

Ventilation : une bonne **conception** pour de bonnes **performances**

Samuel Caillou

Laboratoire chauffage et ventilation

CSTC – Centre Scientifique et Technique de la Construction

Disclaimer

Les présentations 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.

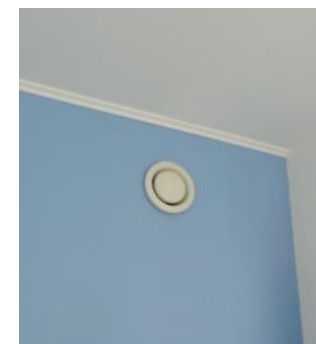
Secteur non marchand: diversité de bâtiments



... et diversité de systèmes de ventilation

- « Petites » installations
 - Similaires aux logements
 - Conception par architecte + installateur

- « Grandes » installations
 - Similaires aux immeubles de bureaux
 - Conception par bureau d'étude HVAC



Objectifs de cette présentation

- Vue d'ensemble de la conception d'un système de ventilation
 - Public généraliste
 - Principes sur base des logements, transposables aux « petites » installations et partiellement aux « grandes »

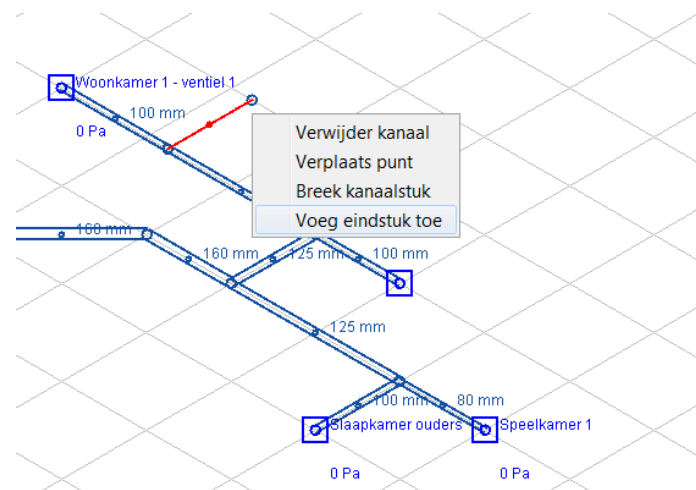
- Aspects microbiologiques et entretien
 - Résultats d'une campagne de mesures
 - Recommandations

Ventilation des logements et « petites » installations

- NIT 258



- Outil de calcul OPTIVENT



www.cstc.be

Les différentes étapes pour arriver à un système de ventilation performant sont

- Conception
- Montage – installation
- Mise en service
- Utilisation et entretien

Conception et mise en service de l'installation sont les étapes clés!

■ Conception

- Choix du système
- Débits minimums exigés
- Débits de conception
- Stratégie de régulation
- Emplacement des entrées d'air
- Dimensionnement mécanique
- Sélection des ventilateurs

■ Mise en service

- Réglage des débits
- Mesure

Différentes étapes peuvent être réalisées dans l'outil de calcul Optivent

■ Conception

- Choix du système
- Débits minimums exigés
- Débits de conception
- Stratégie de régulation
- Emplacement des entrées d'air
- Dimensionnement mécanique
- Sélection des ventilateurs

■ Mise en service

- Réglage des débits
- Mesure

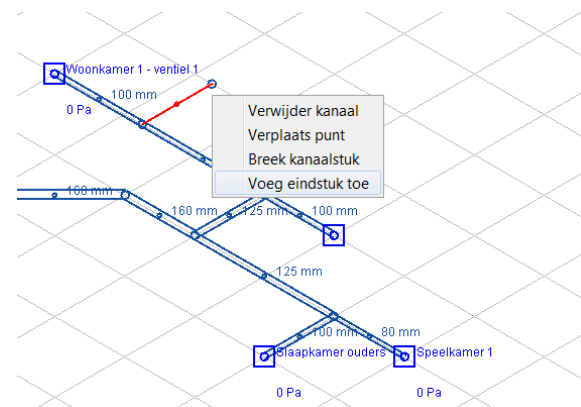


Outil de calcul: www.cstc.be

La vidéo et l'outil de calcul supportent la NIT 258



www.cstc.be



www.cstc.be

Pour en savoir plus

CSTC

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

NIT 258 www.cstc.be/homepage/download.cfm?dtype=publ&doc=NIT_258.pdf&lang=fr

Outil de calcul Optivent www.cstc.be/homepage/index.cfm?cat=tools&sub=calculator

Infofiches PEB Nr 42.01/09 <http://energie.cstc.be/>

SPF économie

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

Réglementation PEB

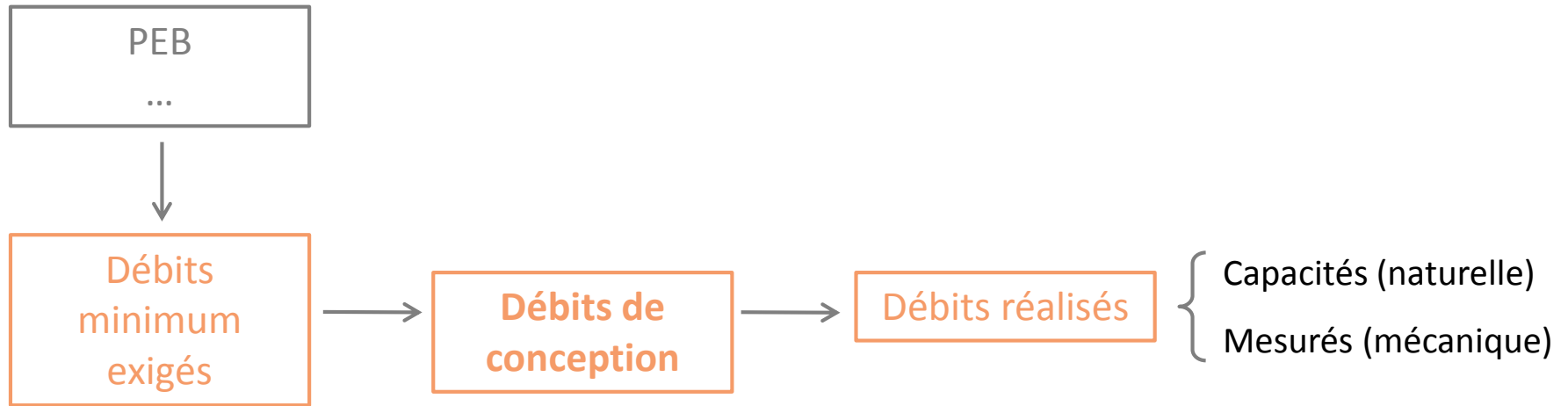
Wallonie <http://energie.wallonie.be/fr/la-performance-energetique-des-batiments.html?IDC=6148>

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

Flandre <http://www.energiesparen.be/epb/prof/home>

Débits de conception

Fixer les débits de conception est une étape clé pour atteindre des débits réalisés conformes aux débits minimum exigés



