ...

± ...

— ...

Installations individuelles

+ ...

± ...

— ...

Encombrement/facilité d'intégration?
Performance acoustique?

Performance thermique?
Coût ?

Entretien?

Consommation élect.?
Régulation ?



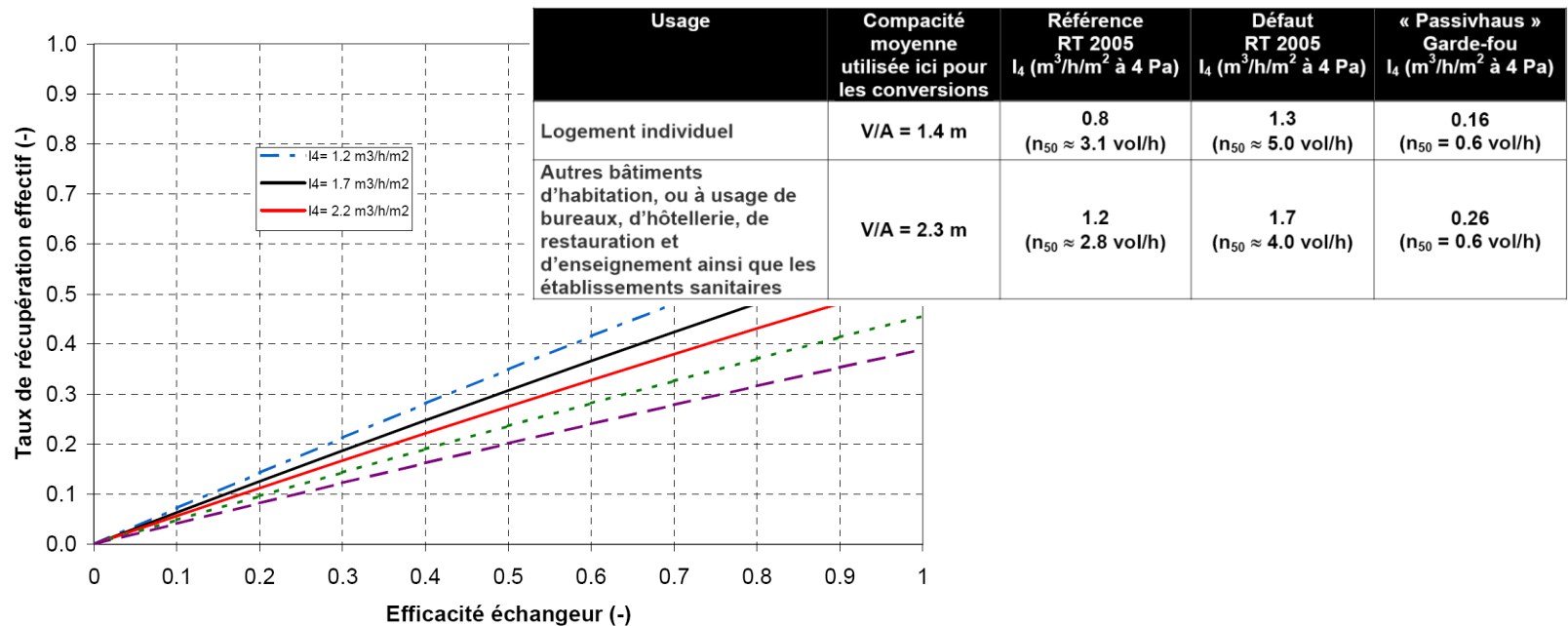
Quelques pistes de réflexion pour l'intégration en rénovation

- En partant du constat que les bâtiments existants sont peu nombreux à être équipés d'un système de ventilation conforme



Une ventilation mécanique peut-elle être prévue même si l'étanchéité à l'air du bâtiment n'est pas optimale ?

- Un système de ventilation mécanique a un meilleur rendement si la ventilation involontaire est limitée
 - Si $n_{50} \nearrow > \eta_{VMC} \searrow$
 - Air repris plus froid (mélange entre air extérieur et intérieur)
 - Delta de température entre air repris et air neuf plus faible



Une ventilation mécanique peut-elle être prévue même si l'étanchéité à l'air du bâtiment n'est pas optimale ?

