

FORMATION BÂTIMENT DURABLE

VENTILATION : CONCEPTION ET RÉGULATION

PRINTEMPS 2023

Améliorer et garantir la qualité de l'air

Sébastien PECCEU

 Buildwise



- ▶ Retour d'expérience de l'évaluation des performances de systèmes dans des logements sur site
 - Débits
 - Aspects microbiologiques

- ▶ Recommandations spécifiques pour atteindre de bonnes performances au niveau de la qualité de l'air lors des étapes de:
 - Conception
 - Mise en service
 - Entretien



LES PERFORMANCES DES SYSTÈMES SONT-ELLES ÉQUIVALENTES ?

SYSTÈMES ALTERNATIFS EN RÉNOVATION

LES SYSTÈMES ET DÉBITS EN PRATIQUE SONT-ILS CONFORMES ?

LE SYSTÈME LUI-MÊME N'EST-IL PAS UNE SOURCE DE POLLUTION (MICROBIOLOGIQUE) ?



Disclaimer

Les notes de cours ne font pas partie des publications officielles de Buildwise et ne peuvent donc être utilisées comme référence.

La reproduction ou la traduction, même partielle, de ces notes n'est permise qu'avec l'autorisation de Buildwise.

LES PERFORMANCES DES SYSTÈMES SONT-ELLES ÉQUIVALENTES ?

LES SYSTÈMES ET DÉBITS EN PRATIQUE SONT-ILS CONFORMES ?

LE SYSTÈME LUI-MÊME N'EST-IL PAS UNE SOURCE DE POLLUTION (MICROBIOLOGIQUE) ?

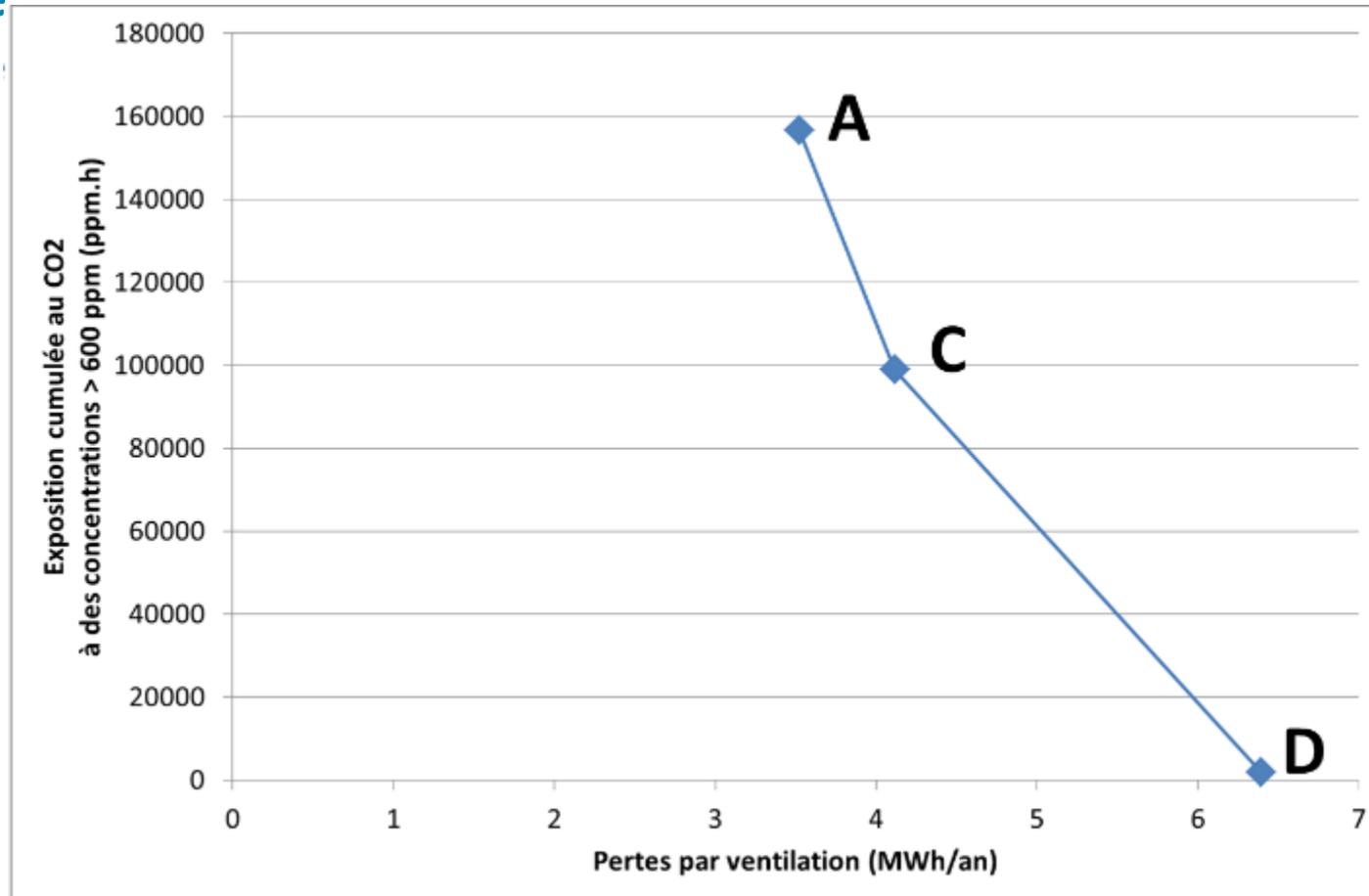


Les systèmes A, C et D dimensionnés selon la norme NBN D 50-001 ne sont pas équivalents

Mauvaise

Qualité de l'air

Bonne



Energie* (débit) →

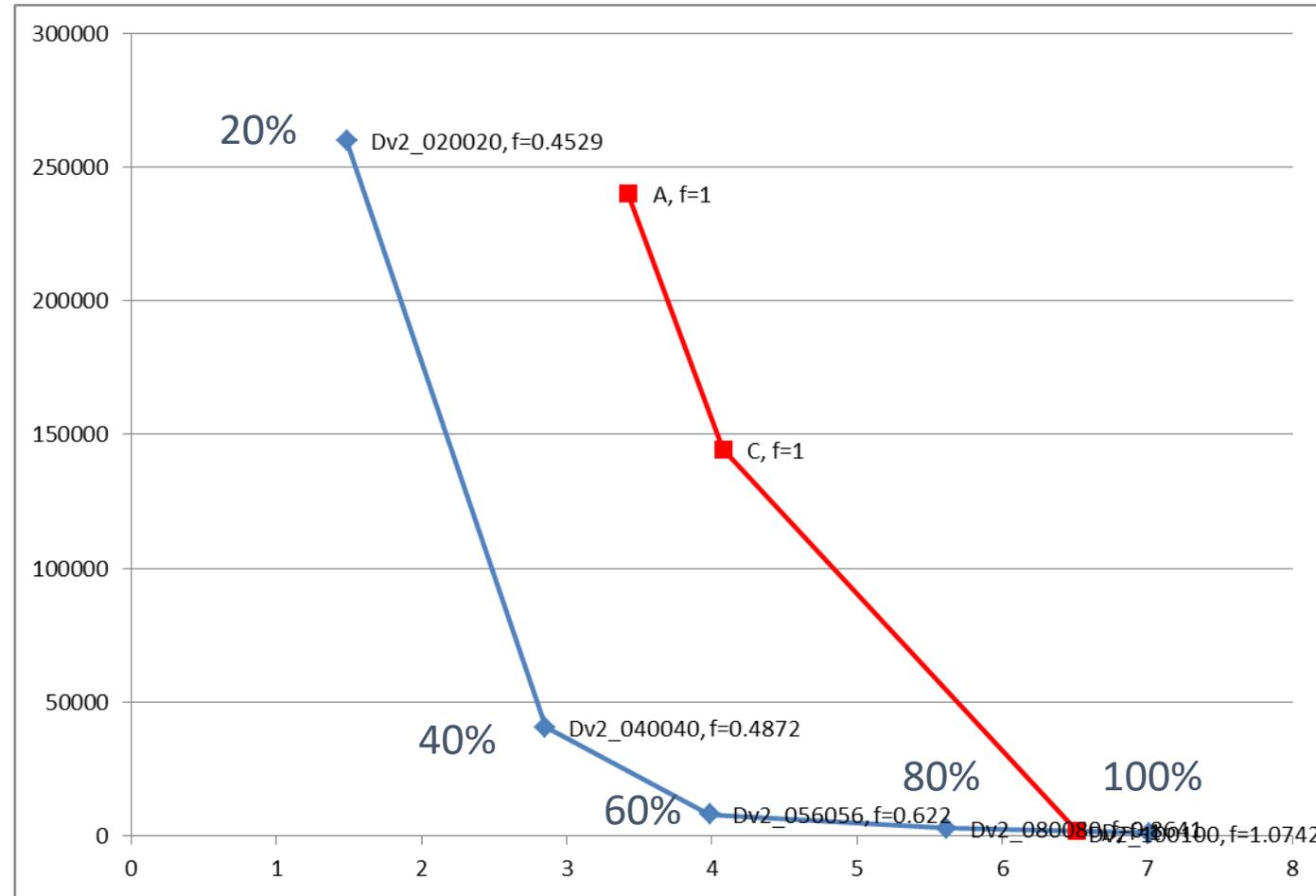
* Basée uniquement sur le débit d'air – ne prend pas en compte la recuperation de chaleur

Un système D à 40% du débit nominal fournit déjà une meilleure qualité de l'air que les systèmes A et C