Dimensionnement

Sélection des ouvertures naturelles

Sélection des ventilateurs

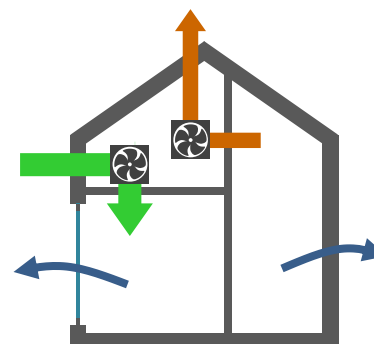
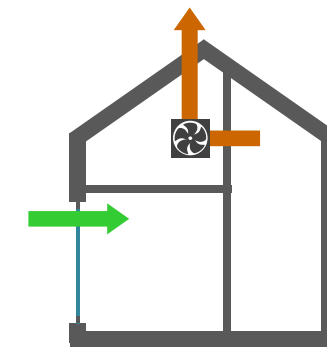
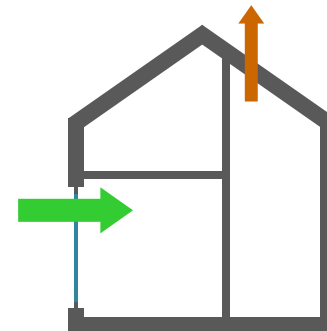
Les débits de conceptions sont choisis conformes aux exigences/souhaits et en équilibre

- Débits de conception \geq débits minimum exigés
 - Par espace : min. 5-10 % plus élevé
 - Pour le total : min. 5 % plus élevé

- Conception en équilibre : alimentation et évacuation
 - Au niveau du bâtiment
 - Au niveau de chaque espace (éventuellement via les transferts d'air)

Un déséquilibre entre alimentation et évacuation n'existe pas en pratique

- Exemple de débits exigés totaux:
 - Alimentation 200 m³/h > évacuation 150 m³/h
- En pratique:
 - Système C:
 - Evacuation mécanique contrôle principalement le système
 - Alimentation naturelle est moindre que prévu
 - Système D:
 - Le débit mécanique le plus élevé (alimentation) contrôle le système
 - Exfiltration supplémentaire au travers de l'enveloppe



Stratégie de régulation

En utilisant une stratégie de régulation, les débits sont adaptés aux besoins

- Rappel:
 - Débits minimums exigés → potentiel minimum du système

- Pourquoi réguler les débits?
 - Différents espaces pas tous occupés en même temps
Ex. salle de réunion, réfectoire, ...
 - Périodes d'absence des occupants
Ex. nuit, week-end,...

- Intérêt?
 - Réduction de la consommation d'énergie

Attention: réglage et régulation sont deux choses différentes!

- Réglage, par l'installateur

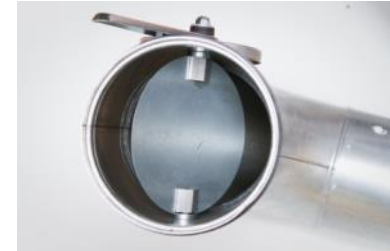
- Réglage du bon débit au bon endroit
- Pour atteindre les débits de conception (et min. exigés)

→ bouches/clapets, positions du ventilateur, etc.

- Régulation, par l'utilisateur

- Adapter les débits en fonction des besoins (utilisation)
- Pour limiter la consommation d'énergie tout en assurant une qualité de l'air suffisante

→ Bouton manuel, horloge, capteurs et régulation à la demande, etc.



Il existe différentes solutions pratiques pour réguler les débits

- Pas de régulation: non recommandé!
- Régulation manuelle avec plusieurs positions/débits
- Régulation par horloge
- Ventilation à la demande

La ventilation à la demande est potentiellement plus efficace, mais aussi plus complexe

■ Exemples de capteurs

- Espaces secs: CO₂, détection de présence, etc.
- Espaces humides: humidité relative, détection de présence (WC), etc.



■ Exemples de régulation

- Centralisée (ex. ventilateur):
potentiel limité
- Décentralisé (ex. bouches, OAR, VAV, etc.):
efficace, mais plus complexe

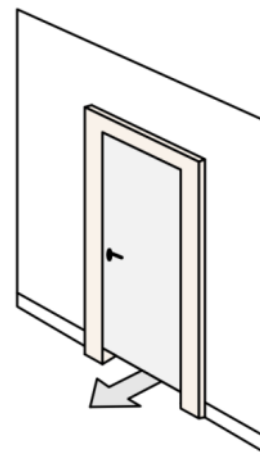


Conception partie naturelle

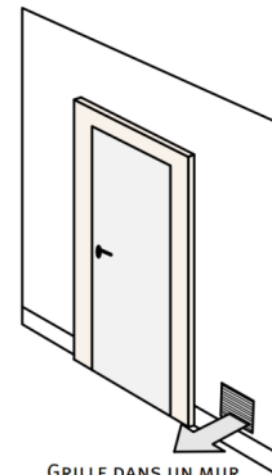
Ouvertures de transferts (tous systèmes)
Ouvertures d'alimentation naturelle (A et C)

Quelles sont les caractéristiques (obligatoires) d'une ouverture de transfert (OT)?

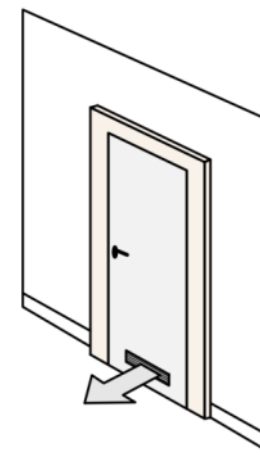
- Capacité:
 - Débit de conception
- Non réglable
- En pratique
 - Fente sous les portes
 - Grille dans les portes ou murs



FENTE SOUS UNE PORTE



GRILLE DANS UN MUR



GRILLE DANS UNE PORTE



Ouvertures de transfert pour des débits élevés



Quel sont les types d'ouvertures d'alimentation réglables (OAR)?

- En remplacement du vitrage
- Au dessus du châssis
- Intégré dans un caisson à volets
- Au travers d'un mur



Les OAR acoustiques permettent de limiter le transfert de bruit depuis l'extérieur vers l'intérieur



Les données produit pour les OAR peuvent être trouvées dans la base de données des produits PEB

www.epbd.be



Wallonie

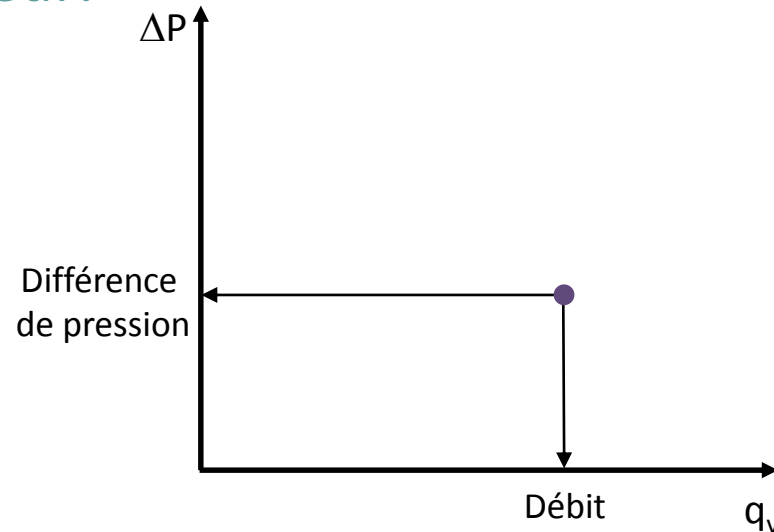


Base de données de produit PEB - OUVERTURES D'ALIMENTATION REGLABLES A LONGUEUR VARIABLE - Données de produit reconnues (statut 1)