┌ NBN
50.001
└ ┘

- ▶ La norme **NBN D 50-001** (§4.3.3 5 - Dispositifs de ventilation dans les bâtiments d'habitation) recommande un débit de fuite maximal n_{50} de :
 - **3 vol/h** lorsque la ventilation du bâtiment est assurée par un système D
 - **1 vol/h** lorsque la ventilation du bâtiment est assurée par un système D équipé d'un récupérateur de chaleur



Une ventilation mécanique peut-elle être prévue même si l'étanchéité à l'air du bâtiment n'est pas optimale ?

▮ NBN
EN 13 779
▮ ▮

- ▶ La norme **NBN EN 13 779** (bâtiments non résidentiels) recommande quant à elle :

- Bâtiments de 3 niveaux ou moins : $n_{50} \leq 2 \text{ vol/h}$
- Bâtiment de plus de 3 niveaux : $n_{50} \leq 1 \text{ vol/h}$

⇒ **SEVERE !** Mise en œuvre soignée, attention particulière aux raccords, passage de gaines ou conduites, ...

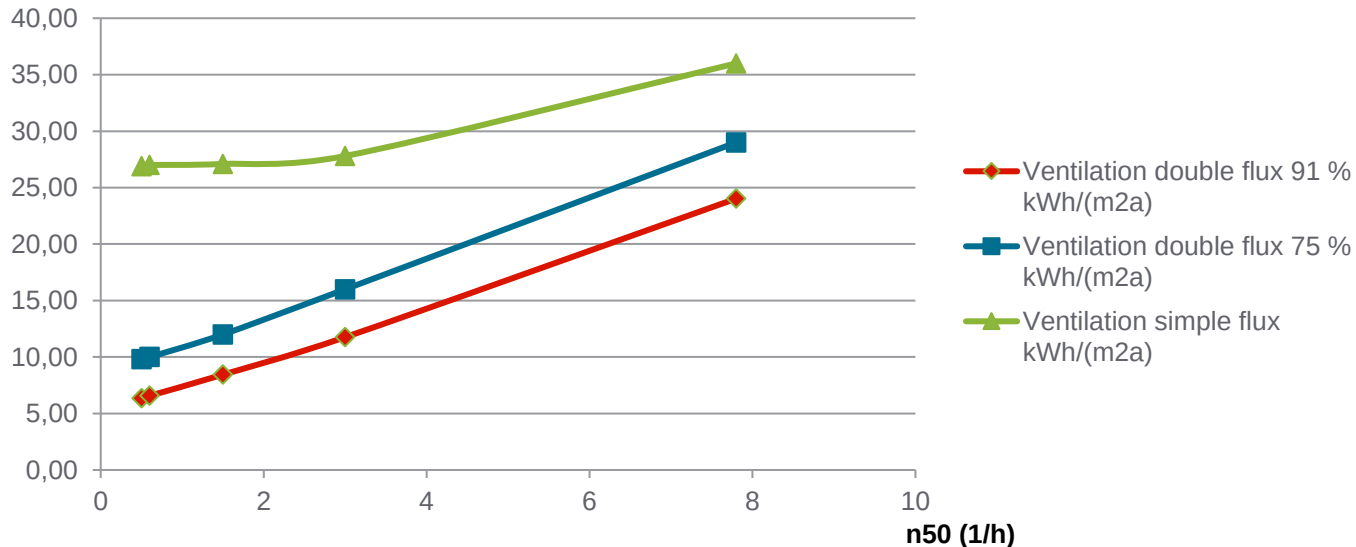


Une ventilation mécanique peut-elle être prévue même si l'étanchéité à l'air du bâtiment n'est pas optimale ?

- Aucune norme ne recommande un niveau d'étanchéité à atteindre lorsque la ventilation du bâtiment est assurée par un **système simple flux**.

⇒ Il semble raisonnable de conserver, dans ce cas, l'objectif d'un débit de fuite maximal de $3 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$. Au-delà de cette valeur (plus faible), les gains énergétiques que l'on obtient avec une meilleure étanchéité sont de plus en plus faibles

Besoin de chauffage
(kWh/m²a)



Une ventilation mécanique peut-elle être prévue même si l'étanchéité à l'air du bâtiment n'est pas optimale ?

- ⇒ **Attention, ce ne sont que des recommandations!!
Entre deux phases de travaux (et provisoirement), cela peut tout à fait s'envisager!!**
- ⇒ **Même si l'étanchéité à l'air n'est pas optimale, une ventilation mécanique peut être mise en place**



Comparaison des systèmes



	A	B	C	D
Points d'attention	conduits verticaux hauteur débouchés	conduits verticaux hauteur débouchés	réseau (+) groupe	réseau (++) groupe



Comparaison des systèmes

- Et pour être complet, il faut parler du coût...