Mauvaise

Qualité de l'air

Bonne



Energie* (débit) →

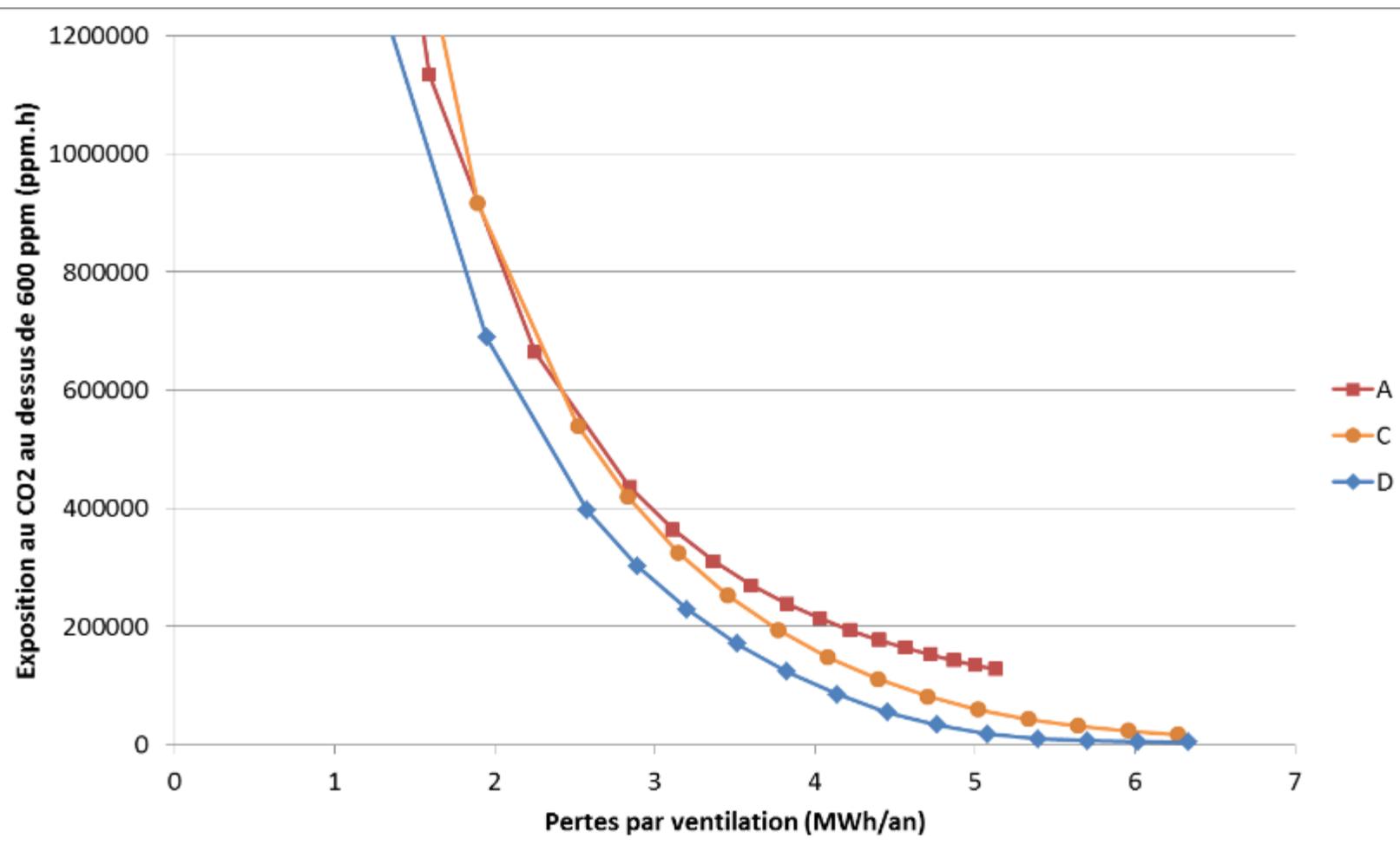
* Basée uniquement sur le débit d'air – ne prend pas en compte la recuperation de chaleur

Les performances des systèmes A et C peuvent être améliorées

Mauvaise

Qualité de l'air

Bonne



Energie* (débit) →

Les performances des systèmes A et C peuvent être améliorées

- Equilibre des débits de conception entre alimentation et évacuation
- Système A hybride
 - Ventilateurs intermittents qui fonctionnent lorsque nécessaire
- Système C
 - Extractions mécaniques supplémentaires dans les chambres
- Etc.

LES PERFORMANCES DES SYSTÈMES SONT-ELLES ÉQUIVALENTES ?

SYSTEMES ALTERNATIFS EN RENOVATON

LES SYSTÈMES ET DÉBITS EN PRATIQUE SONT-ILS CONFORMES ?

LE SYSTÈME LUI-MÊME N'EST-IL PAS UNE SOURCE DE POLLUTION (MICROBIOLOGIQUE) ?



Alternatives aux systèmes A, B, C, D en rénovation

- Réglementation PEB → systèmes A,B, C ou D obligatoire en bâtiments neuf
- D'autres systèmes ont été imaginés avec une bonne qualité de l'air
- Pas nécessairement tous conformes à la norme NBN D 50-001 (et à la PEB)
→ Certains applicables seulement lorsqu'il n'y a pas d'exigences PEB (i.e. rénovations)

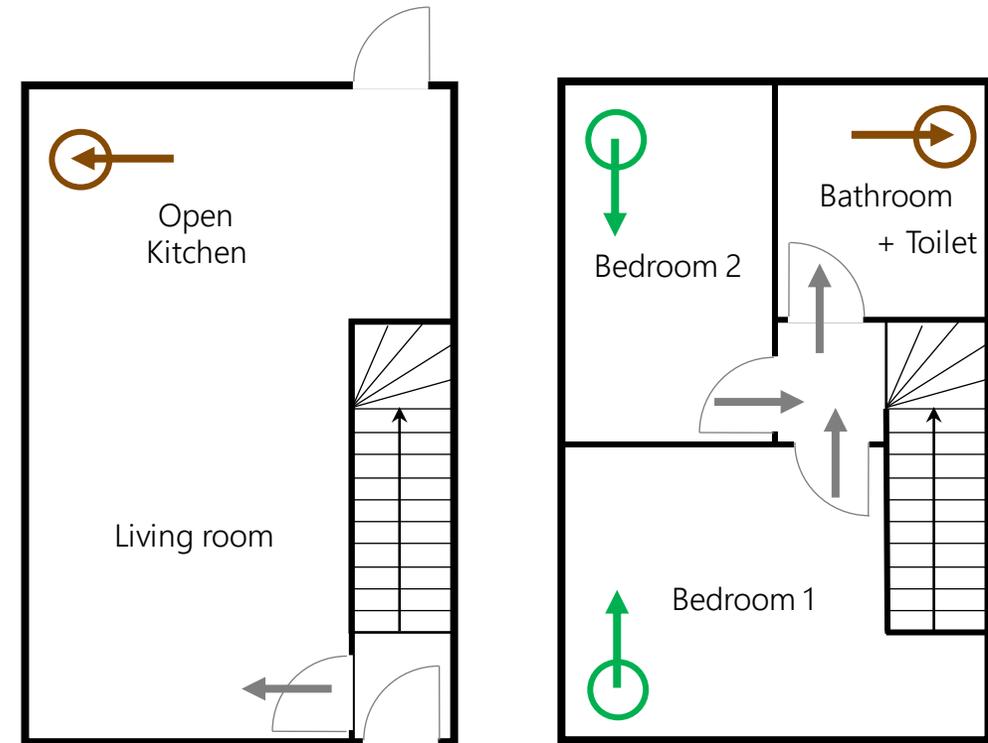
- Quelques systèmes étudiés:
 - D Cascade
 - C Hall
 - C zonal avec OAR motorisée
 - C Cascade

Non prévu dans
NBN D 50-001

D cascade: principe

- Alimentation mécanique:
 - Chambres
- Transfert libre:
 - Vers couloirs
 - Vers séjour
 - Vers espaces de service
- Extraction mécanique:
 - Espaces de service
- **Pas d'alimentation séjour**