Marque	ID Produit	Produit	Classification du produit	Débit en position ouverte				Débit en position fermée		Autorégulation classe (l)	Test critère de confort	Durée validité		Fiche
				2 Pa		10 Pa		L0c, 50 Pa	q1c, 50 Pa			début (T0)	fin (T0+2)	
				L0, 2 Pa (m)	q1, 2 Pa (m³/h.m)	L0, 10 Pa (m)	q1, 10 Pa (m³/h.m)	(m)	(m³/h.m)					
Duco	DucoTop 60 ZR v2013	DucoTop 60 ZR Corto à Grando	4.1.2222	-0.02	64,5	-0.02	49,8	-	-	P3	non disponible	31/03/2015	22/04/2019	Fiche
Duco	DucoTop 60 ZR AK v2013	DucoTop 60 ZR AK Corto à Grando	4.1.2222	-0.02	64,5	-0.02	49,8	-	-	P3	non disponible	31/03/2015	22/04/2019	Fiche
Renson	AR75 Small	AR75 Small	4.1.1222	0.05	56	0.05	64	-	-	P4	non disponible	25/09/2015	30/01/2020	Fiche
Renson	AR75 Medium	AR75 Medium	4.1.1222	0.05	72	0.06	80	-	-	P4	non disponible	25/09/2015	30/01/2020	Fiche
Renson	AR75 Large	AR75 Large	4.1.1222	0.05	82	0.05	89	-	-	P4	non disponible	25/09/2015	30/01/2020	Fiche
Renson	AR75 Extralarge	AR75 Extralarge	4.1.1222	0.05	105	0.05	116	-	-	P4	non disponible	25/09/2015	30/01/2020	Fiche
Renson	AR90	AR90	4.1.1222	0.13	66	0.11	69	-	-	P3	non disponible	25/09/2015	30/01/2020	Fiche
Renson	THM90 Evo	THM90 Evo	4.1.1222	0.05	52	0.22	58	-	-	P3	non disponible	25/09/2015	30/01/2020	Fiche
Renson	Invisivent Evo	Invisivent Evo	4.1.2222	0.1	53	0.11	53	-	-	P3	non disponible	25/09/2015	30/01/2020	Fiche
Renson	Invisivent Evo HF	Invisivent Evo HF	4.1.2222	0.08	67	0.09	60	-	-	P3	non disponible	25/09/2015	30/01/2020	Fiche
Renson	Invisivent Evo AK Basic	Invisivent Evo AK Basic	4.1.2222	0.04	58	0.01	56	-	-	P3	non disponible	25/09/2015	30/01/2020	Fiche
Renson	Invisivent Evo AK High	Invisivent Evo AK High	4.1.2222	0.06	44	0.03	43	-	-	P3	non disponible	25/09/2015	30/01/2020	Fiche
Renson	Screenvent Mistral AK Small	Screenvent Mistral AK Small	4.1.2222	0.07	73	0.07	70	-	-	P3	non disponible	25/09/2015	30/01/2020	Fiche
Renson	Screenvent Mistral AK Medium	Screenvent Mistral AK Medium	4.1.2222	0.06	70	-0.18	43	-	-	P3	non disponible	25/09/2015	30/01/2020	Fiche
Renson	Screenvent Mistral AK Large	Screenvent Mistral AK Large	4.1.2222	0.08	70	0.09	69	-	-	P3	non disponible	25/09/2015	30/01/2020	Fiche
Tunal	Tunal Top ep-ZR	Tunal Top ep-ZR	4.1.2222	0.04	59	0.07	77	-	-	P3	non disponible	24/12/2014	24/12/2016	Fiche
Tunal	Tunal 75 ep-S	Tunal 75 ep-S	4.1.1221	0.02	50	0.03	115	-	-	niet zelfregelend	non disponible	24/12/2014	24/12/2016	Fiche
Tunal	Tunal 75 ep-L	Tunal 75 ep-L	4.1.1221	0.02	76	0.03	173	-	-	niet zelfregelend	non disponible	24/12/2014	24/12/2016	Fiche
Tunal	Tunal 75 ep-XL	Tunal 75 ep-XL	4.1.1221	0.06	105	0.06	238	-	-	niet zelfregelend	non disponible	24/12/2014	24/12/2016	Fiche
Tunal	Tunal 75 ep-ZR	Tunal 75 ep-ZR	4.1.1222	0.02	70	-0.07	59	-	-	P3	non disponible	24/12/2014	24/12/2016	Fiche
Tunal	Tunal 65 ep-HD	Tunal 65 ep-HD	4.1.1221	0.04	65	0.04	147	-	-	niet zelfregelend	non disponible	24/12/2014	24/12/2016	Fiche
Tunal	Tunal 65 ep-FL	Tunal 65 ep-FL	4.1.1221	0.03	50	0.03	114	-	-	niet zelfregelend	non disponible	24/12/2014	24/12/2016	Fiche
Tunal	Tunal 45 ep-	Tunal 45 ep-	4.1.1221	0.03	44	0.03	101	-	-	niet zelfregelend	non disponible	24/12/2014	24/12/2016	Fiche
Tunal	Tunal 80 ep-	Tunal 80 ep-	4.1.1221	0.02	75	0.01	167	-	-	niet zelfregelend	non disponible	24/12/2014	24/12/2016	Fiche
Tunal	Tunal 80 ep-ZR	Tunal 80 ep-ZR	4.1.1222	0.02	53	0.07	67	-	-	P3	non disponible	24/12/2014	24/12/2016	Fiche
Wilms	Rolvent Volet ST-1001	Rolvent Volet ST-1001	4.1.9222	0.03	51	0.06	66	-	-	P3	non disponible	22/04/2015	22/04/2019	Fiche
Wilms	Rolvent Screen ST-1001	Rolvent Screen ST-1001	4.1.9222	0.05	59	-	-	-	-	P3	non disponible	22/04/2015	22/04/2019	Fiche

Conception partie mécanique

Sans différence de pression, pas de débit, ou l'inverse?
 Qui était le 1^{er}: la poule ou l'oeuf?

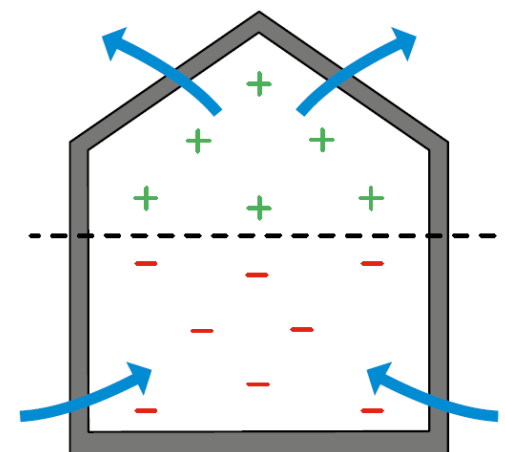
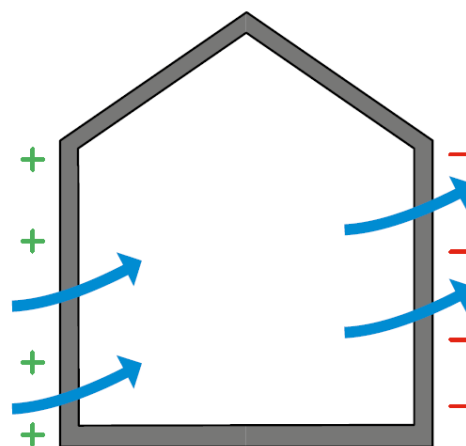


- Lorsque de l'air s'écoule dans un conduit / une ouverture, il se crée une différence de pression
- Lorsque qu'on apporte une différence de pression sur une ouverture, il se crée un débit

Comment alors réaliser un débit d'air?