	A	B	C	D
Installation	+	++	++ > +++	+++
Exploitation	/	++	++	+++
Maintenance	/	+	+ > ++	++

- Et de la maintenance requise...

	A	B	C	D
Equipements à entretenir	grilles	groupe	grilles / groupe	groupe /réseau bouches / filtres



VENTILATION HYGIÉNIQUE

VENTILATION INTENSIVE

ENJEUX

RÉGLEMENTATIONS

- ▶ **Réglementation PEB travaux**
- ▶ Réglementation PEB chauffage et climatisation
- ▶ Réglementation en RBC et normes relatives au bruit





La ventilation dans la PEB

- ▶ Les exigences relatives à la ventilation hygiénique sont d'application pour
 - les affectations PEB « Habitation Individuelle » et « Non Résidentielle »
 - toutes les natures des travaux PEB





Exigences (à partir du 01/07/2017) unités PEB « Habitation Individuelle »

NATURES DES TRAVAUX PEB (toutes affectations PEB)	UN	PER	UAN	PER	URL àpd 2023	PER	URS
% <u>de la surface de déperdition thermique</u> concernée par des travaux influençant sa performance énergétique	(pas de %) Construction neuve par définition	≥ 75% Construction et/ou démolition + reconstruction	≥ 50% Construction et/ou démolition + reconstruction et/ou rénovation	Travaux à la surface de déperdition thermique et aux installations techniques PEB qui n'entrent pas dans les autres définitions			
Travaux aux <u>installations techniques PEB</u>	<u>Installations</u> techniques PEB neuves par définition	Placement et/ou remplacement de toutes les <u>installations</u> techniques PEB	Placement et/ou remplacement de toutes les <u>installations</u> techniques PEB				
EXIGENCES Habitation Individuelle							
<u>Ventilation hygiénique</u>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Source : Guide Bâtiment durable





Exigences (à partir du 01/07/2017) unités PEB « Non Résidentielle »

NATURES DES TRAVAUX PEB (toutes affectations PEB)	UN	PEN	UAN	PEN	URL PP* à pd 2023	PEN	URS
% <u>de la surface de déperdition thermique</u> concernée par des travaux influençant sa performance énergétique	(pas de %) Construction neuve par définition	≥ 75% Construction et/ou démolition + reconstruction	≥ 50% Construction et/ou démolition + reconstruction et/ou rénovation	Travaux à la surface de <u>déperdition</u> thermique et aux <u>installations</u> techniques PEB qui n'entrent pas dans les autres définitions			
Travaux aux <u>installations techniques PEB</u>	<u>Installations</u> techniques PEB neuves par définition	Placement et/ou remplacement de toutes les <u>installations</u> techniques PEB	Placement et/ou remplacement de toutes les <u>installations</u> techniques PEB				
EXIGENCES Non Résidentielle							
<u>Ventilation hygiénique</u>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Source : Guide Bâtiment durable





La ventilation dans la PEB

Source : Bruxelles Environnement

- ▶ Exigences de ventilation pour un local nouvellement créé
 - Un local nouvellement créé est équipé de dispositifs d'amenée d'air et/ou d'évacuation d'air suivant la nature du local, conformément aux exigences de ventilation pour les UN et UAN décrites aux points Débits_{min} et qualité de l'air intérieur, Qualité de l'air des débits d'alimentation et Amenées d'air.





La ventilation dans la PEB

Source : Bruxelles Environnement

- ▶ Exigences de ventilation pour un local existant avec remplacement, ajout ou suppression de fenêtre(s)
 - A partir de 01/2023, si dans un local existant, des fenêtres sont remplacées, ajoutées ou supprimées, ce local est équipé de dispositifs d'amenées d'air ou d'évacuation d'air, conformément aux exigences de ventilation pour les UN et UAN décrites aux points Débits_{min} et qualité de l'air intérieur, Qualité de l'air des débits d'alimentation, Amenées d'air et Evacuations d'air.
- ▶ Concernant l'exigence de débit_{min} d'amenée d'air, ce local doit respecter :
 - soit les débits_{min} exigés pour les UN et UAN décrits aux points Débits_{min} et qualité de l'air intérieur et Qualité de l'air des débits d'alimentation
 - soit un débit_{min} de 45 m³/h par mètre courant de fenêtre remplacée ou ajoutée





