

FORMATION BÂTIMENT DURABLE

VENTILATION : CONCEPTION ET RÉGULATION

PRINTEMPS 2022

Améliorer et garantir la qualité de l'air

Sébastien PECCEU
CSTC/WTCB





- ▶ 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 ?
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 du CSTC 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 du CSTC.

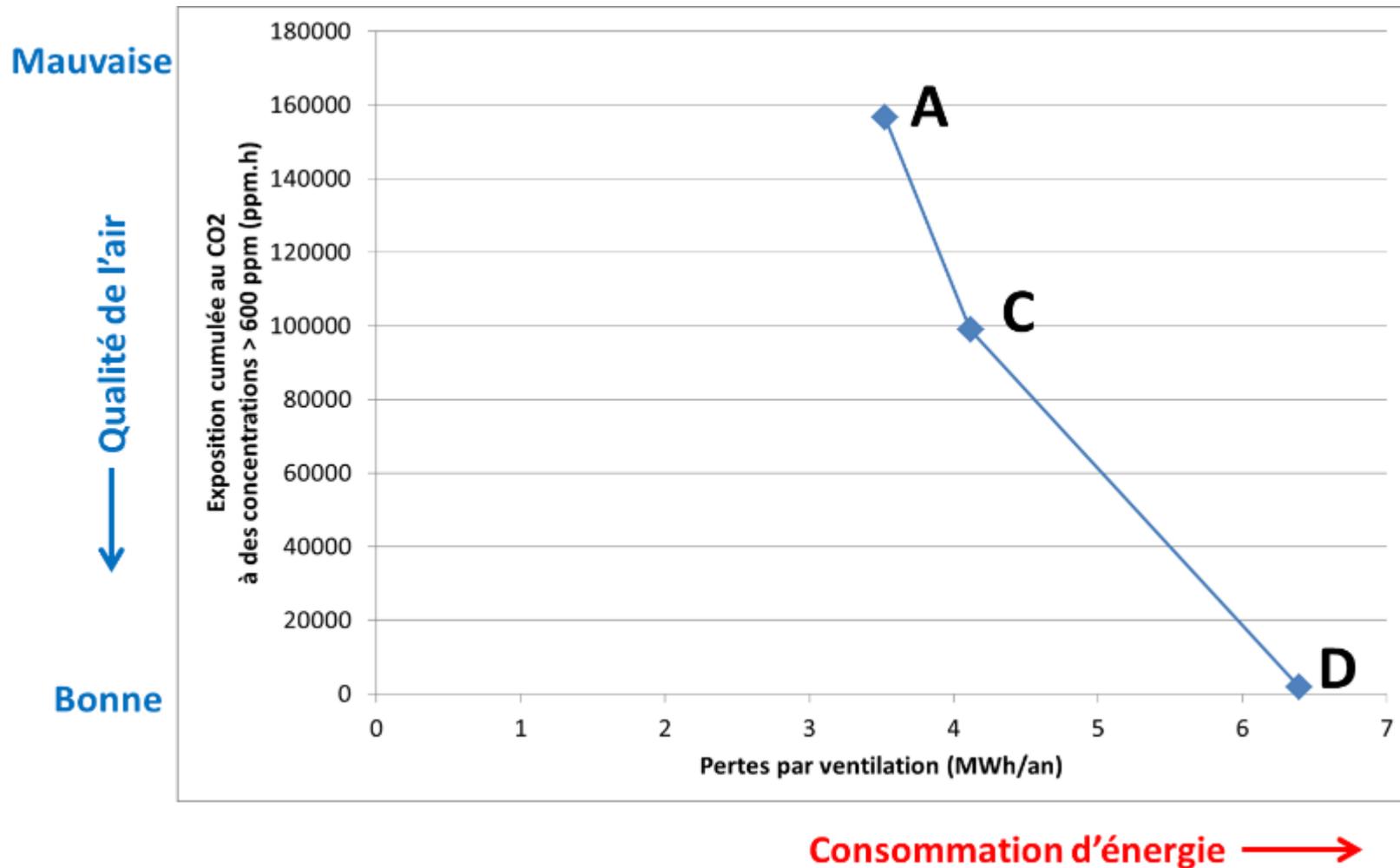
LES PERFORMANCES DES SYSTÈMES SONT-ELLES ÉQUIVALENTES ?