Débit	D cascade	C/D classique
Total	125 m ³ /h	150 m ³ /h

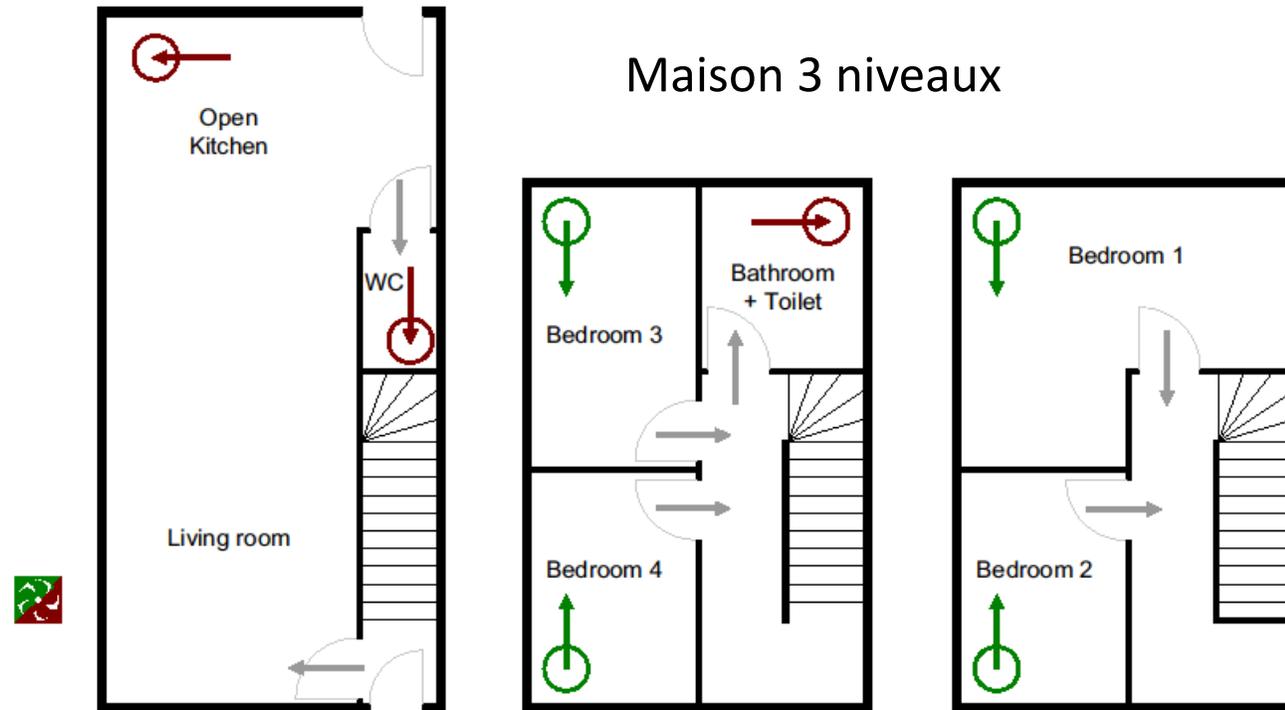


Maison 2 niveaux

D cascade: caractéristiques

- Principe de base
 - Système D sans alimentation dans le séjour
 - L'air provenant des chambres est utilisé pour ventiler le séjour (a priori, chambres et séjour pas occupés à 100% en même temps)
- Avantages:
 - Plus facile à installer (pas d'alimentation séjour, moins de conduits)
 - Débit réduit (- de perte d'énergie, groupe plus petit)
 - Qualité de l'air intérieur (QAI) très bonne
- Applicabilité:
 - Cuisine ouverte ou assimilée (débit traversant le séjour)

D cascade: ex. grand logement

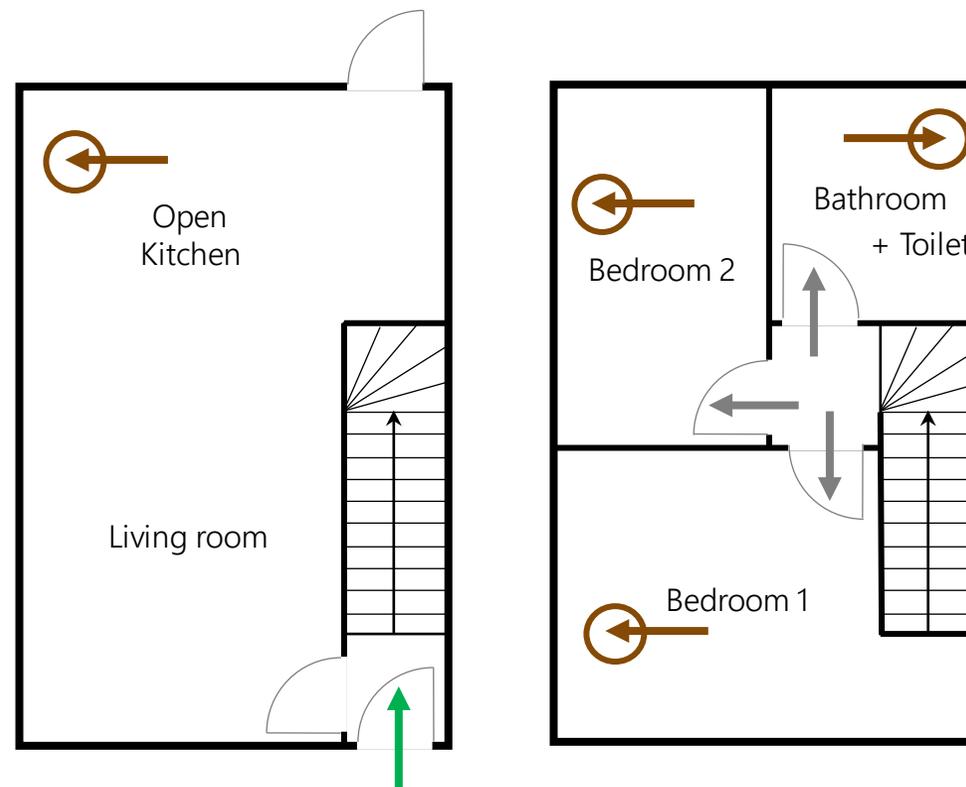


Débit	D cascade	C/D classique
Total	150 m ³ /h	250 m ³ /h

C hall: principe

- Alimentation naturelle:
 - Couloir / hall
- Transfert libre:
 - Vers chambres
 - Vers séjour
 - Vers espaces de service
- Extraction mécanique:
 - Espaces de service
 - Chambres
- Pas d'alimentation chambres

Non prévu dans
NBN D 50-001



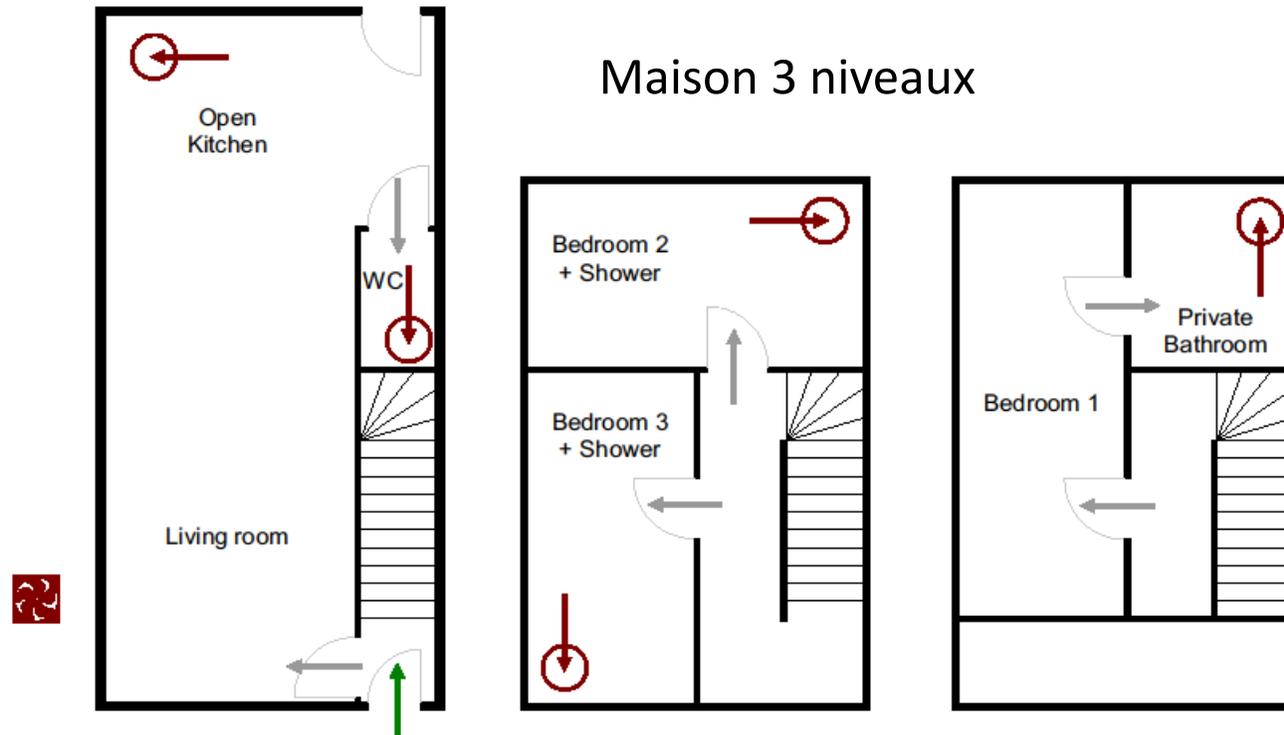
Maison 2 niveaux

Débit	C hall	C/D classique
Total	200 m ³ /h	150 m ³ /h

C hall: caractéristiques

- Principe de base
 - « simple-flux » avec des extractions dans toutes les pièces
 - Alimentation en air extérieur uniquement dans les halls ou couloirs
- Avantages:
 - Bonne QAI, peu importe l'étanchéité à l'air
 - Confort thermique et acoustique dans les locaux d'occupation (pas de contact direct avec l'extérieur)
 - Moins de grilles à installer
 - Peut être totalement centralisé, décentralisé, ou mixte
- Applicabilité:
 - Cuisine ouverte ou assimilée (débit traversant le séjour)
 - Nécessité d'une extraction dans chaque chambre → conduits
 - Nécessairement avec des capteurs (ventilation à la demande) pour être compétitif énergétiquement