La surchauffe dans la PEB

- ▶ Le logiciel PEB a pour objectif de vérifier le respect d'une réglementation axée sur la performance énergétique dans le but de réduire les consommations des bâtiments
- ▶ Méthode PER
 - Si froid actif : le logiciel PEB évalue un besoin de refroidissement
 - Dans les autres cas: le logiciel PEB évalue le risque d'inconfort (via l'indicateur de surchauffe) et considère – le cas échéant – un besoin de refroidissement (sur base d'une probabilité conventionnelle)
- ▶ Méthode PEN : le logiciel PEB évalue un besoin de refroidissement



⇒ **L'outil n'est pas approprié pour évaluer le confort et tester l'efficacité de mesures**





Exigences (à partir du 01/07/2017) unités PEB « Habitation Individuelle »

NATURES DES TRAVAUX PEB (toutes affectations PEB)	UN	PER	UAN	PER	URL à pd 2023	PER	URS
% de la surface de déperdition thermique concernée par des travaux influençant sa performance énergétique	(pas de %) Construction neuve par définition		≥ 75% Construction et/ou démolition + reconstruction		≥ 50% Construction et/ou démolition + reconstruction et/ou rénovation		Travaux à la surface de déperdition thermique et aux installations techniques PEB qui n'entrent pas dans les autres définitions
Travaux aux installations techniques PEB	Installations techniques PEB neuves par définition		Placement et/ou remplacement de toutes les installations techniques PEB		Placement et/ou remplacement de toutes les installations techniques PEB		
EXIGENCES Habitation Individuelle							
CEP [kWh/(m².an)]	CEP _{max} UN		CEP _{max} UN * 1.2		CEP _{max} URL à pd 2023		/
BNC [kWh/(m².an)]	BNC _{max} UN		BNC _{max} UN * 1.2		/		/
Surchauffe	Max 5% tps > 25°C		Max 5% tps > 25°C		/		/

Source : Guide Bâtiment durable





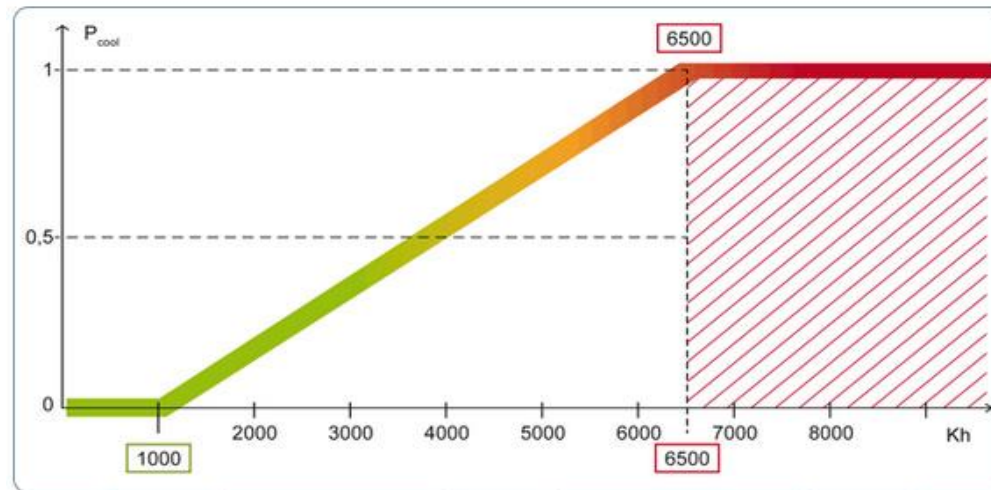
La surchauffe dans la méthode PER

- ▶ **Indicateur de surchauffe [Kh] Kelvin heure**
 - Représente les apports de chaleur non utiles, non stockables
 - ⇒ **si accumulation dans les locaux > risque de surchauffe en période estivale**
 - Prend en compte
 - les apports de chaleur (gains solaires et internes)
 - les pertes de chaleur (par transmission et par ventilation)
 - la capacité thermique (inertie)
- ▶ Exigence propre
- ▶ Influence aussi les besoins nets de refroidissement, donc le CEP





La surchauffe dans la méthode PER



Il est fortement recommandé de rester en-dessous du seuil de 1.000 Kh à partir duquel le bâtiment présente un risque de surchauffe.