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

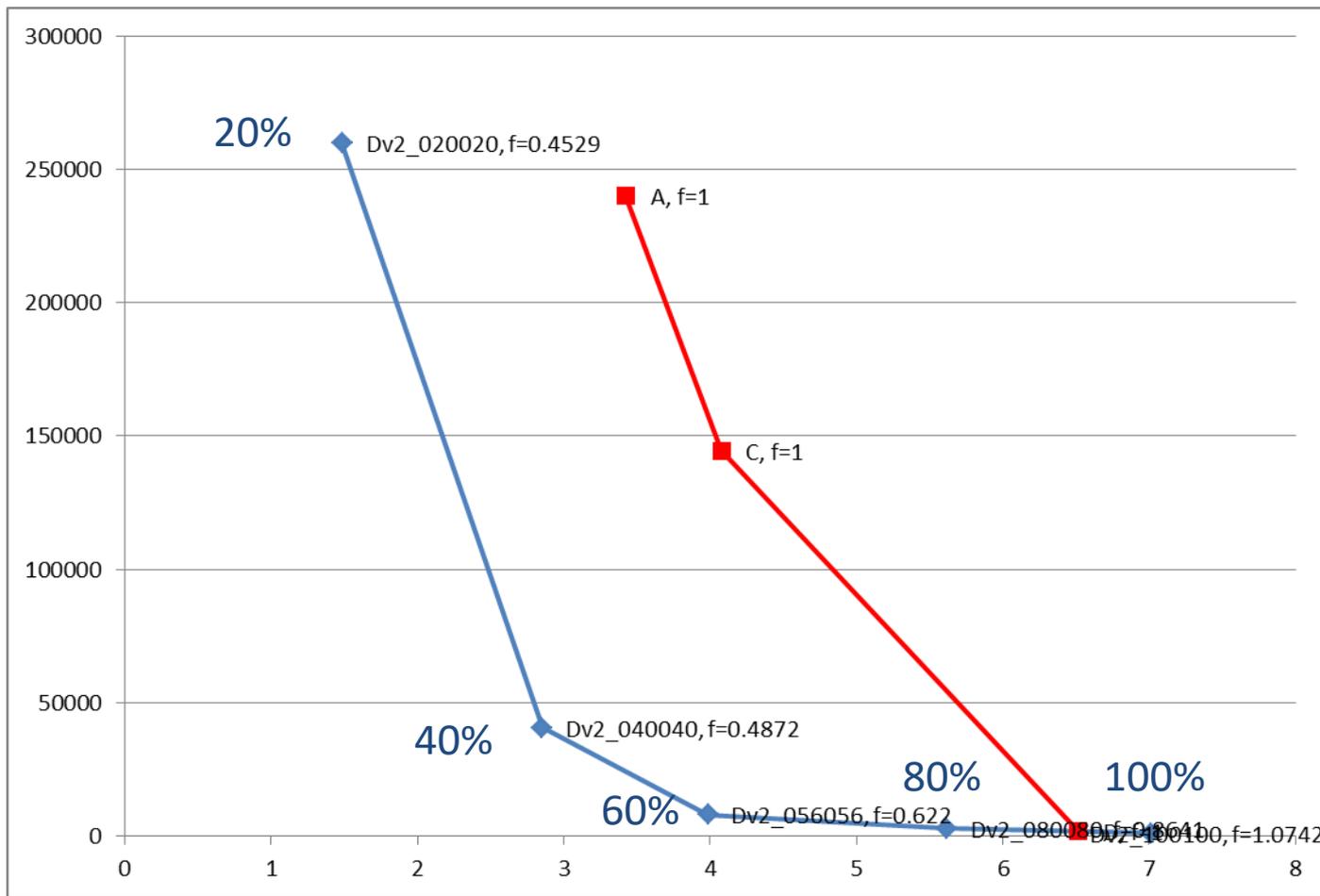


Un système D à 40% du débit nominal fournit déjà une meilleure qualité de l'air que les systèmes A et C

Mauvaise

Qualité de l'air

Bonne



Energie (débit) →

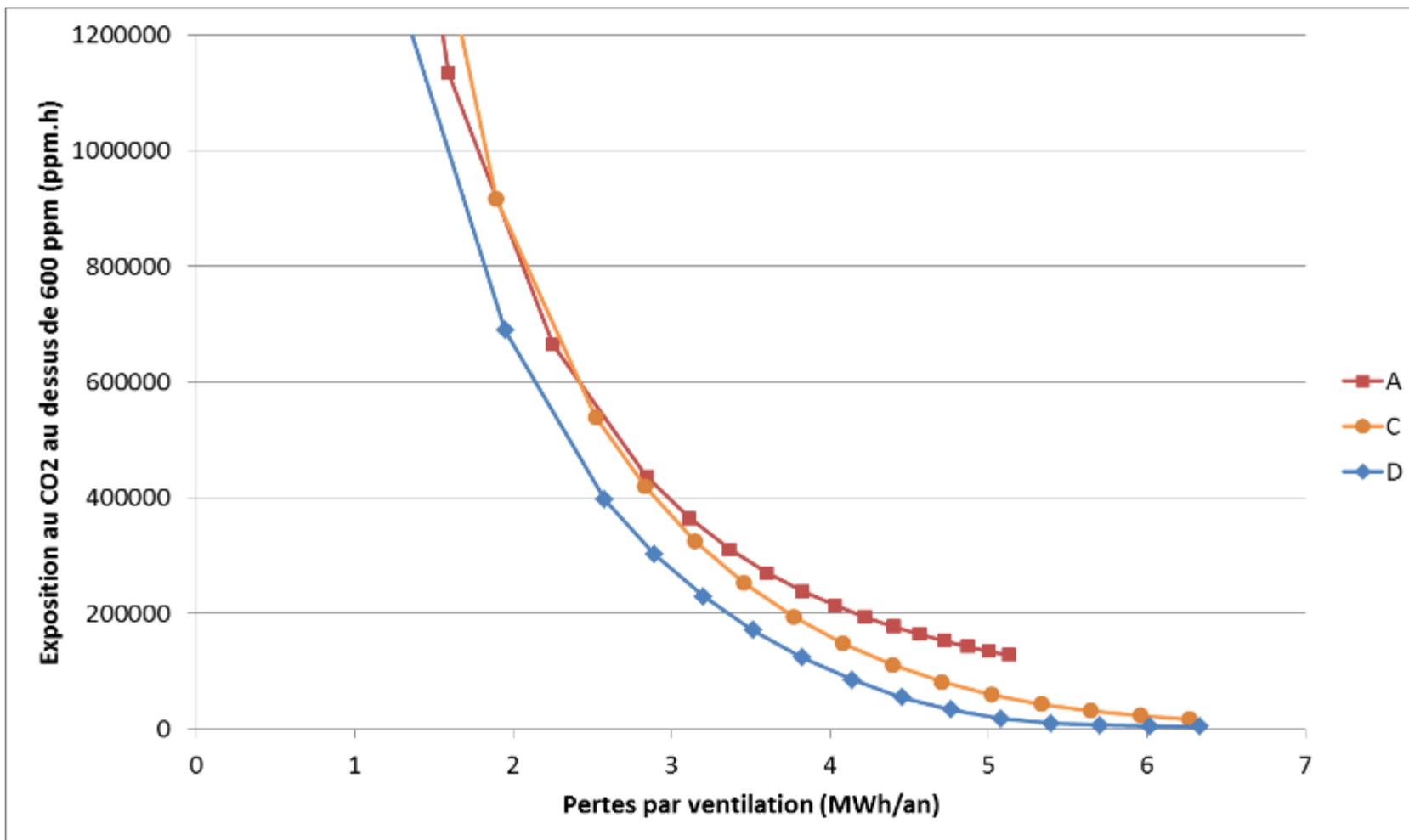
Les performances des systèmes A et C peuvent être améliorées