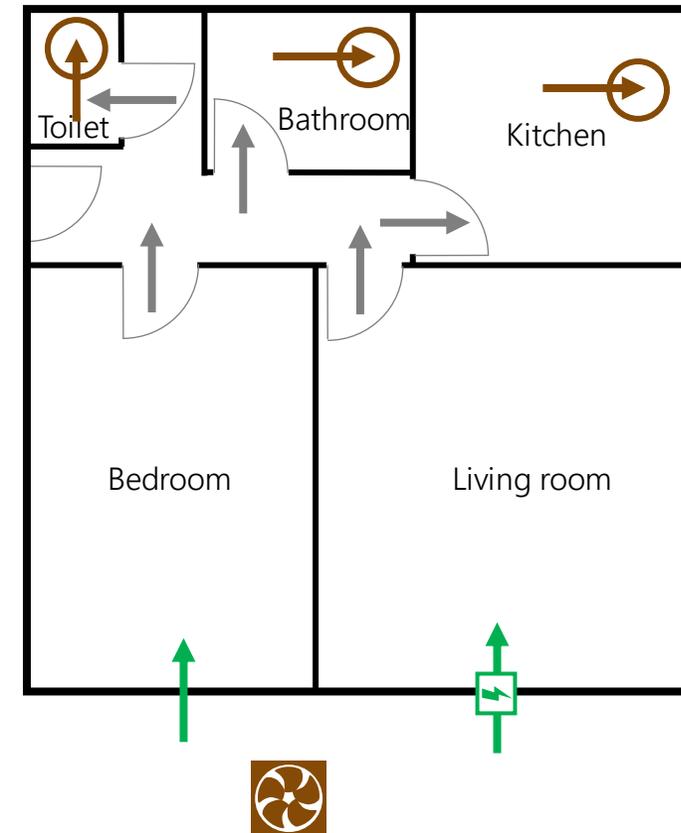
C hall: ex. grand logement



Débit	C hall	C/D classique
Total	250 m ³ /h	250 m ³ /h

C zonal: principe

- Alimentation naturelle:
 - Séjour
 - Toujours motorisée
 - Chambres
 - Motorisée ou pas
- Transfert libre:
 - Vers séjour
 - Vers espaces de service
- Extraction mécanique:
 - Espaces de service

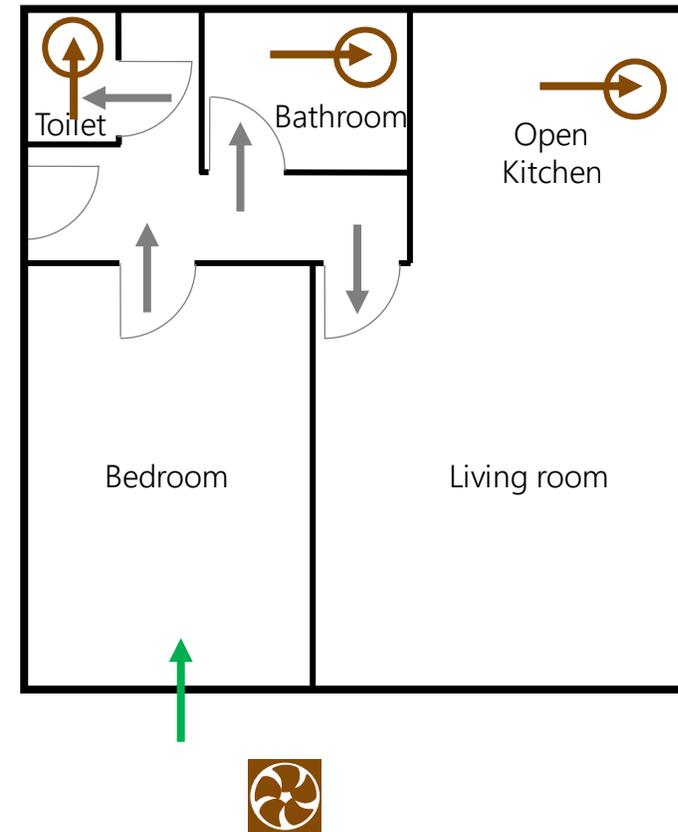


C zonal: caractéristiques

- Principe de base
 - Système C, avec une ou plusieurs OAR motorisées régulées sur base du CO2
- Avantages:
 - Meilleure QAI que système C normal
 - Bonne performance énergétique
 - Permet aussi de bien réguler les espaces secs
- Applicabilité:
 - Sensible à l'étanchéité (ok à bonne étanchéité, KO sinon)

C cascade: principe

- Alimentation naturelle:
 - Chambres
- Transfert libre:
 - Vers couloirs
 - Vers séjour
 - Vers espaces de service
- Extraction mécanique:
 - Espaces de service
- **Pas d'alimentation séjour**

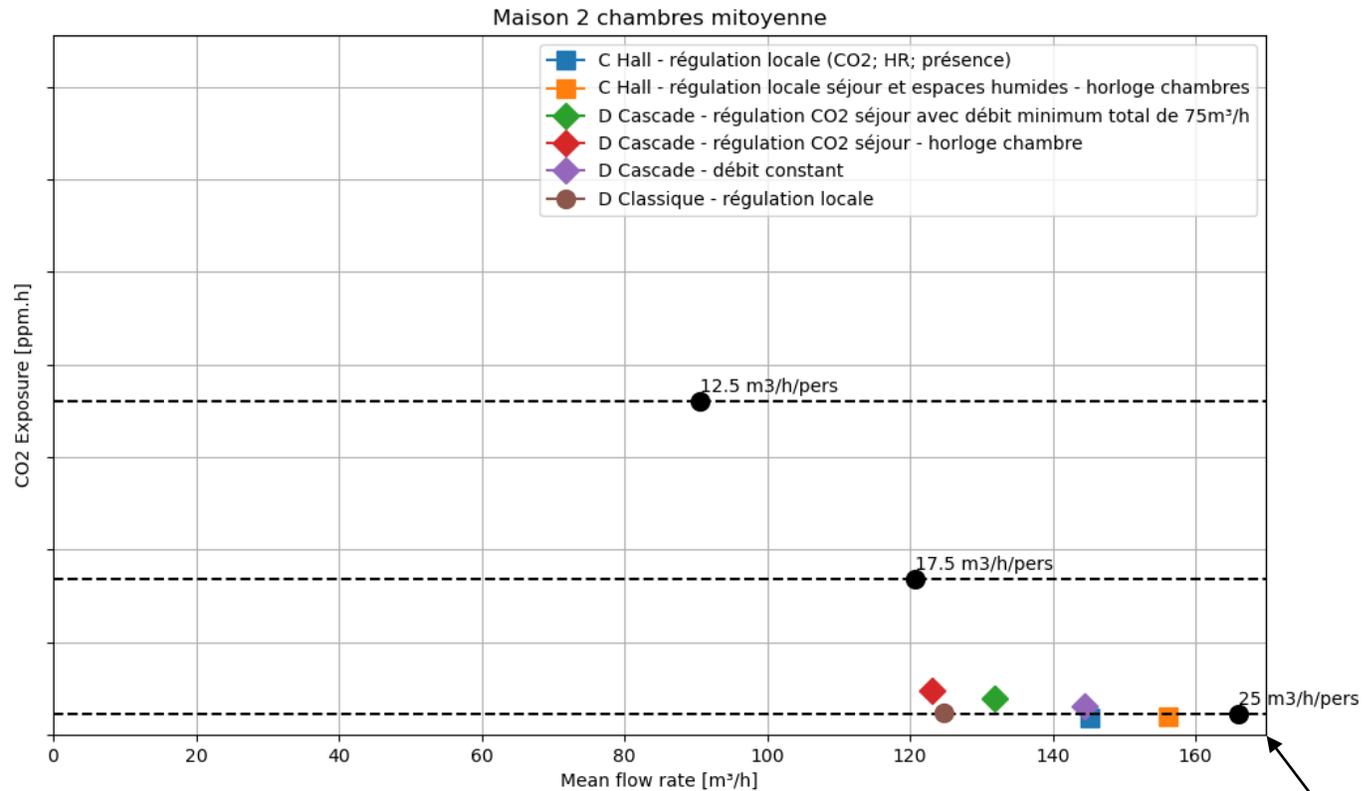


C cascade: caractéristiques

- Principe de base:
 - Système C sans alimentation dans le séjour (→ recyclage depuis les chambres, comme pour le D cascade)
- QAI
 - Bonne (sous conditions)
- Energie
 - Débit de conception réduit (sans ventilation à la demande)
 - Débit réduit avec régulation locale (avec ventilation à la demande)
- Etanchéité à l'air
 - **Sensible à une mauvaise étanchéité**

Résultat de simulation D cascade et C hall pour un logement moyen

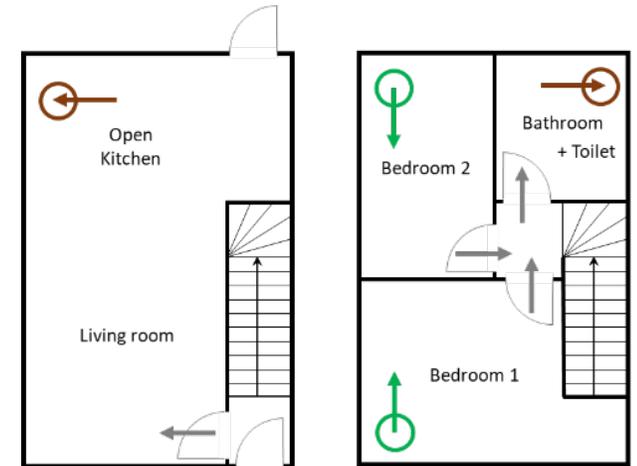
Mauvaise QAI



Bonne QAI

Débit moyen (= pertes due à la ventilation)

D Classique



Systemes alternatifs - conclusions

- Il existe des systemes alternatifs à la norme, permettant d'avoir une bonne qualité de l'air
- Ces systemes ne sont souvent pas conformes à la réglementation PEB, et ne sont donc pas utilisables lorsque la réglementation s'applique
- Ils sont par contre applicables ailleurs

LES PERFORMANCES DES SYSTÈMES SONT-ELLES ÉQUIVALENTES ?