Le critère de surchauffe est respecté.

Si l'indicateur de surchauffe est compris entre 1.000 et 6.500 Kh, une consommation fictive (en électricité) est comptabilisée dans le bilan énergétique de l'unité PEB, bien qu'aucune installation de climatisation ne soit prévue.



Le critère de surchauffe est respecté mais n'est pas soumis à amende.

Si l'indicateur de surchauffe supérieur à 6.500 Kh, l'unité PEB ne répond pas au critère de surchauffe.
Le projet doit être modifié.



Le critère de surchauffe n'est pas respecté et est soumis à amende au niveau de la déclaration PEB finale.





Exigences (à partir du 01/07/2017) unités PEB « Non Résidentielle »

NATURES DES TRAVAUX PEB (toutes affectations PEB)		UN	PEN	UAN	PEN	URL PP* àpd 2023	PEN	URS
% de la <u>surface de déperdition thermique</u> concernée par des travaux influençant sa performance énergétique	(pas de %) Construction neuve par définition	≥ 75% Construction et/ou démolition + reconstruction	≥ 50% Construction et/ou démolition + reconstruction et/ou rénovation	Travaux à la surface <u>déperdition</u> <u>thermique et aux</u> <u>installations</u> <u>techniques PEB</u> qui n'entrent pas dans les autres définitions				
Travaux aux <u>installations techniques PEB</u>	<u>Installations</u> <u>techniques PEB</u> neuves par définition	Placement et/ou remplacement de toutes les <u>installations</u> <u>techniques PEB</u>	Placement et/ou remplacement de toutes les <u>installations</u> <u>techniques PEB</u>					
EXIGENCES								
Non Résidentielle								
 CEP [kWh/(m².an)]	CEP _{max} UN	CEP _{max} UN * 1.2	CEP _{max} UN * 1.6 PP* àpd 2023	/				
BNC [kWh/(m².an)]	/	/	/	/				
Surchauffe	/	/	/	/				