Slecht

Lucht kwaliteit



Goed



Energieverbruik →

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 ?

LES SYSTÈMES ET DÉBITS EN PRATIQUE SONT-ILS CONFORMES ?

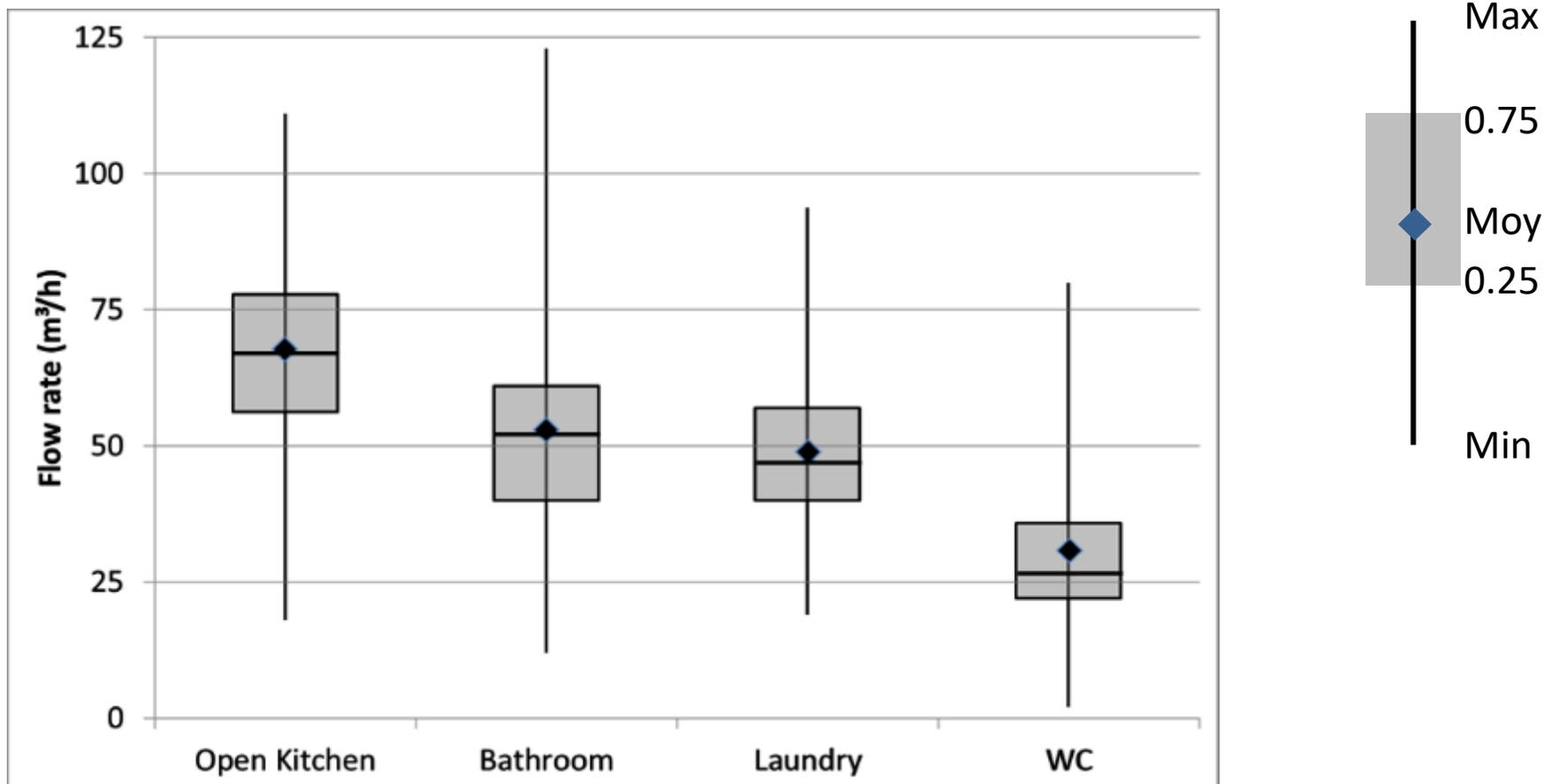
LE SYSTÈME LUI-MÊME N'EST-IL PAS UNE SOURCE DE POLLUTION (MICROBIOLOGIQUE) ?