- En créant une différence de pression

- Naturelle: vent et tirage thermique

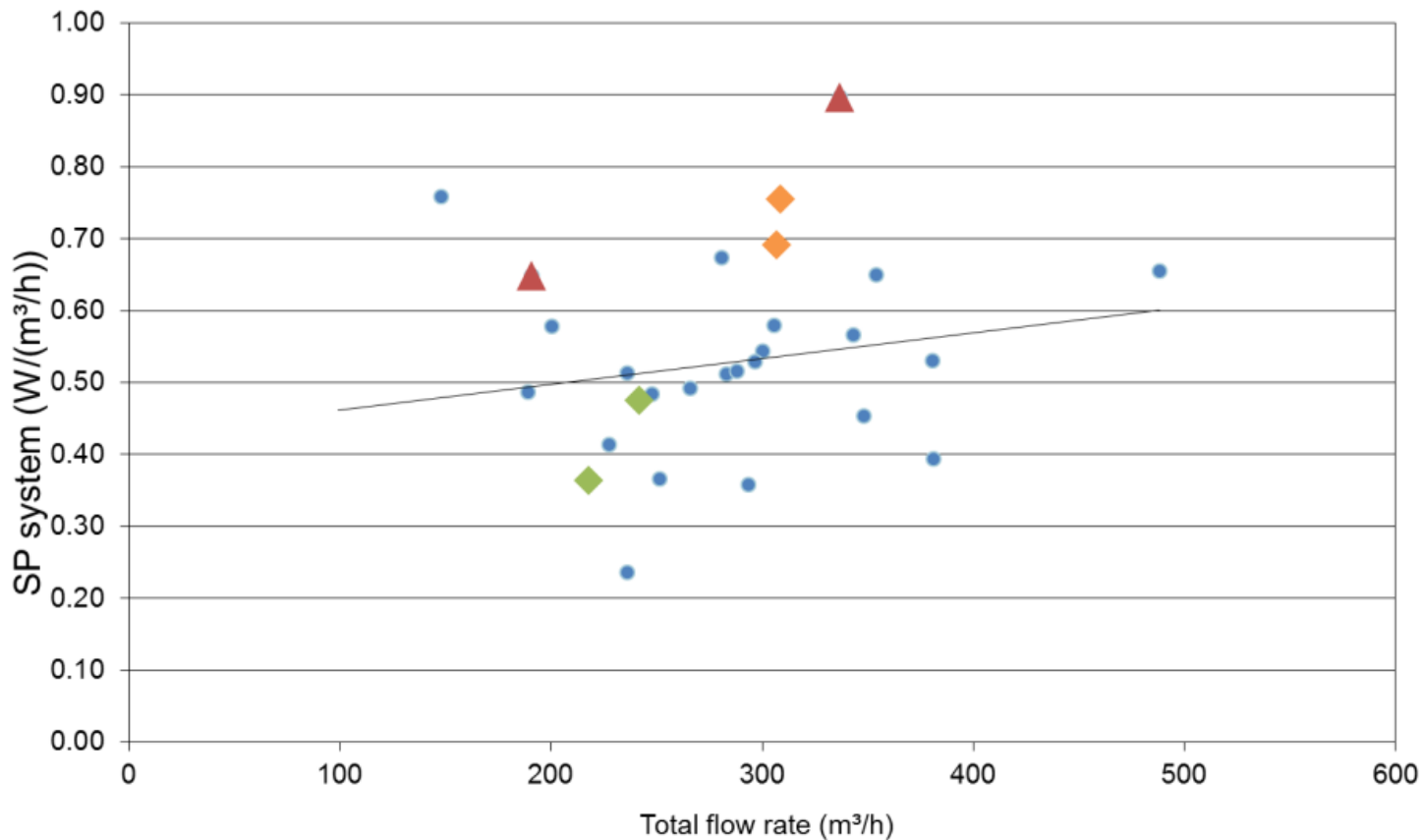


- Mécanique: avec un ventilateur



Illustration des pertes de pression: puissance absorbée in situ (projet Optivent)

- Facteur 4 entre le meilleur et le pire...



Les pertes de pression ont deux origines

- Pertes de pression réparties (ou linéaires)
 - Frottement, entre molécules et le long des parois
 - Sur toute la longueur des conduits



- Pertes de pression singulières
 - Perturbation de l'écoulement



→ Calcul grâce à l'outil de calcul!

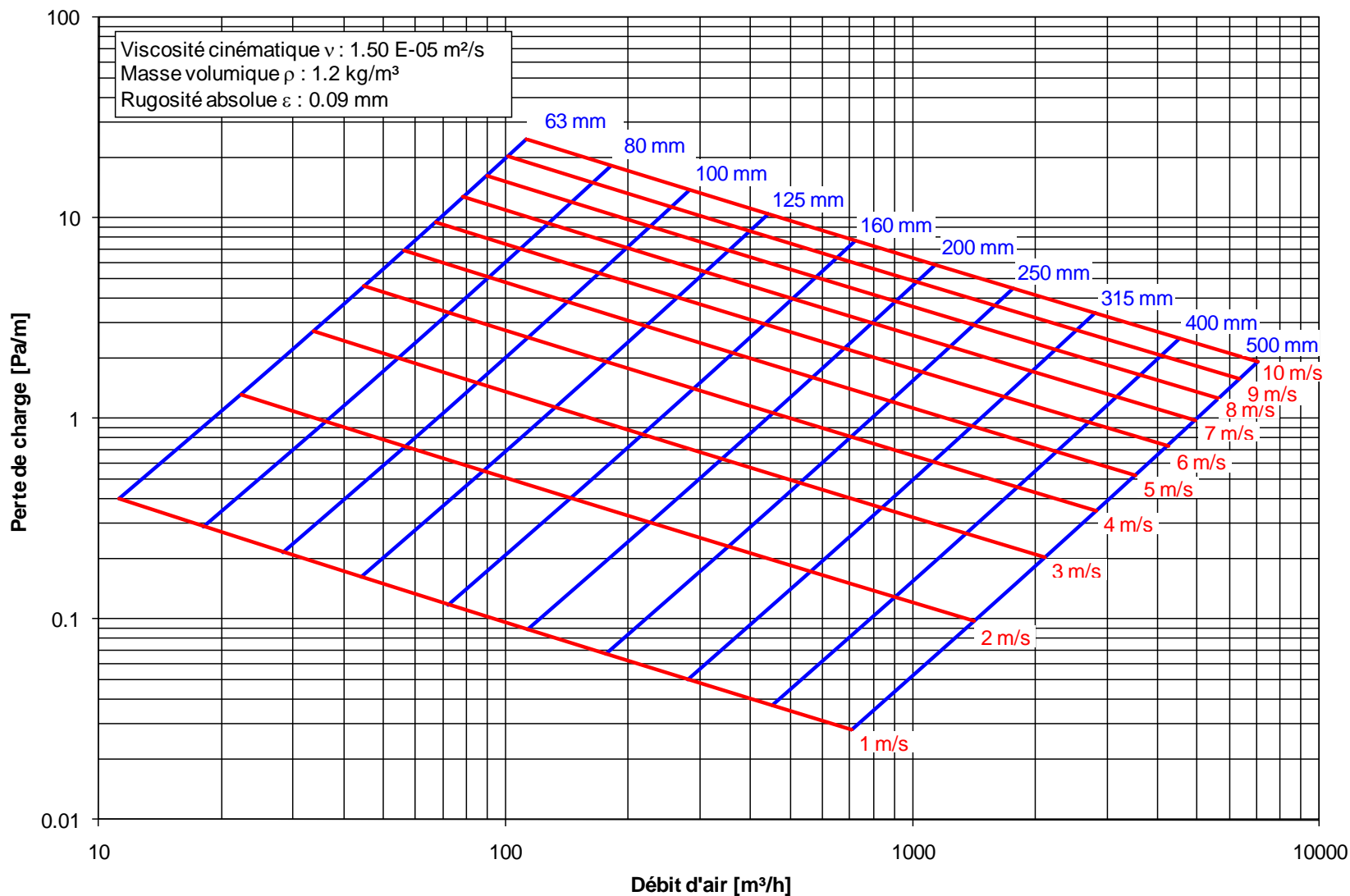


Limiter les pertes de pression (énergie) et les vitesses d'air (acoustique)