Source : Guide Bâtiment durable



VENTILATION HYGIÉNIQUE

VENTILATION INTENSIVE

ENJEUX

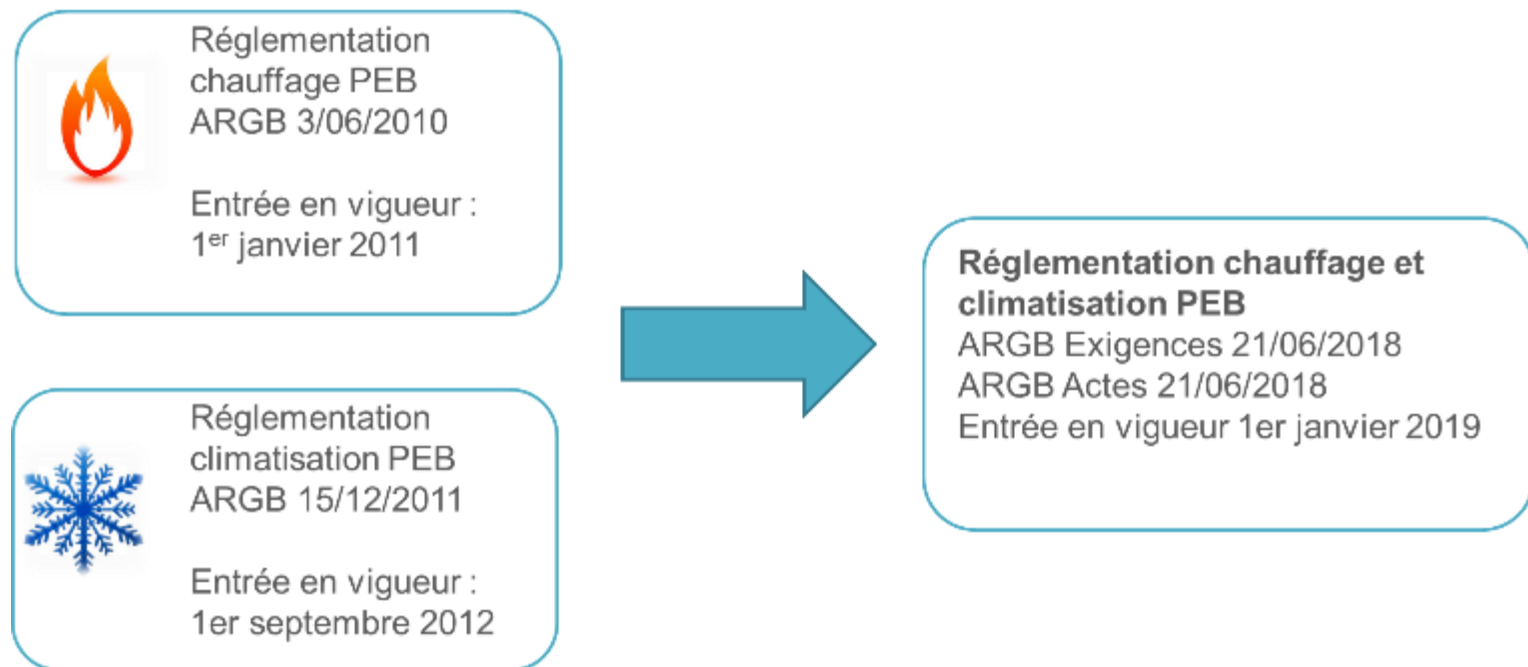
RÉGLEMENTATIONS

- Réglementation PEB travaux
- **Réglementation PEB chauffage et climatisation**
- Réglementation en RBC et normes relatives au bruit



Contexte

- Certaines exigences concernent la ventilation



Source / Bron : Bruxelles Environnement



Deux catégories d'exigences

- ▶ Exigences de bon fonctionnement des chaudières et chauffe-eau

- > **Fonctionnement sûr et performant de l'appareil**

- ⇒ **Hors cadre de la formation**

- ▶ Exigences techniques relatives aux « systèmes »

- > **Performance des systèmes de chauffage**

- ⇒ **Focus en lien avec les thématiques abordées**



Exigences techniques relatives aux « systèmes »

1. Comptage énergétique
2. Comptabilité énergétique
3. Documents relatifs au système de chauffage (CH) / Carnet de bord (CL)
4. Note de dimensionnement des générateurs de chaleur / installations de réfrigération et rapport de mise en service
5. **Calorifugeage des conduits et accessoires du système de chauffage / d'eau glacée**
6. Régulation, automatisation et contrôle des systèmes de chauffage / de climatisation
7. **Partitionnement de la distribution d'eau de chauffage / d'eau glacée et d'air**
8. **Variation du débit d'air neuf selon l'occupation réelle**
9. **Récupération de chaleur sur les unités de ventilation double flux**





Calorifugeage des conduits et accessoires du système de chauffage

- ▶ Sont concernés par l'exigence
 - Tous les conduits et accessoires placés après le 1/01/2019 (date entrée en vigueur réglementation)
 - Tous les conduits et accessoires, non recouverts d'un matériau d'une épaisseur supérieure à dix millimètres, existants dans un système de chauffage avant l'entrée en vigueur du présent arrêté dès qu'au moins un générateur de chaleur est raccordé à ce système de chauffage
- ▶ Les exigences s'appliquent au calorifugeage
 - des conduits et accessoires véhiculant de l'eau chaude de chauffage ou de l'eau chaude sanitaire (si diamètre ext. supérieur ou égal à 20mm) – sauf boucle par thermosiphon
 - des conduits véhiculant de l'air (si section droite de passage supérieure à 0,025 m²)





Calorifugeage des conduits et accessoires du système de chauffage

- ▶ L'exigence varie en fonction
 - De l'environnement
 - Du type d'air (neuf / fourni / recyclé / mélangé / repris)
 - De la température de l'air
- ▶ Voir Annexe 3 (chauffage)
- ▶ Il y a des exceptions





Partitionnement de la distribution d'eau de chauffage / d'eau glacée et d'air

- ▶ Sont concernés par l'exigence
 - Les systèmes placés après le 01/01/2019 (date entrée en vigueur réglementation)
 - Les réseaux ou parties de réseaux de distribution et d'émission placés après le 01/01/2019, lorsque ces parties de réseaux desservent
 - au moins une unité PEB
 - au moins un étage dont plus de 80 % de la surface d'utilisation est occupée par des bureaux
 - ou des locaux dont la surface d'utilisation est supérieure ou égale à 500 m²