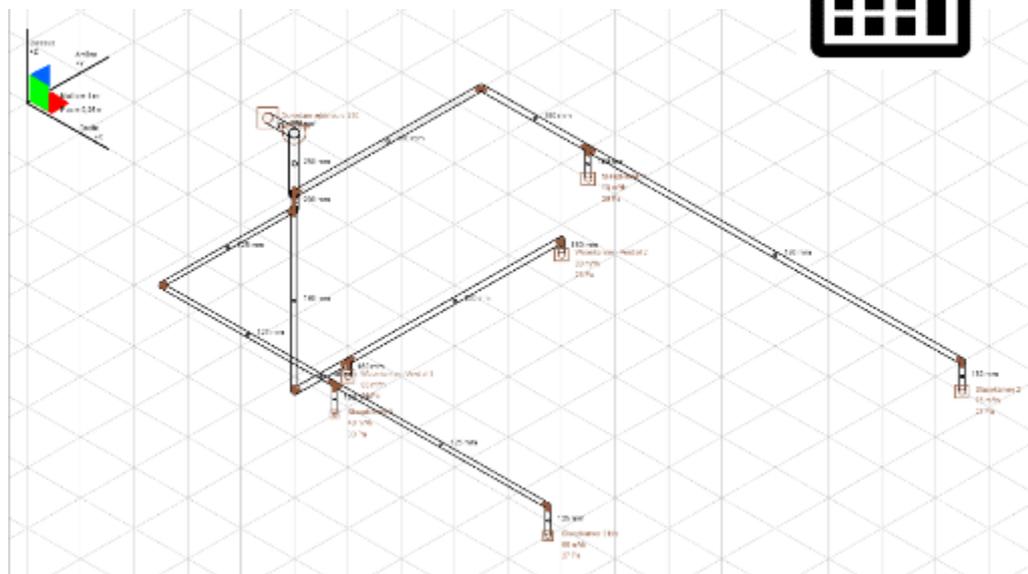
Les débits mesurés in situ (système C et D) sont souvent inférieurs aux débits minimum exigés (PEB)



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



Une bonne conception est le point de départ pour atteindre de bonnes performances in situ



NIT 258 et outil de calcul OPTIVENT

Après une installation soignée, la mise en service est également capitale pour atteindre de bonnes performances

Illustration avec deux exemples

Débit (m ³ /h)	Cuisine	WC	Salle de bain	Buandeire	Débarras	Total
Exigence	75	25	50	50	-	200
Exemple 1	60	2	54	10	82	208
Exemple 2	9	3	13	11	4	40

→ Réglage incorrect?

→ Trop faibles!