SYSTEMES ALTERNATIFS EN RENOVATION

LES SYSTÈMES ET DÉBITS EN PRATIQUE SONT-ILS CONFORMES ?

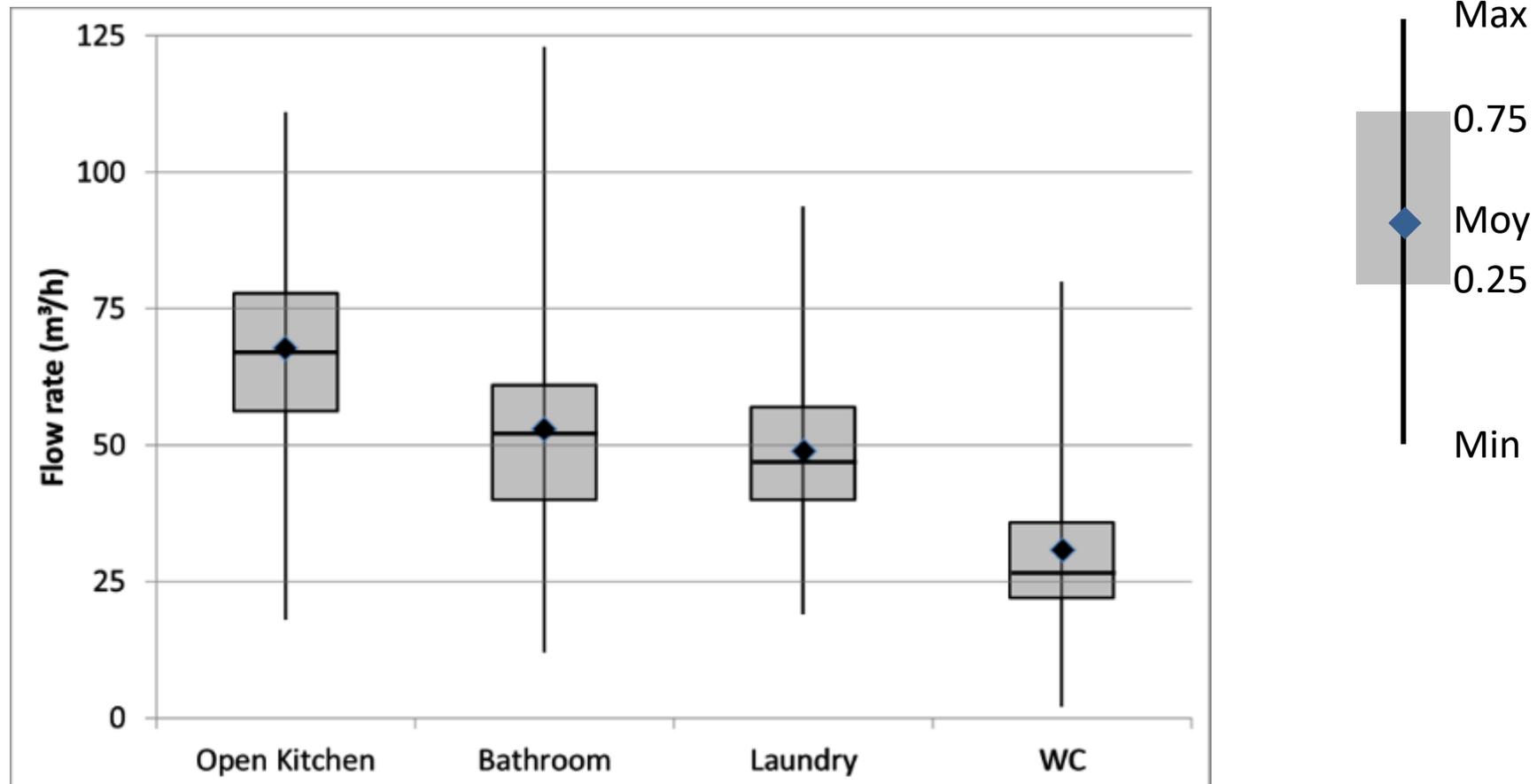
LE SYSTÈME LUI-MÊME N'EST-IL PAS UNE SOURCE DE POLLUTION (MICROBIOLOGIQUE) ?



Les débits mesurés in situ (système C et D) sont souvent inférieurs aux débits minimum exigés (PEB)



En regardant de plus près, la majorité des débits sont (presque) bons et quelques uns sont tout à fait insuffisants



LES PERFORMANCES DES SYSTÈMES SONT-ELLES ÉQUIVALENTES ?

SYSTEMES ALTERNATIFS EN RENOVATION

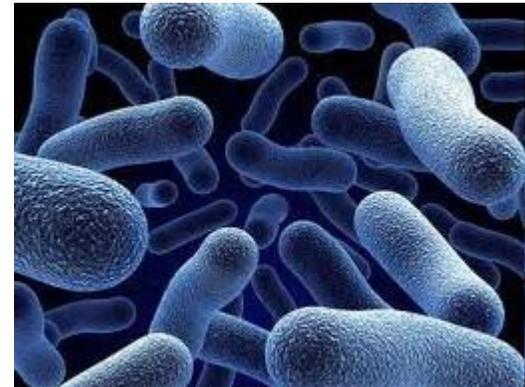
LES SYSTÈMES ET DÉBITS EN PRATIQUE SONT-ILS CONFORMES ?

LE SYSTÈME LUI-MÊME N'EST-IL PAS UNE SOURCE DE POLLUTION (MICROBIOLOGIQUE) ?



Moisissures et bactéries?

- Sources de moisissures
 - Principalement à l'extérieur (sol, végétation,...)
 - Normalement pas dans les bâtiments
- Sources de bactéries
 - Surtout intérieur: occupants, animaux, résidus alimentaires,...
- Grandes variations des sources extérieures
 - Environnement, saison, etc.
- Principale condition de développement microbiologique
 - Présence d'humidité > 70-80%



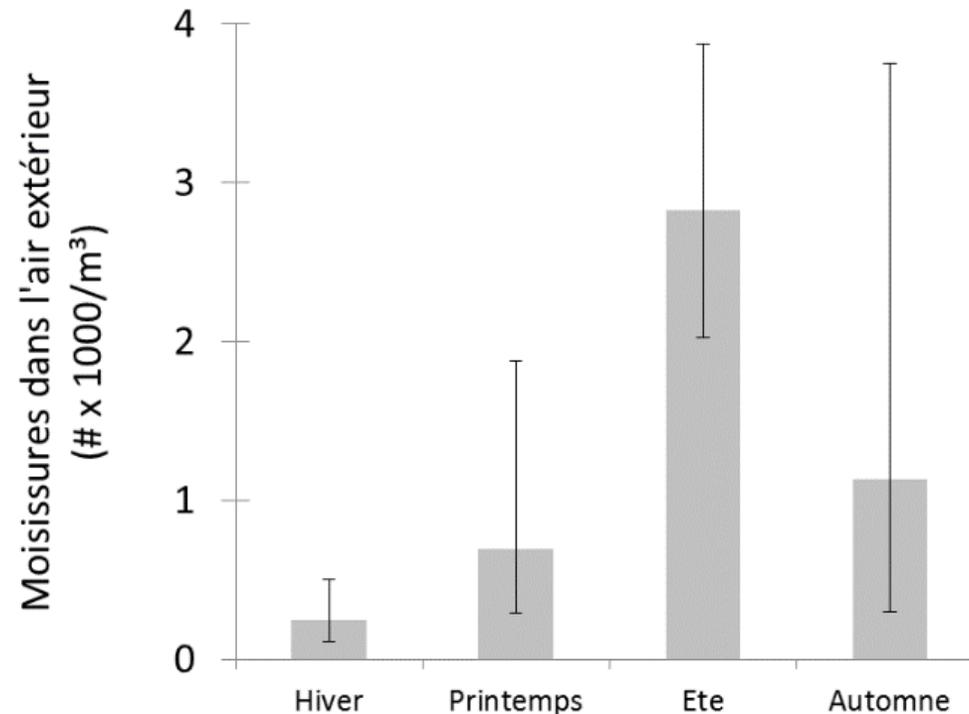
Systemes C et D: analyses microbiologiques in situ

- Méthode
 - Analyse des moisissures et bactéries
 - Echantillons d'air
 - Air fourni
 - Toujours à comparer à l'air extérieur