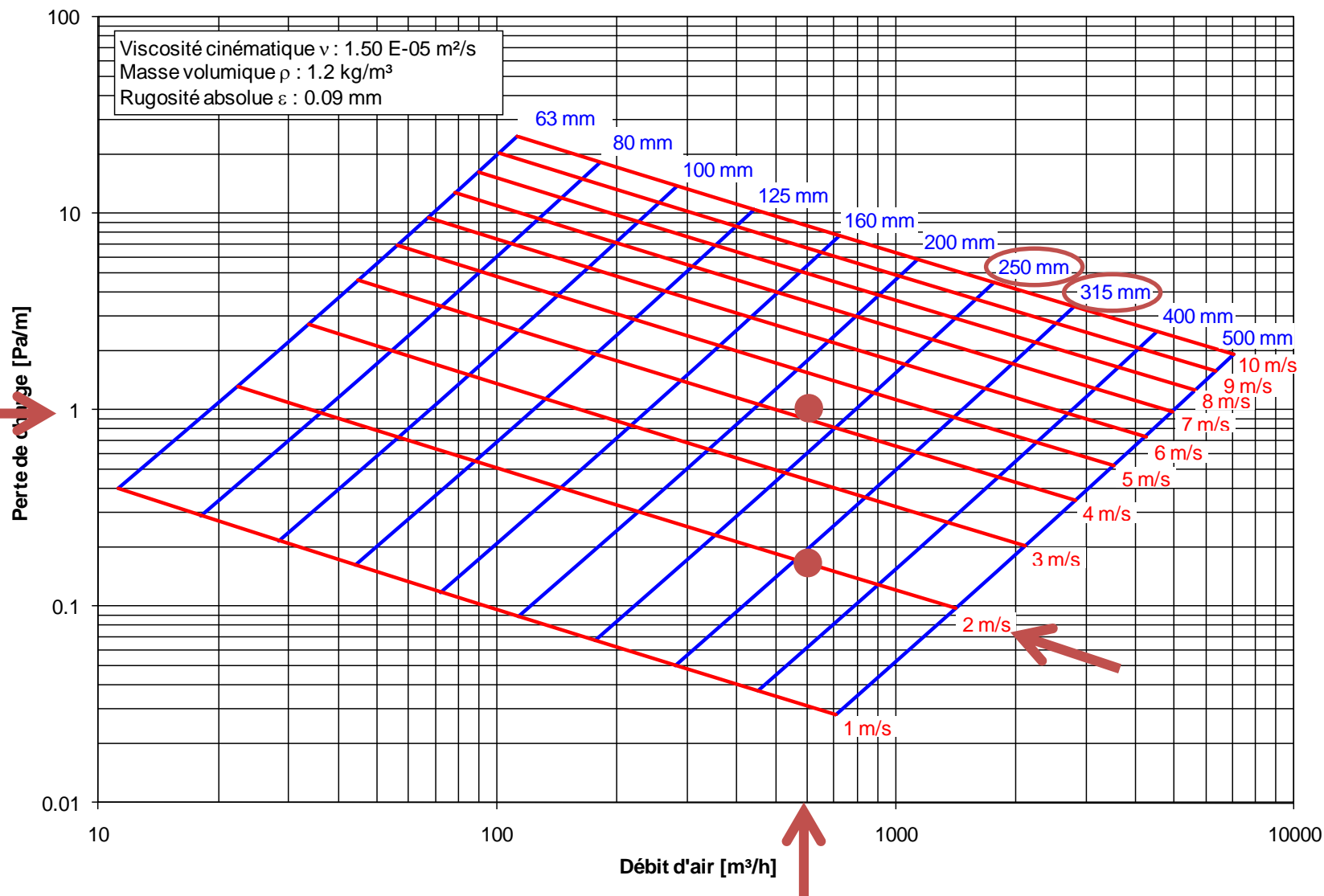
- Perte de pression Pa/m maximale
 - Tous tronçons: 0,7 – 1 Pa/m

- Vitesses d'air maximales
 - Tronçon terminal: 1,5 – 2 m/s
 - Tronçon intermédiaire: 3 – 4 m/s
 - Tronçon principal: 4 – 6 m/s

Exemple d'abaque pour les pertes de pression réparties



Exemple d'abaque pour les pertes de pression réparties



La conception du système mécanique est un compromis entre différents critères

- Vitesses d'air faibles → confort acoustique
- Pertes de pression faibles → faible consommation électrique
- Autant que possible 'naturellement équilibré' → réglage faisable
- Encombrement limité
- Bouches/diffuseurs pour une bonne distribution de l'air
- Prise d'air de bonne qualité
- Facilité d'entretien
- Prix abordable

La conception du système mécanique consiste en :

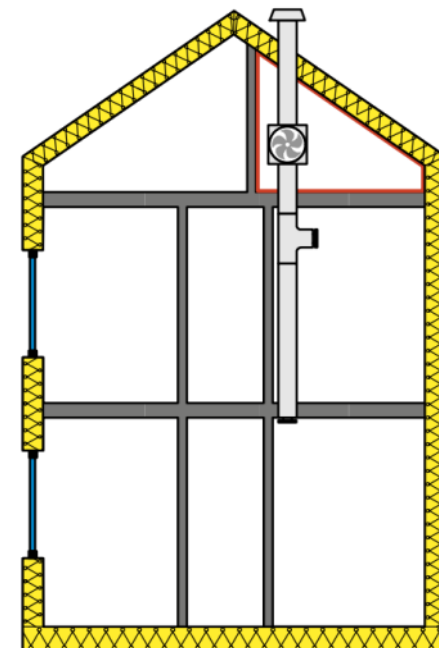
- Emplacement du local technique pour le groupe de ventilation
 - Et sélection de composants associés: silencieux, prise d'air, isolation, etc.