Variation du débit d'air neuf selon l'occupation réelle

- ▶ Sont concernés par l'exigence
 - Tout système de ventilation nouvellement placé, comprenant le ou les groupes de ventilation et les gaines, combiné à un système de chauffage / climatisation, et qui dessert un local à occupation humaine variable avec un débit nominal d'air neuf supérieur ou égal à 2 000 m³/h
- ▶ Exigence
 - Est équipé d'un dispositif qui fait varier automatiquement le débit d'air neuf en fonction d'un paramètre représentatif du nombre de personnes présentes dans ce local
 - Si PU avant 01/01/2019, valeur limite: $\geq 5\,000\text{m}^3/\text{h}$
- Non valable: étranglement ou by-pass





Récupération de chaleur sur les unités de ventilation double flux

- ▶ Sont concernés par l'exigence
 - Tout système de ventilation double flux, nouvellement placé, combiné à un système de chauffage, dont le débit nominal d'air neuf du groupe de pulsion est supérieur ou égal à 5000 m³/h et dont la durée annuelle de fonctionnement est supérieure ou égale à 2000 heures/an (sauf s'il s'agit d'une ou plusieurs hottes de cuisine)
- ▶ Exigence
 - Est équipé d'un récupérateur de chaleur sur l'air extrait pour préchauffer l'air neuf
 - Le récupérateur de chaleur est équipé d'un dispositif automatique qui permet de supprimer totalement le préchauffage de l'air lorsque les besoins de chaleur sont nuls
- ▶ Également imposé aux produits mis sur le marché via la directive européenne Ecodesign



VENTILATION HYGIÉNIQUE

VENTILATION INTENSIVE

ENJEUX

RÉGLEMENTATIONS

- ▶ Réglementation PEB travaux
- ▶ Réglementation PEB chauffage et climatisation
- ▶ **Réglementation en RBC et normes relatives au bruit**



Arrêté bruxellois 21 novembre 2002 – Contrôle et mesure de bruit

Arrêté bruxellois 21 novembre 2002 – Installations classées

- Groupes > 20.000 m³/h

Arrêté bruxellois 21 novembre 2002 – Bruits de voisinage



- ▶ Générés par toute source sonore audible dans le voisinage
- ▶ Installations classées ou non
- ▶ Valeurs limites pour
 - le bruit perçu à l'extérieur, en dehors du site de l'établissement
 - les émergences de bruit qui peuvent être perçues dans les bâtiments voisins de l'exploitation



Arrêté bruxellois 21 novembre 2002 – Installations classées

Valeurs limites s'appliquant au bruit extérieur spécifique (L_{sp}) généré par des installations classées

Sources: les AGRBC du 21/11/2002 relatif au bruit des installations classées et au bruit de voisinage

Bruit perçu à l'extérieur en limite des parcelles													
Périodes	A			B				C					
Zones	L_{sp}	N	S_{pte}	L_{sp}		N	S_{pte}	L_{sp}		N	S_{pte}		
Zone 1	42	20	72	36	42 ¹	10	66	30		5		60	
Zone 2	45	20	72	39	45 ¹	10	66	33	39 ^{1,2}	5	10 ²	60	66 ²
Zone 3	48	30	78	42	48 ¹	20	72	36	42 ^{1,2}	10	20 ²	66	72 ²
Zone 4	51	30	84	45	51 ¹	20	78	39	45 ^{1,2}	10	20 ²	72	78 ²
Zone 5	54	30	90	48	54 ¹	20	84	42	48 ^{1,2}	10	20 ²	78	84 ²
Zone 6	60	30	90	54	60 ¹	20	84	48	54 ^{1,2}	10	20 ²	78	84 ²

¹ limites applicables aux magasins pour la vente au détail

² limites applicables aux installations dont le fonctionnement ne peut pas être interrompu (ventilation, installations frigorifiques, etc.)

zone 1 : zones d'habitation à prédominance résidentielle, zones vertes, zones de haute valeur biologique, zones de parc, zones de cimetière et zones forestières

zone 2 : autres zones d'habitation que celles à prédominance résidentielle;

zone 3 : zones mixtes, zones de sports ou de loisirs en plein air, zones agricoles et zones d'équipements d'intérêt collectif ou de service public;

zone 4 : zones d'intérêt régional et les zones de forte mixité;

zone 5 : zones administratives;

zone 6 : zones d'industries urbaines et zones de transport et d'activité portuaire, zones de chemin de fer et zones d'intérêt régional à aménagement différé.