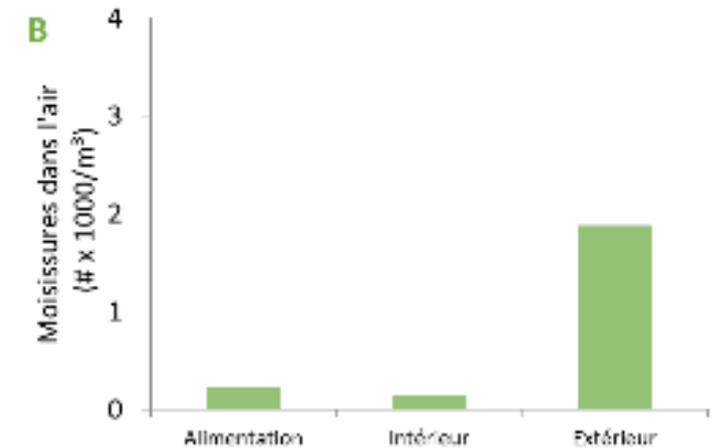
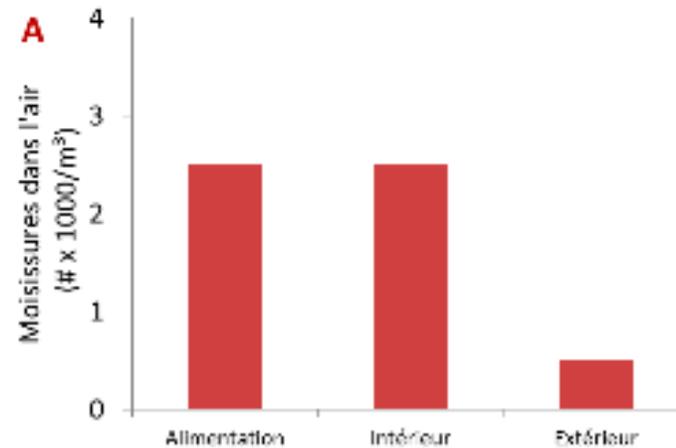
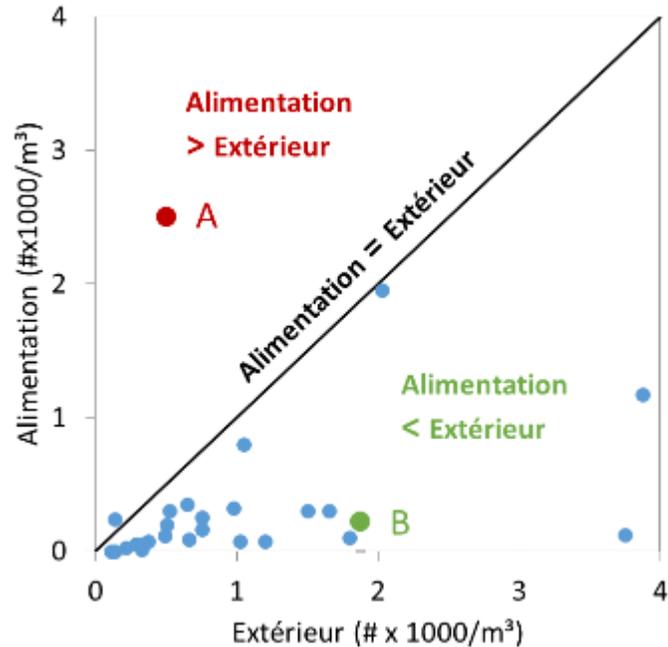
Projet OPTIVENT (IWT/VLAIO, Flandre)

Les moisissures dans l'air extérieur varient fortement en fonction des saisons



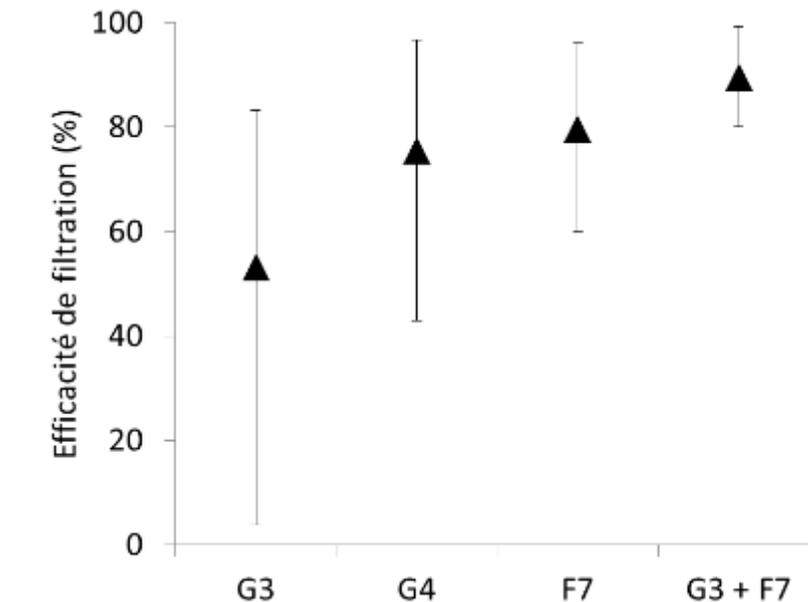
- Importance de la méthodologie: toujours comparer avec l'extérieur!

Systeme D: le nombre de moisissures dans l'air d'alimentation est généralement beaucoup plus faible que dans l'air extérieur



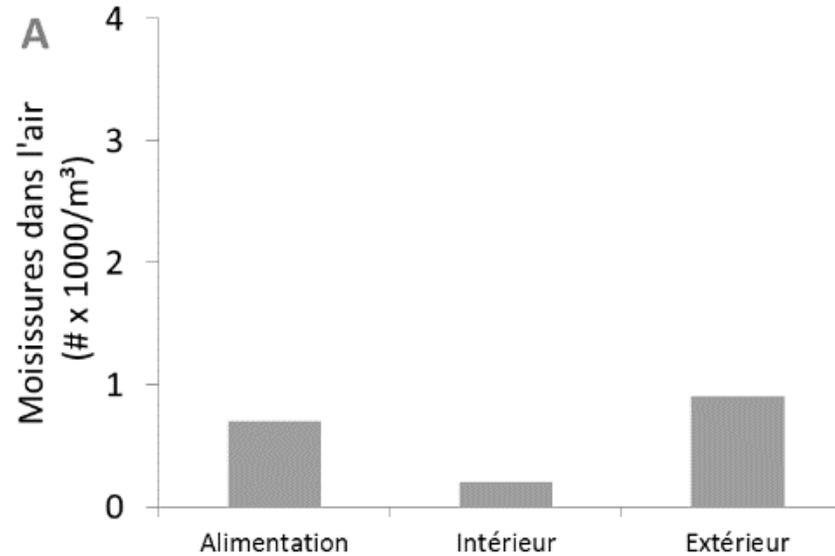
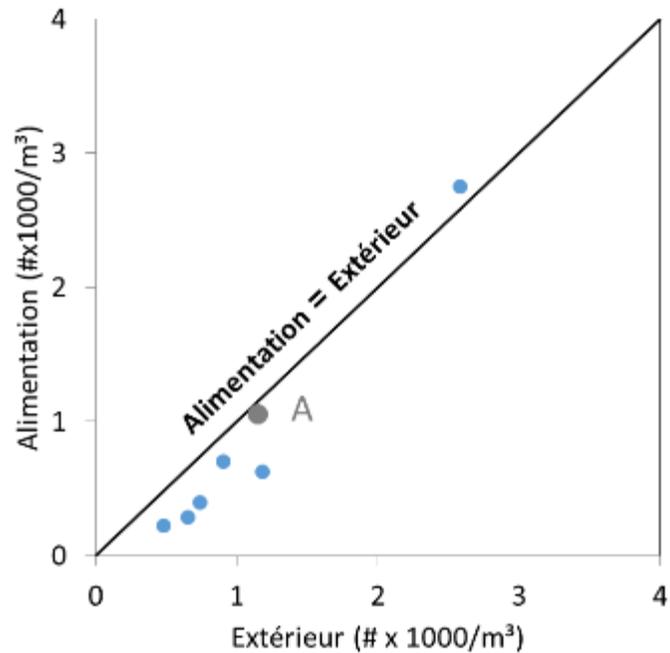
- Pour la majorité des cas
 - Pas de sources dans le système lui-même
 - Plutôt une diminution grâce aux filtres

Systemes D: les moisissures sont retenues par les filtres, avec une efficacité légèrement variable en fonction du type de filtre



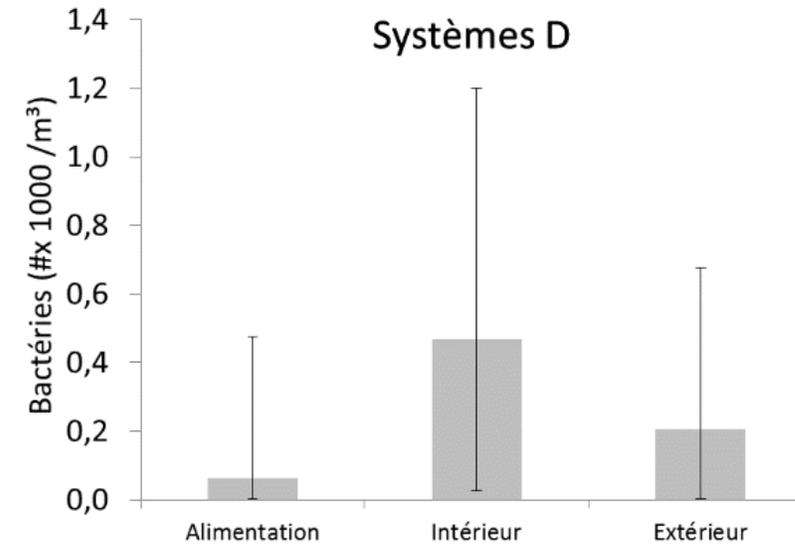
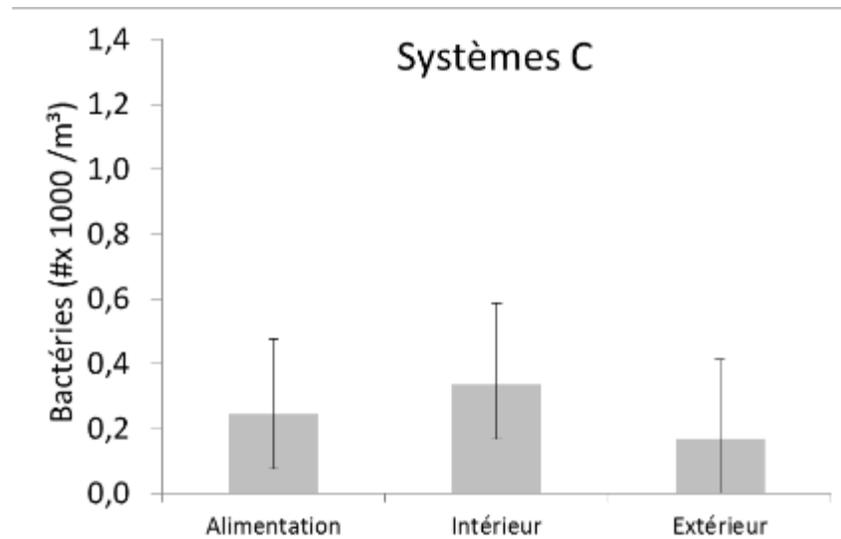
- Un filtre de classe G4 retient déjà une grande partie des moisissures
- Meilleure efficacité: combinaison préfiltre G3 + filtre fin F7

Systeme C: le nombre de moisissures dans l'air d'alimentation est généralement très proche de l'air extérieur



- Pour la majorité des cas
 - Peu/pas de diminution dans l'air fourni (contrairement au système D)
 - Systèmes C: pas de filtres!