- Dimensionnement
 - Tracé du réseau de conduits
 - Diamètres des tronçons et composants

- Sélection du ventilateur

L'emplacement du groupe de ventilation doit satisfaire à plusieurs critères

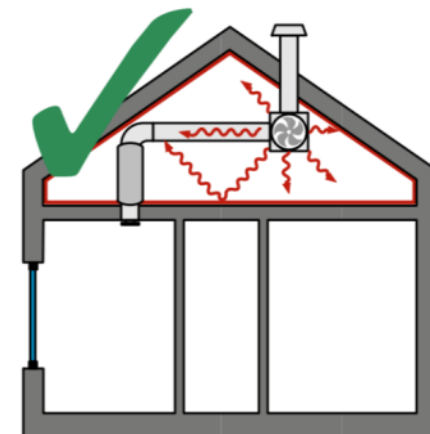
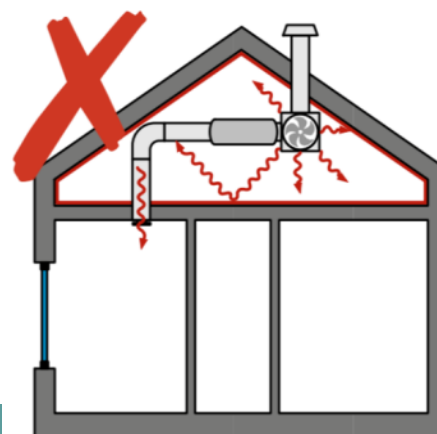
- Dans un local technique fermé, avec place pour silencieux
- Central par rapport aux locaux à desservir
- Accessible pour l'entretien
- Dans le volume protégé, en limitant la longueur des conduits de et vers l'extérieur
- Pour une distance suffisante entre prise d'air et rejets d'air





Placer le groupe de ventilation dans un local fermé avec de l'espace suffisant pour les silencieux

- Local technique fermé
- Silencieux
 - Alimentation et évacuation (systèmes B, C et D)
 - Proche du groupe et du point de passage à travers la paroi
 - Grands débits: silencieux avec baffles



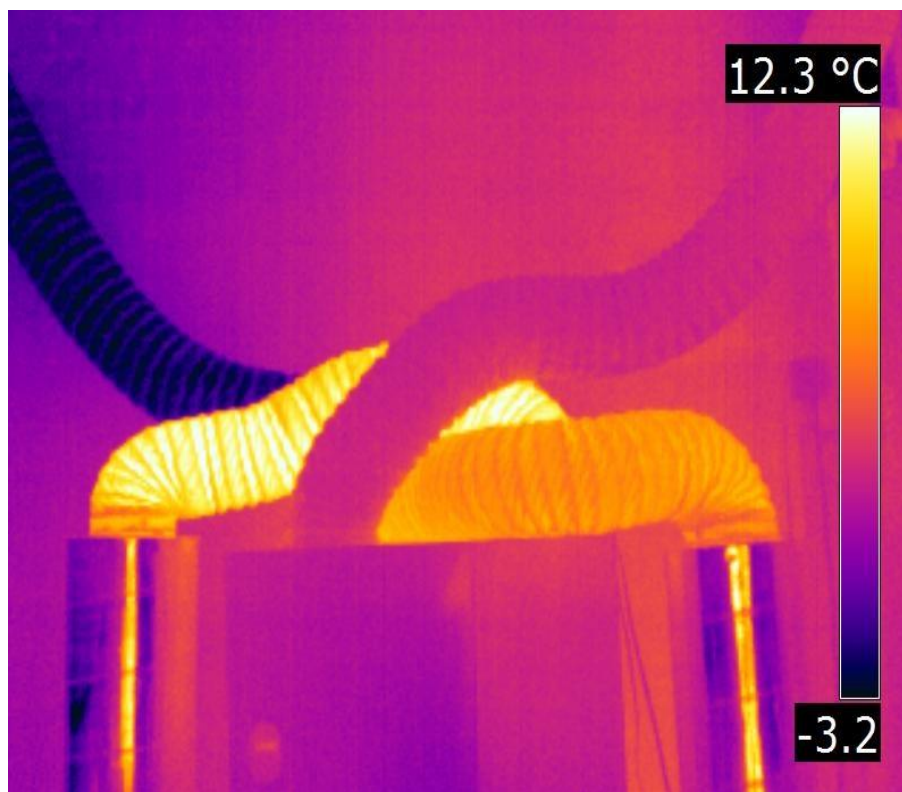
Le groupe de ventilation doit rester accessible pour l'entretien des filtres, ventilateurs, etc.



Placer de préférence le groupe dans le volume protégé et limiter la longueur des conduits de et vers l'extérieur

- Dans le volume protégé
 - Pour limiter le nombre de conduits à isoler et le nombre de percements de l'enveloppe
 - Pour éviter la condensation (évacuation C et D)
 - Pour éviter le gel des condensats (D avec récupération de chaleur)
- Limiter la longueur pour limiter les conduits à isoler

Certains conduits entre le groupe de ventilation et le volume protégé doivent être isolés

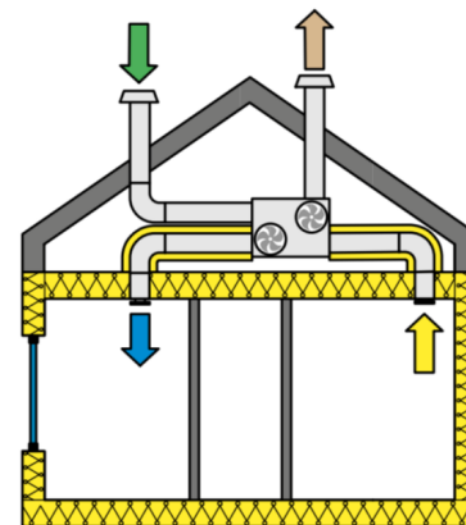
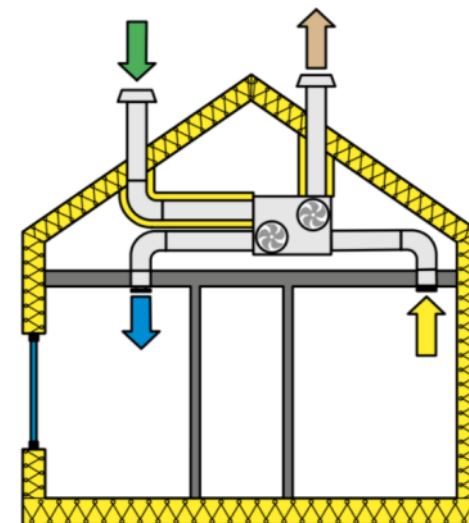


Quels conduits doivent être isolés ?

- Si le groupe est dans le volume protégé
 - Conduit air neuf (depuis l'extérieur)
 - Conduit air rejeté (vers l'extérieur)

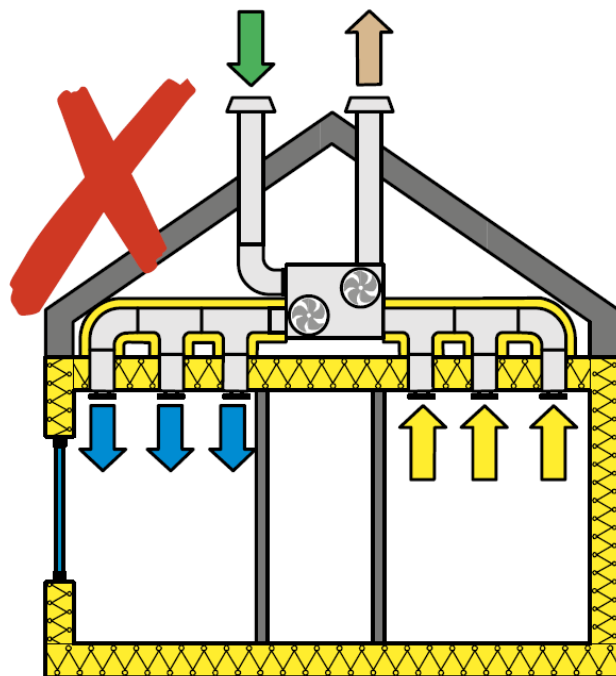
- Si le groupe est hors volume protégé
 - Conduits air fourni (vers les espaces)
 - Conduits air repris (depuis les espaces)