**Mauvaise
Qualité de l'air!**

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) ?**



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

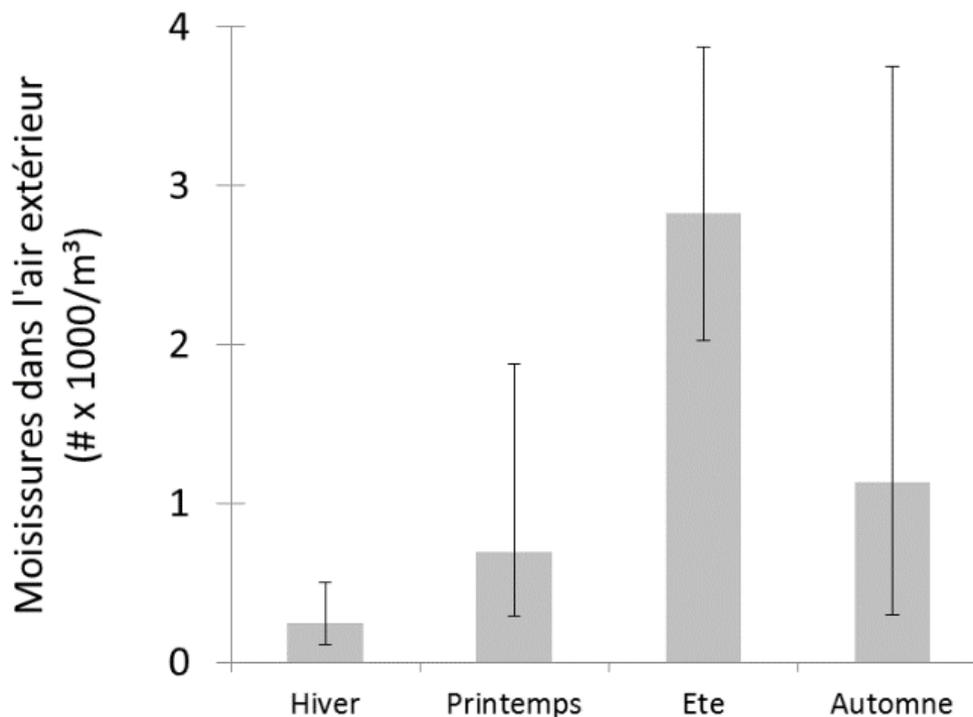
Air fourni

Toujours à comparer à l'air extérieur



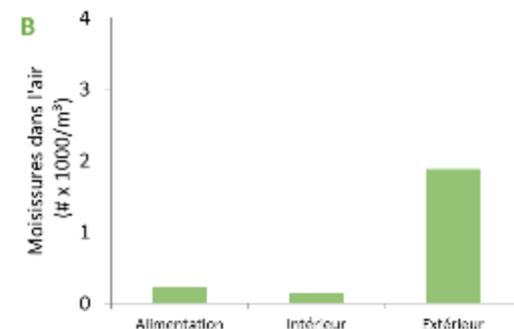
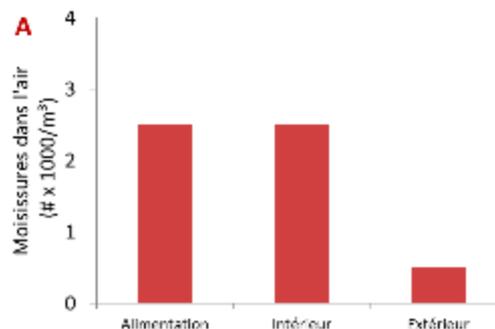
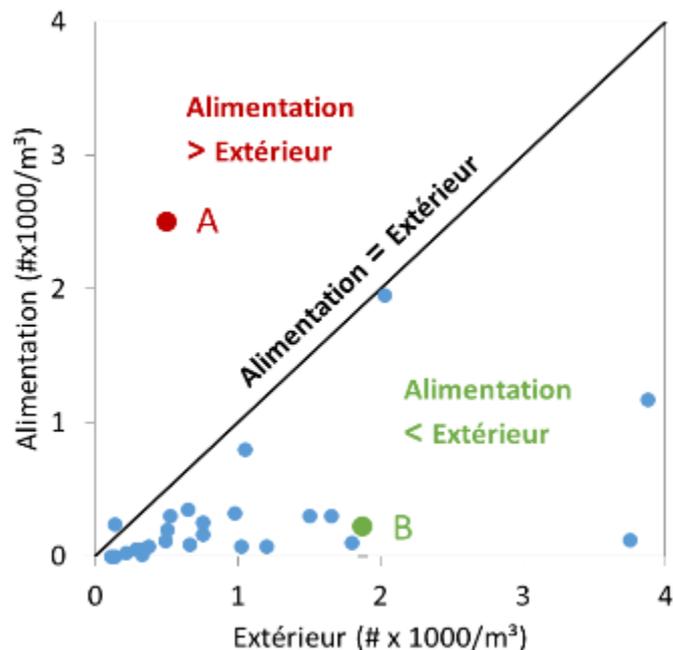
Projet CSTC OPTIVENT (IWT/VLAIO, Flandre)

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



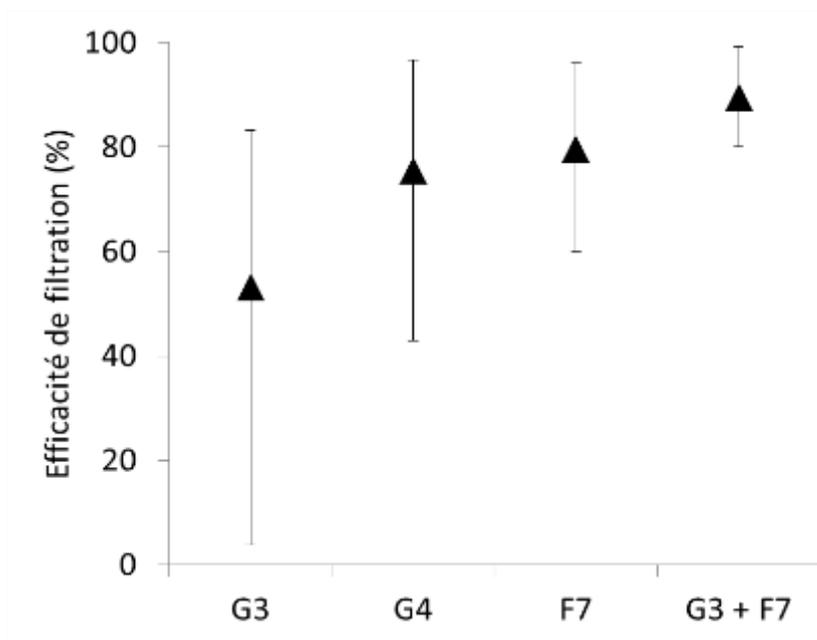
- Importance de la méthodologie: toujours comparer avec l'extérieur!

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



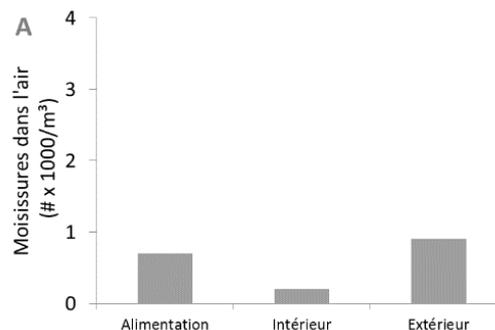
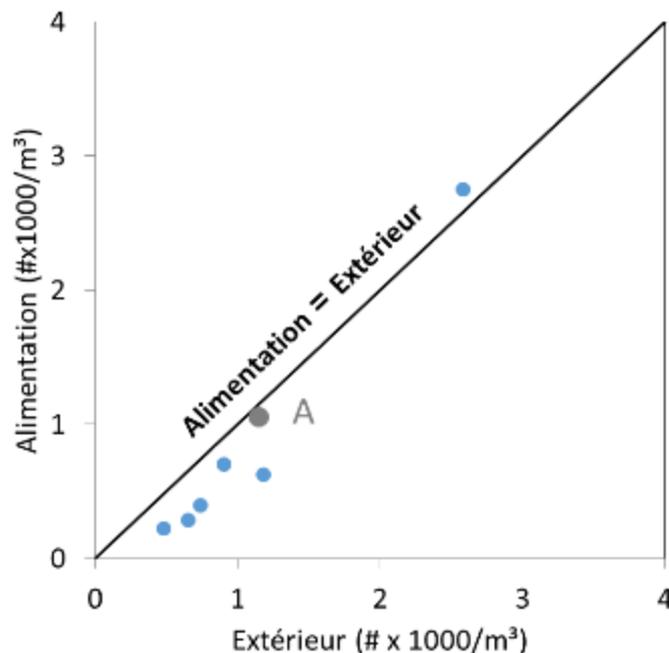
- Pour la majorité des cas
 - Pas de sources dans le système lui-même
 - Plutôt une diminution grâce aux filtres