Bactéries (système C et D): les sources de bactéries sont principalement à l'intérieur du bâtiment



- Intérieur > extérieur
 - Sources de bactéries = personnes, animaux, environnement intérieur
- Système D: Alimentation << extérieur
 - Egalement diminution grâce aux filtres (associations de particules + interactions électrostatiques)

Exception 1 (système D): moisissures et odeurs dans une installation avec des manquements majeurs (rénovation)

- Conduits placés dans une ancienne toiture
 - Nombreux débris, probablement humides: isolants, végétaux,...
 - Conduits fortement encrassés



Exception 1 (système D): moisissures et odeurs dans une installation avec des manquements majeurs (rénovation)

- Distance trop courte entre prise d'air et rejet d'air
 - Recirculation d'air vicié plus que certaine



Exception 1 (système D): moisissures et odeurs dans une installation avec des manquements majeurs (rénovation)

- Clapets de réglage inaccessibles
 - Rendant le nettoyage des conduits impossible



Exception 2 (système D): un filtre trop ancien peut être source de micro-organismes

- Bactéries légèrement plus élevées dans l'air d'alimentation
- Filtres jamais remplacés ni nettoyés après 3 ans d'utilisation
 - Développement de bactéries dans le filtre?
 - Relargage de bactéries accumulées?

Exception 3 (système D): un chantier peut être une source importante de micro-organisme

- Analyse in situ d'une maison en cours de construction
 - Nombre important de moisissures dans l'air intérieur et dans l'air d'alimentation
- Nouvelle analyse après la fin des travaux
 - Nombre de moisissures dans l'air d'alimentation est faible



Résumé des analyses microbiologiques in situ

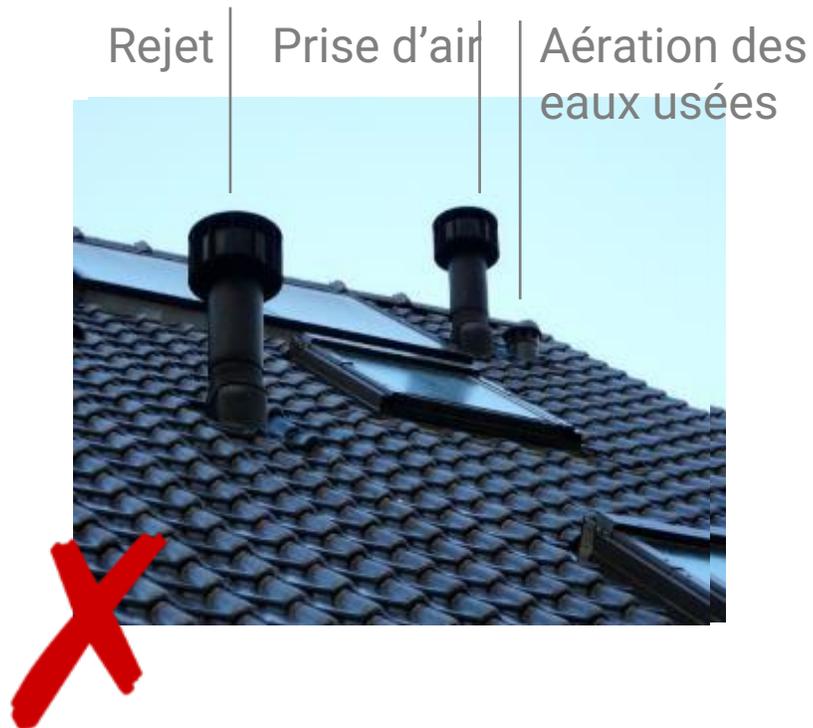
- Sources de moisissures
 - Air extérieur
 - Influence saisonnière
- Sources de bactéries
 - Principalement intérieur
- Système D
 - **Filtres**: diminution du nombre de moisissures et bactéries
 - Mais **exceptions!** → conception, entretien
- Système C
 - Pas de filtre: air d'alimentation = air extérieur

Et si pas de ventilation? L'humidité produite dans le bâtiment n'est plus suffisamment évacuée

- Risque d'humidité élevée > 70-80%
 - Ponts thermiques
 - Parois froides cachées
- Risque de développement de moisissures
 - Dégradation du bâtiment
 - **Risques pour la santé!**



L'emplacement de la prise d'air est important pour éviter la recirculation d'air pollué



Quels rejets d'air peuvent mener à une recirculation d'air pollué?

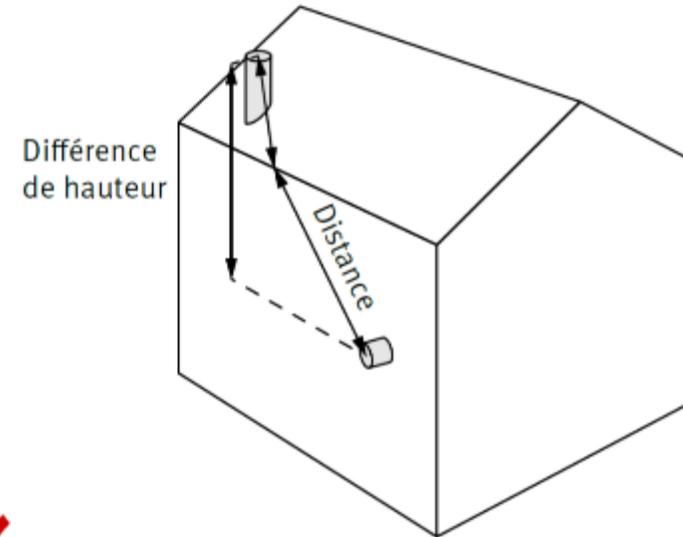
- Types de rejets
 - Sorties de ventilation
 - Rejets de hotte, de séchoir, etc.
 - Evacuations des appareils de combustion
 - Aération des eaux usées
 - Etc.

- Sur quels bâtiments?
 - Même bâtiment
 - ET bâtiments voisins

La distance suffisante entre la prise d'air et les rejets d'air peut être calculée avec des formules

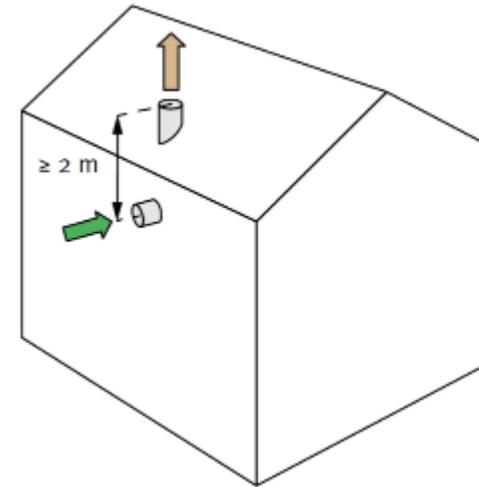
- Calcul détaillé
 - Selon NBN EN 13779, annexe A.2.4
 - Formules pour différents cas typiques

- Exemple
 - En toiture à la même hauteur
 - $l \text{ (m)} > 0.308 * \sqrt{q \text{ (l/s)}}$
 - $450 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow \text{min } 3.5 \text{ m}...$



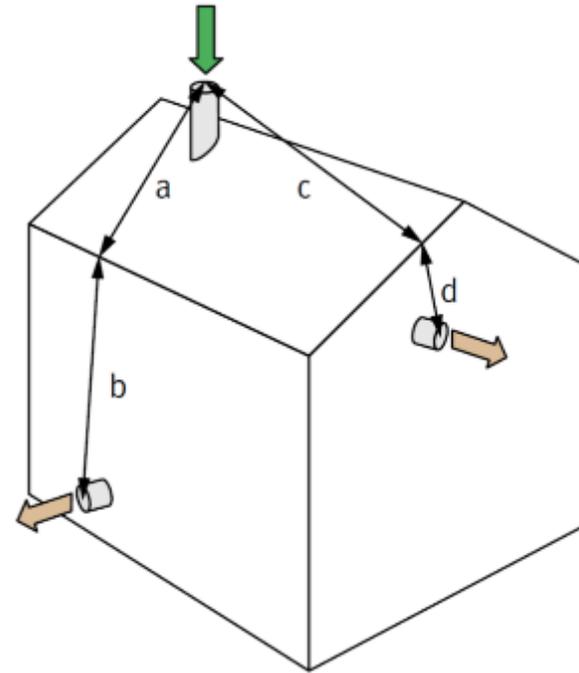
Pour les rejets de ventilation et de chaudière au gaz, une différence de hauteur de 2 m est généralement suffisante

- Règle simplifiée
 - 2 m plus bas que tous les autres rejets (ventilation, hotte, chauffage gaz)
 - Sur une autre paroi si possible
- Exemples pratiques
 - Prise d'air dans une façade et rejets en toiture



Pour les rejets de chauffage au mazout et au bois, il faut prévoir une distance plus grande

- Règle simplifiée
 - Distance de min. 10 m
 - Et sur une autre paroi
- Ou calcul détaillé (voir ci-dessus)



Placer les prises d'air suffisamment loin des sources de pollution et veiller à une protection contre la pluie

- Loin des sources de pollution
 - Animaux, sol : min 0.7 m du sol
 - Parking, local poubelles, végétation, etc.
 - Traffic: choix d'une autre façade si possible
- Protection contre la pluie
 - Chapeau de protection
 - Vitesse d'air max 2 m/s (mais difficile...)