- A et C: conduits hors volume protégé (risque condensation)

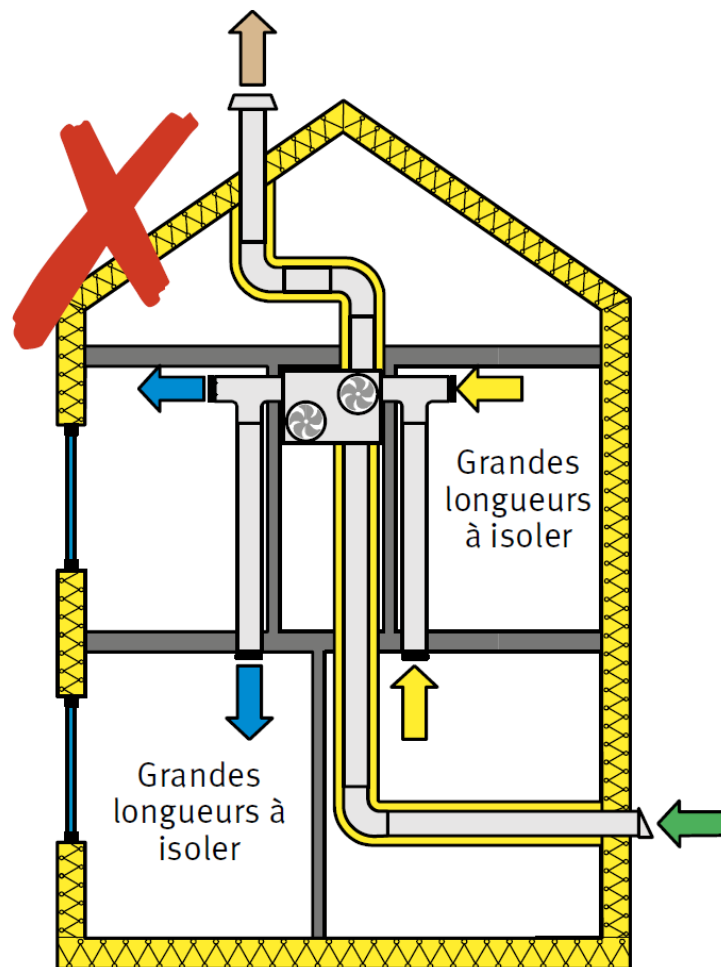




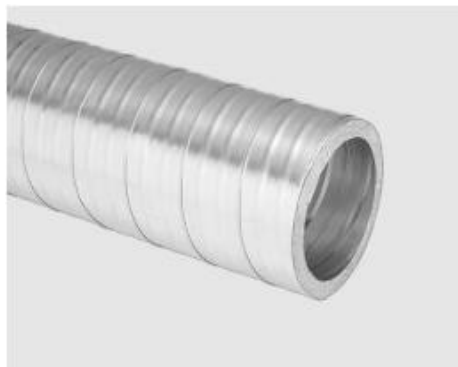
Il faut aussi limiter le nombre de percements de l'enveloppe et la longueur des conduits à isoler



Nombreux conduits à isoler et nombreux percements de l'enveloppe



Il existe plusieurs solutions en pratique pour isoler 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?

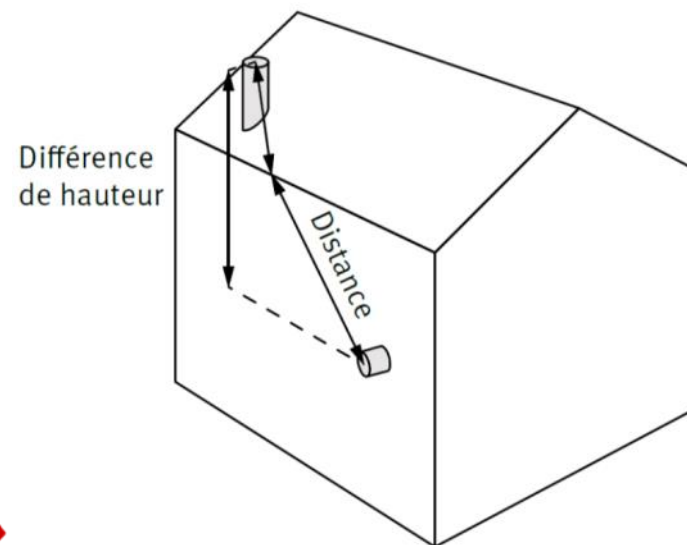
- Types de rejets
 - Sorties de ventilation
 - Rejets de hotte (cuisine, labo, ateliers, etc.)
 - Evacuations des appareils de combustion
 - Aération des eaux usées
 - Etc.

- 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



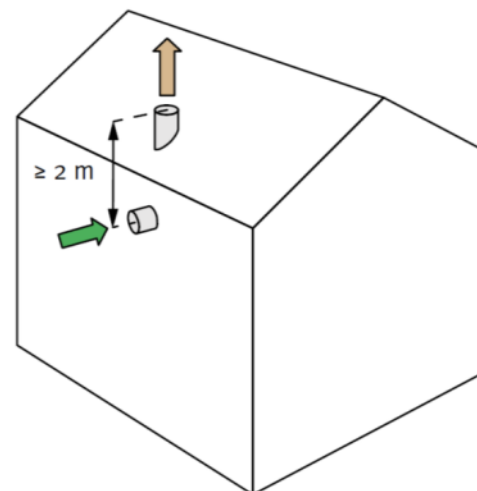
■ Exemple

- 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

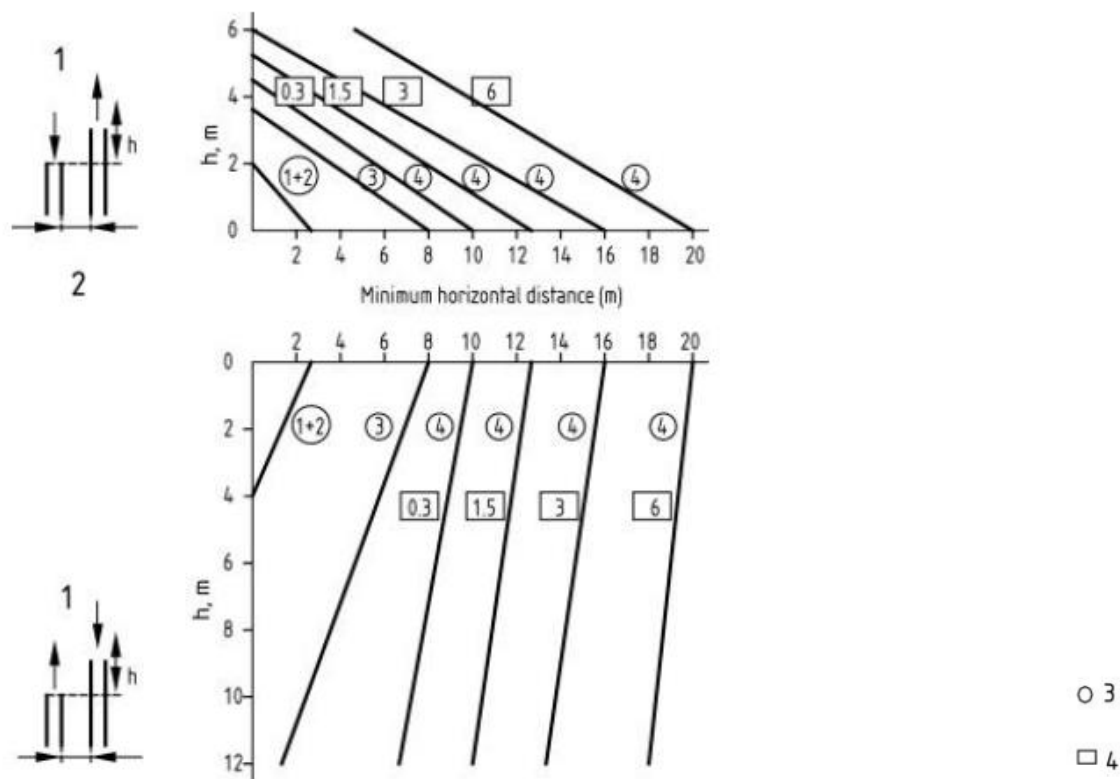
- Règle simplifiée
 - 2 m plus bas que tous les autres rejets (ventilation, hotte, chauffage gaz)
 - Sur une autre paroi si possible