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



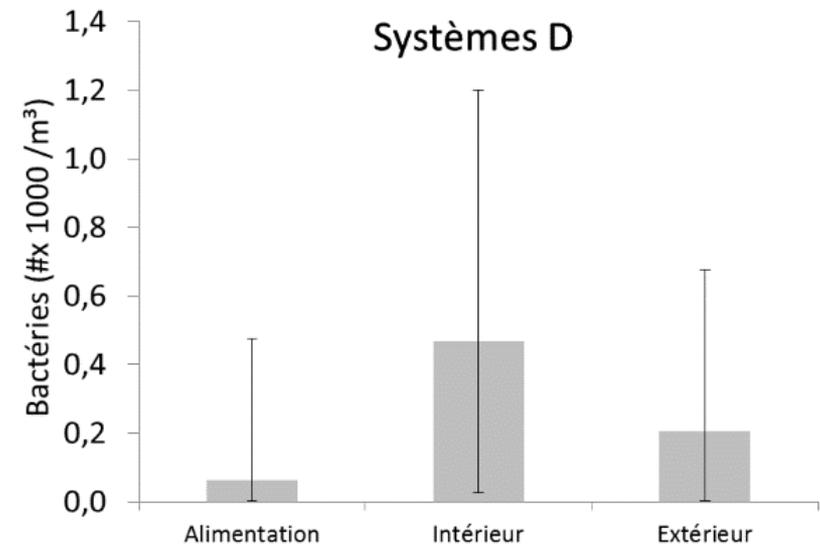
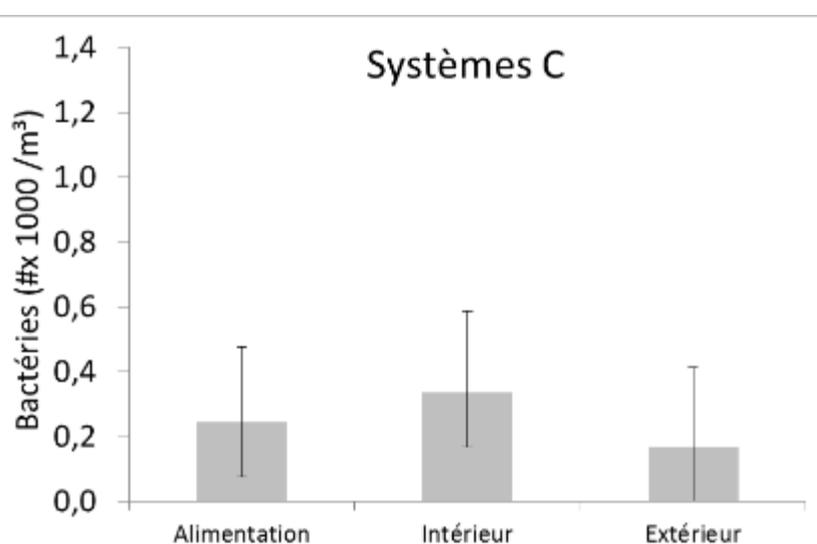
- Un filtre de classe G4 retient déjà une grande partie des moisissures
- Meilleure efficacité: combinaison préfiltre G3 + filtre fin F7

Système 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

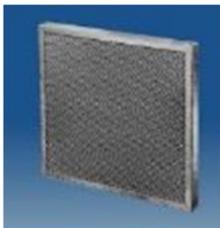
- Risque d'humidité élevée > 70-80%
 - Ponts thermiques
 - Parois froides cachées

- Risque de développement de moisissures
 - Dégradation du bâtiment
 - **Risques pour la santé!**



Climatisation

Pré-filtre



Cooling



Heating

Humidify



Ventilateurs

Filtre fin



Risque?		Condensation Moisissures Bactéries...		Humidité Moisissures Légionelle...		
Quand?		Tout l'été		Tout l'hiver		

- Toujours OK?
 - Non → Sick Building Syndrome
- Comment limite le risque?
 - Conception, filtration, entretien,...

Puits canadiens (échangeurs air/sol)



Risque?				Condensation		
Quand?				Parfois en été		

- Comment limiter le risque?
 - Conception, préfiltration, pente + récolte condensats, entretien,...
- Alternatives?
 - Echangeurs sol/eau à eau glycolée
 - Autres solutions de freecooling et antigel

Systeme D avec récupération de chaleur

Prise d'air



Filtre



Echangeur



Ventilateur

Conduits



Risque?		Encrassement + humidité	Limité: Air sec!		Limité: Air sec!
Quand?		Si entretien NOK			

- Comment limiter le risque?

- Conception, choix du filtre, entretien,...

- Filtre

Nettoyage régulier

Remplacement 1x/an, au début de l'hiver

Alimentation naturelle – système A et C

RTO - OAR



Risque?	Encrassement + humidité (idem filtros...)
Quand?	Si entretien NOK

- Comment limiter le risque?
 - Conception, choix grille, entretien,...