La prise d'air est pourvue d'un treillis grossier

- Treillis grossier: mailles 10 mm
 - Gros débris: feuilles, etc.
 - Empêche accès petits animaux
- Treillis fin?
 - Plutôt à éviter!
 - Encrassement très rapide
 - Perte de charge très élevée
 - car surface beaucoup plus faible qu'un filtre...



Pourquoi filtrer avec le système D?

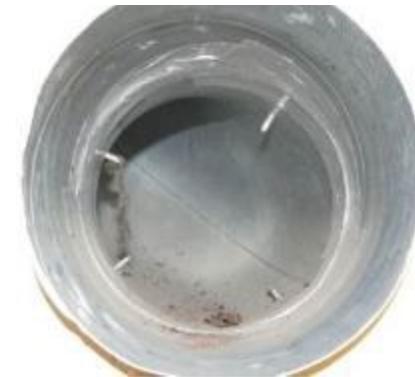
- Priorité = **protection** du système
 - Min. classe G4 (classes selon EN 779)
 - Qualité et étanchéité du filtre: plus important que la classe!
- Bonus = **améliorer** la qualité de l'air neuf
 - But: filtrer les particules extérieures
 - PM₁₀, PM_{2.5}, pollen, moisissures, etc.
 - Seulement possible avec systèmes B et D
 - Pour atteindre cet objectif, l'enveloppe du bâtiment doit aussi être bien étanche à l'air...

Le filtre et le caisson de filtre doivent être suffisamment étanches

- Eviter les filtres “chaussette”
- Choisir une unité bien construite pour éviter les fuites par “by-pass”



Filtre dans le mauvais sens



Mauvais filtre
→ conduits
encrassés!

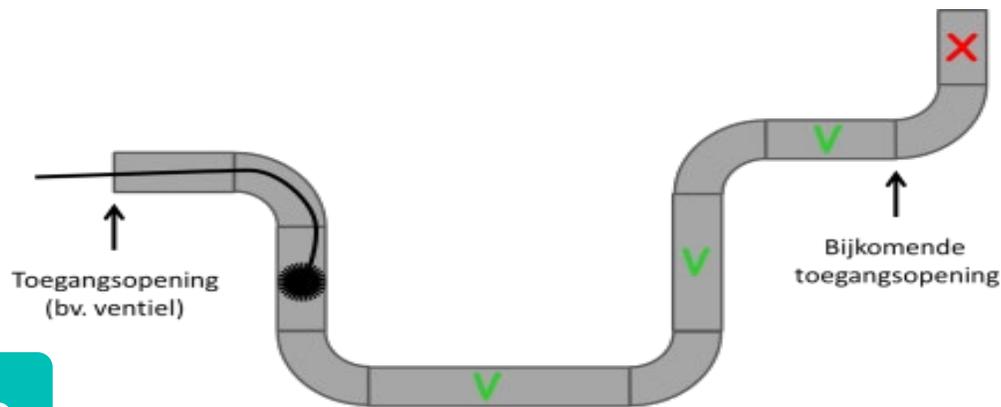
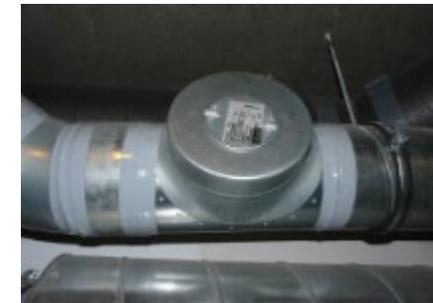
Un filtre fin, de préférence avec un préfiltre, peut améliorer la qualité de l'air

- Idem: attention à l'étanchéité du filtre!
- Classe filtre
 - Classe F7
 - Et préfiltration G3 ou G4
- Exemples
 - Caisson supplémentaire F7 après le groupe
 - Certains groupes sont couçus avec 2 filtres
 - Préfiltre G3 en conduit
 - Préfiltre G3 déposé directement sur le filtre dans le groupe



Pour un entretien correct, une accessibilité est nécessaire

- Réseau de conduit accessible
 - Via ouvertures d'accès :
 - Grille ou bouche
 - Ouverture ou partie démontable
 - Entre 2 accès :
 - Maximum 1 obstacle (clapet, filtre,...)
 - Conduits rigides : max 4 coudes 45 – 90°



Limiter l'encrassement pendant le chantier

- Protéger tous les composants
 - Pendant le stockage ET le transport
 - Pendant le montage et les travaux en cours
- Ne pas utiliser le système pour sécher le bâtiment

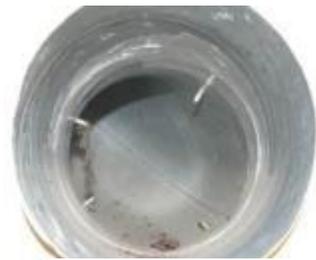


Exemples d'encrassements de conduits

Conduits **Alimentation**

Conduits **Evacuation**

6 ans



horizontal



vertical...



9 ans



16 ans



Fréquence d'inspection des différents composants des systèmes de ventilation et fréquence indicative de nettoyage et de remplacement.

Composants du système de ventilation	Types de systèmes				Fréquence d'inspection	Fréquence indicative de nettoyage	Fréquence indicative de remplacement
	A	B	C	D			
Ouvertures d'alimentation naturelle	X		X		tous les 3 mois	tous les ans	
Prises d'air		X		X	tous les 3 mois	tous les ans	
Filtres		(X)	(X)	X	tous les mois	tous les 3 mois	tous les ans
Echangeur de chaleur				X	tous les ans	tous les 3 ans	
Ventilateurs :							
• protégés par un filtre		(X)	(X)	X	tous les ans	tous les 3 ans	
• non protégés		X	X		tous les ans	tous les ans	
Conduits :							
• rigides		X	X	X	tous les 3 ans	tous les 9 ans	
• flexibles		(X)	(X)	(X)	tous les 3 ans	– (*)	tous les 9 ans (*)
Bouches de ventilation		X	X	X	tous les 3 mois	tous les ans	
Ouvertures d'évacuation naturelle	X		X		tous les 3 mois	tous les ans	
Conduits d'évacuation naturelle	X		X		tous les 3 ans	tous les 9 ans	
<p>X : d'application pour ce système. (X) : d'application si ce système en est pourvu. (*) Les conduits flexibles étant en général difficiles à nettoyer, il convient de les remplacer.</p>							

Pour un entretien correct, une accessibilité est nécessaire

- Groupe de ventilation et conduits accessibles
- OAR et OER nettoyable sans outils
- Bouches nettoyables sans outils
 - Position de réglage bloquée et marquée
- Conduits flexibles accessibles (pour remplacement)
- Filtres remplaçables sans outils



Principe du nettoyage des conduits

Décrochage des poussières

- Brosse rotative via une ouverture (bouche/diffuseur)

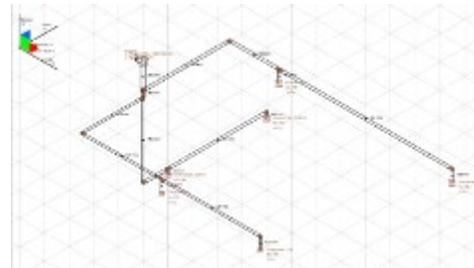
Aspiration des poussières

- Toutes les autres ouvertures sont scellées
- Système d'aspiration + filtration spécifique





- ▶ Les systèmes de base A, C et D ne sont pas équivalents
- ▶ Conception, mise en service et entretien sont les clés pour
 - Atteindre les débits
 - Eviter le risque de pollution dans le système lui-même





Sites internet

- ▶ SPF économie - STS Ventilation

http://economie.fgov.be/fr/modules/publications/sts/sts_73_1.jsp

- ▶ Réglementation PEB

Bruxelles <http://www.environnement.brussels/thematiques/batiment/la-performance-energetique-des-batiments-peb>

- ▶ Buildwise

Vidéo ventilation

<https://www.youtube.com/watch?v=W4NEJ4pxOiQ>



Publications

- ▶ Qualité de l'air et logement ancien

<https://www.buildwise.be/fr/publications/articles-buildwise/2011-02.14/>





Guide bâtiment durable

www.guidebatimentdurable.brussels

- ▶ [Dossier | Concevoir un système de ventilation énergétiquement efficace](#)
[Dispositif | Filtres](#)
[Dispositif | Conduits](#)





Publications

- ▶ Mesure de débits

<https://www.buildwise.be/fr/publications/articles-buildwise/2012-03.12/>

- ▶ Entretien

<https://www.buildwise.be/fr/publications/articles-buildwise/2014-02.11/>

- ▶ Rénovation

<https://www.buildwise.be/fr/publications/articles-buildwise/2016-01.12/>



Sébastien PECCEU

Buildwise

 02/655 77 97 sebastien.pecceu@buildwise.be

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