S_{pte} ou seuil de pointe est le niveau de pression acoustique au-delà duquel le bruit produit par les sources est comptabilisé comme «événement» (exprimé en dB(A))

Le nombre d'événements N correspond au nombre de fois que l'installation a généré un dépassement du seuil de pointe (S_{pte}) par période d'une heure



Arrêté bruxellois 21 novembre 2002 – Bruits de voisinage

Valeurs limites d'application pour les émergences dues au bruit de voisinage, lorsque le bruit est perçu à l'intérieur d'un immeuble

Source: AGRBC du 21/11/2002 relatif au bruit de voisinage

LOCAL	PERIODES	EMERGENCE		
		de niveau en dB(A)	tonale (E) en dB	impulsionnelle en dB(A)
Repos	C	3	3	5
Repos	A et B	6	6	10
Séjour	A, B et C	6	6	10
Service	A, B et C	12	12	15





Normes fixant les niveaux de bruits des installations et les exigences de confort

- ▶ **NBN S01-401 : 1987** (Acoustique - Valeurs limites des niveaux de bruit en vue d'éviter l'inconfort dans les bâtiments)
- ▶ **NBN S01-400-1 : 2008** (Critères acoustiques pour les immeubles d'habitation - norme actualisée)
- ▶ **NBN S01-400-2 : 2012** (Critères acoustiques pour les bâtiments scolaires - norme actualisée)
- ▶ **NBN S01-400 : 1977** et **NBN S 01-401 : 1987** (bureaux, hôpitaux, maisons de retraite et hôtels)
 - bientôt remplacée par la **NBN S 01-400-3**
- ▶ **NBN EN 15251:2007** (Critères pour l'environnement intérieur et évaluation des performances énergétiques des bâtiments couvrant la qualité de l'air intérieur, la thermique, l'éclairage et l'acoustique)





- ▶ La ventilation a plusieurs objectifs et répond à différents besoins qui peuvent influencer les choix
- ▶ La norme NBN D50-001 décrit 4 systèmes
- ▶ La ventilation joue un rôle important au niveau du confort, ainsi que de la santé des occupants et du bâtiment
- ▶ La ventilation est nécessaire pour garantir la qualité d'air, mais elle constitue une perte énergétique qu'il est indispensable de maîtriser
- ▶ Une bonne conception et mise en œuvre est requise afin de limiter les nuisances sonores
- ▶ Il y a en RBC deux réglementations PEB (travaux et chauffage/climatisation) qui comportent des exigences relatives à la ventilation
- ▶ Il y a en RBC une réglementation à respecter en matière de bruit provoqué par les installations techniques
- ▶ Il existe une série de normes fixant les niveaux de bruits des installations techniques et des exigences de confort acoustique





Guide bâtiment durable

www.guidebatimentdurable.brussels

- ▶ [Dossier | Concevoir un système de ventilation énergétiquement efficace](#)
- ▶ [Dossier | Assurer le confort respiratoire](#)



Sites internet

- ▶ SommuLuft (ventilation naturelle par les fenêtres) / PHLuft (puits canadiens, échangeurs)
<https://passivehouse.com/>
- ▶ PEB (annexes, renvoi aux normes)
<https://environnement.brussels/pro/reglementation/textes-de-loi/reglementation-sur-la-performance-energetique-des-batiments-peb>
- ▶ Réglementation chauffage et climatisation PEB
http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi_loi/change_lg.pl?language=fr&la=F&table_name=loi&cn=2018062116
- ▶ Réglementation bruit en RBC
<https://environnement.brussels/thematiques/bruit/mon-environnement-sonore/vivre-au-calme/les-normes-de-bruit-de-voisinage-en-region>





Publications

- ▶ Norme NBN D50-001 (1) : dimensionnement (résidentiel)
- ▶ Norme NBN EN 13779 (2) : dimensionnement (tertiaire)
- ▶ Norme NBN EN 15251 : usage et critères de confort (tertiaire et résidentiel)
- ▶ CCT105 (Régie des Bâtiment)
Règles de bonne pratique en matière d'acoustique



Formations et séminaires

- ▶ Inscrivez-vous aux formations organisées par Bruxelles Environnement
<https://environnement.brussels/formationsbatidurable>

Consultez tous les supports [gratuitement](#) !



Muriel BRANDT

Ingénieur projet
écorce sa

☎ + 32 4 226 91 60

✉ info@ecorce.be



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