Systeme D: mesure continue de l'humidité dans les conduits

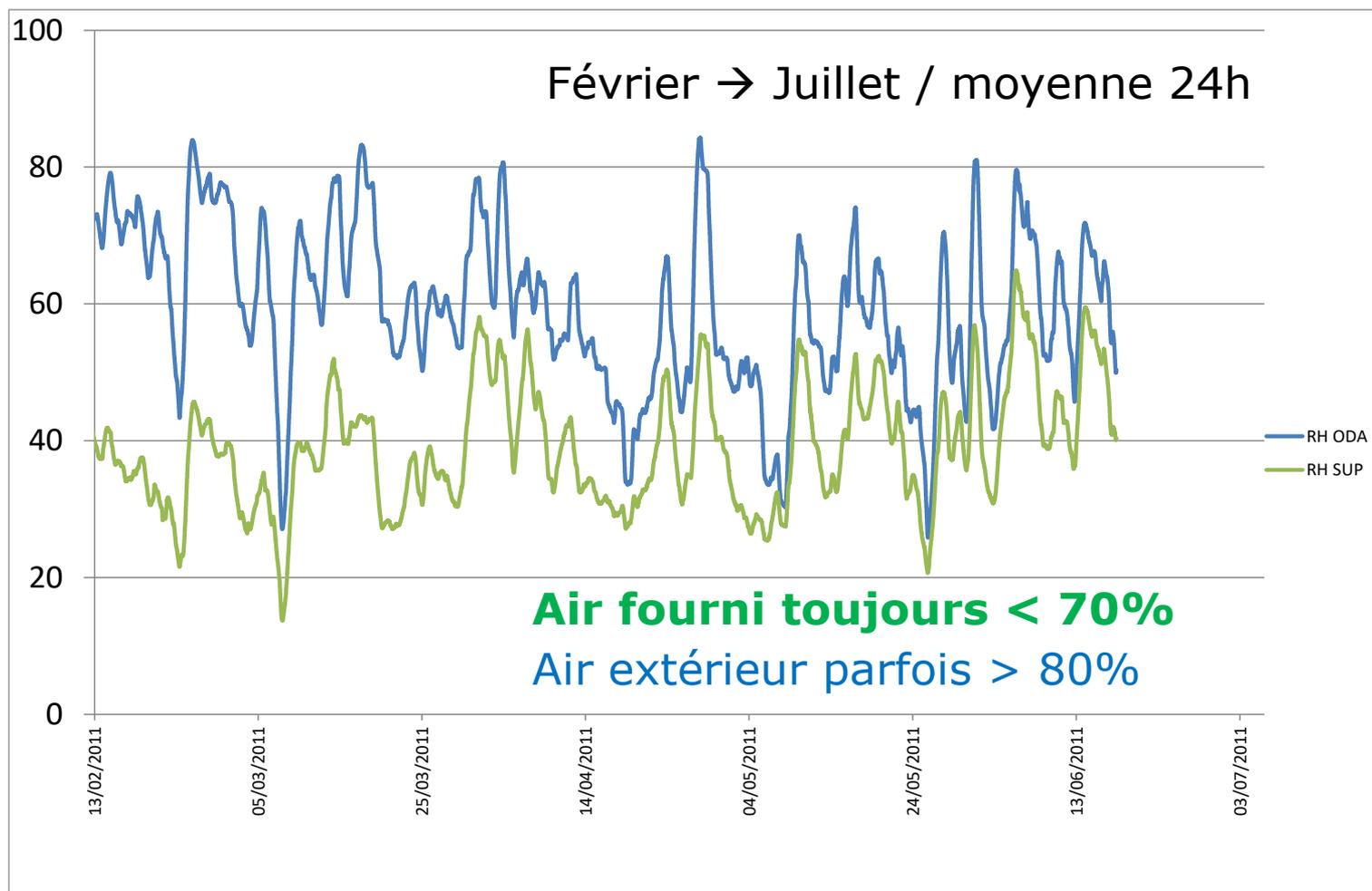
- Air extérieur



- Air fourni



Système D: mesure continue de l'humidité dans les conduits



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

Rejet | Prise d'air | Aération des eaux usées



Prise d'air | Rejet | Cheminée



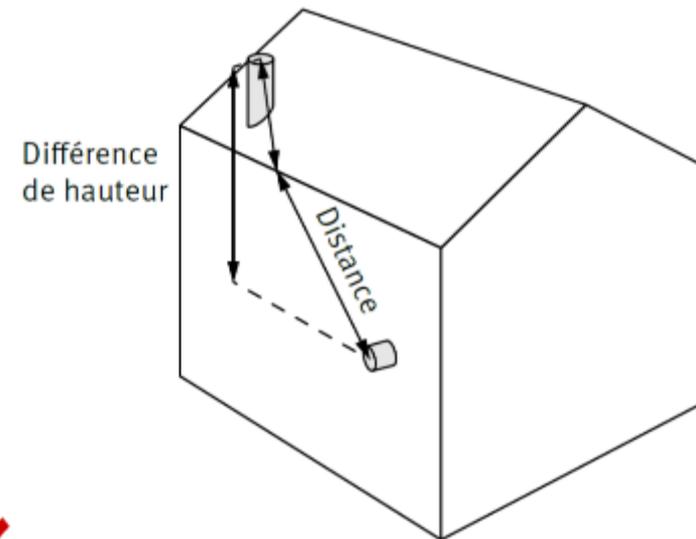
Quels rejets d'air peuvent mener à une recirculation d'air pollué?

- 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

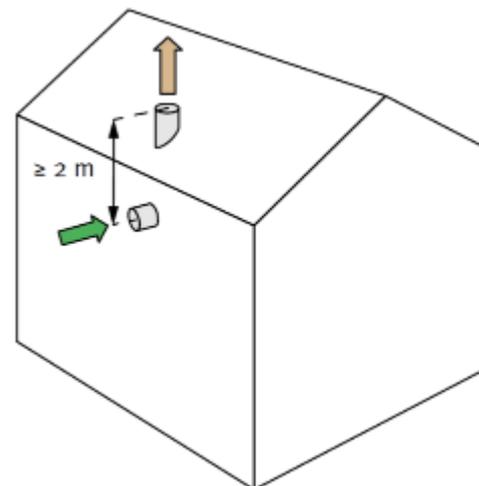
- $l \text{ (m)} > 0.308 * \sqrt{q \text{ (l/s)}}$

- 450 m³/h → min 3.5 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



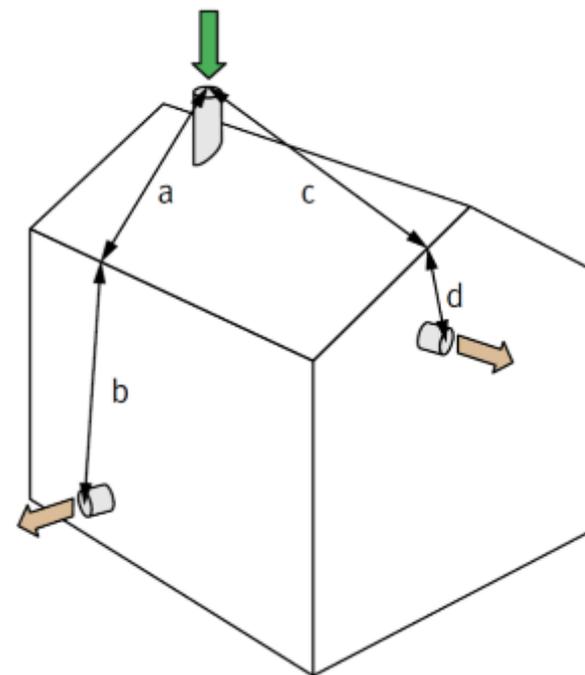
- Exemples pratiques
 - Prise d'air dans une façade et rejets en toiture



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 conçus 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 :

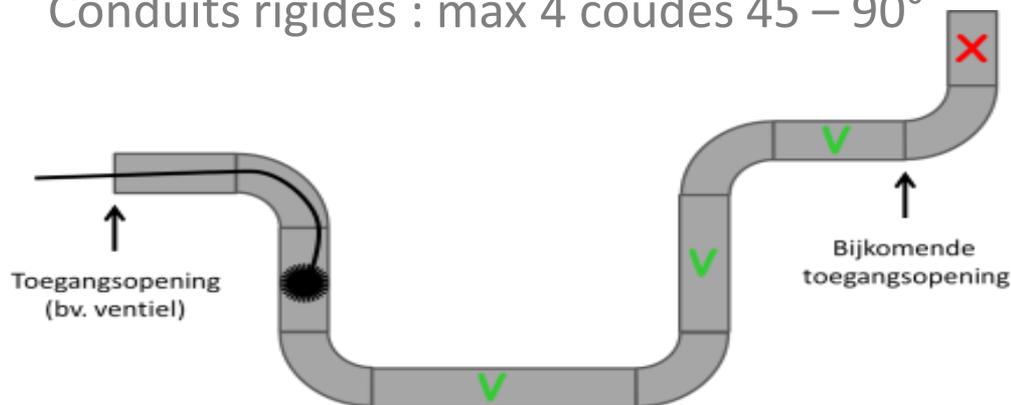
Grille ou bouche

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**

6 ans



horizontal



vertical...

9 ans



16 ans



Conduits **Evacuation**



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	

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.

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

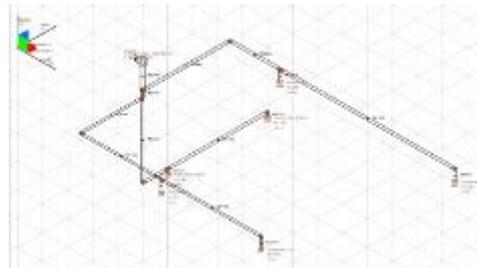
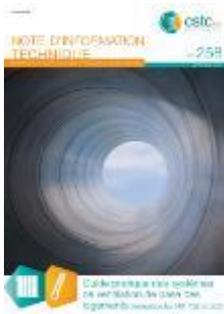
Principe du nettoyage des conduits

- 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>

- ▶ CSTC

Vidéo ventilation

www.cstc.be/homepage/index.cfm?cat=information&sub=video



Publications

- ▶ Qualité de l'air et logement ancien

<https://www.cstc.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=search&id=CSTC103966>





Guide bâtiment durable

www.guidebatimentdurable.brussels

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





Publications

- ▶ Mesure de débits

http://www.cstc.be/homepage/download.cfm?dtype=publ&doc=cstc_artonline_2012_3_no12.pdf&lang=fr

- ▶ Entretien

http://www.cstc.be/homepage/download.cfm?dtype=publ&doc=cstc_artonline_2014_2_no11.pdf&lang=fr

- ▶ Rénovation

<http://www.cstc.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=bbri-contact&pag=Contact49&art=742>

- ▶ Résultats Optivent

http://www.cstc.be/homepage/download.cfm?dtype=research&doc=2013_Van_Herreweghe_et_al_AIVC.pdf&lang=en



Sébastien PECCEU

Chef adjoint de laboratoire

Laboratoire chauffage et ventilation, CSTC

 02/655 77 97

 sebastien.pecceu@bbri.be



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