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



Distance entre prise d'air et rejet d'air pour les grands débits: norme EN 13779



Légende

- 1 Distance verticale – Refoulement au dessus d'une prise d'air neuf (haut de la courbe)
- 2 Distance
- 3 Catégorie RJT
- 4 Débit dans l'orifice de refoulement en $m^3 \cdot s^{-1}$
- A Distance minimale horizontale (m)

Figure A.1 — Distances minimales recommandées entre les orifices de refoulement et les prises d'air neuf

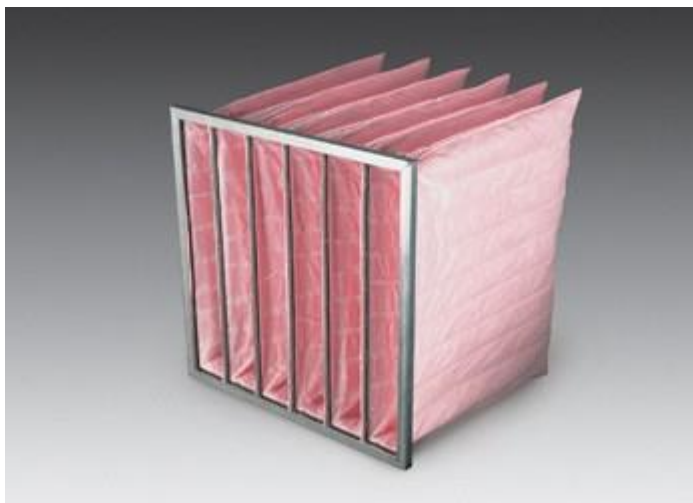
Pourquoi filtrer avec système D?

- **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...

Choix des filtres

- Etanchéité du caisson de filtre!
- Filtres à poche



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

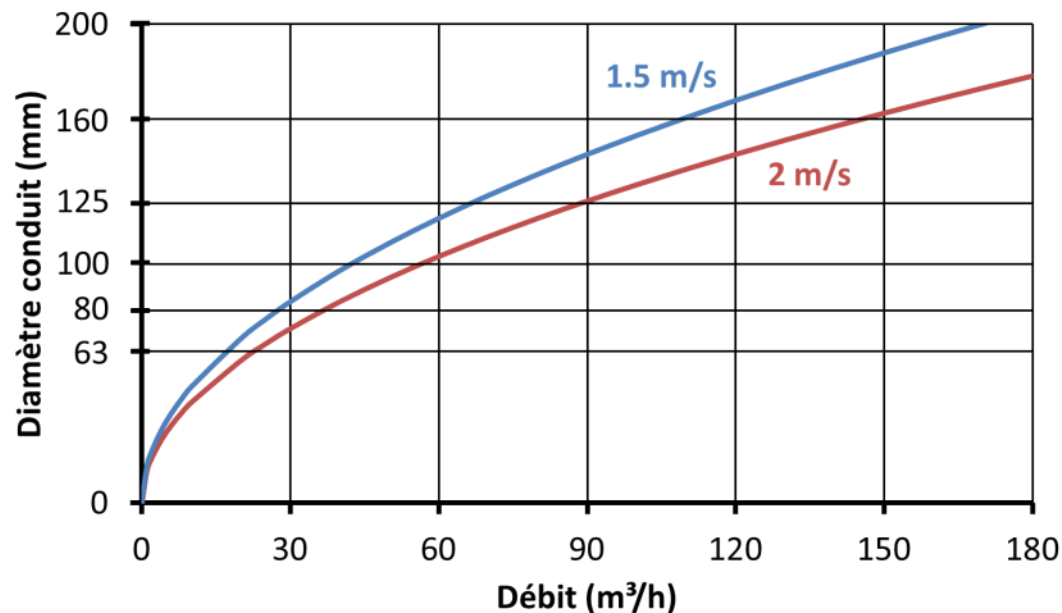


L'emplacement et le nombre de bouches/diffuseurs dans les espaces répondent à plusieurs objectifs

- Limiter le bruit généré par la bouche (confort acoustique)
- Assurer la répartition de l'air dans l'espace (qualité de l'air)
- Eviter les courants d'air (confort thermique)

Pour le confort acoustique, la vitesse dans le conduit terminal est limitée à 1,5 à 2 m/s

- Relation entre le débit, le diamètre et la vitesse de l'air

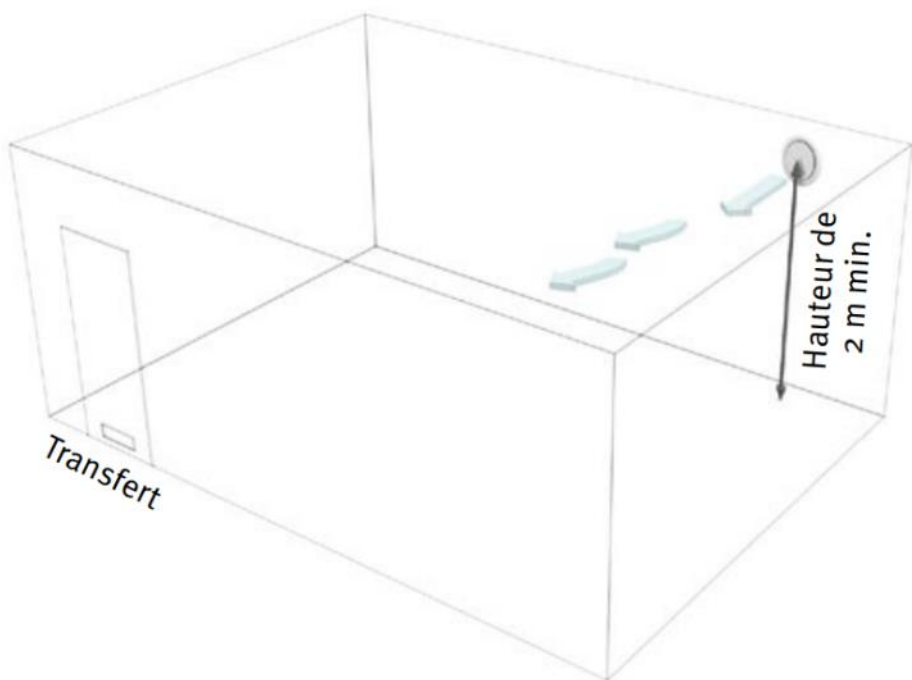


- Prévoir plusieurs bouches/diffuseurs dans les (grands) espaces avec débits élevés

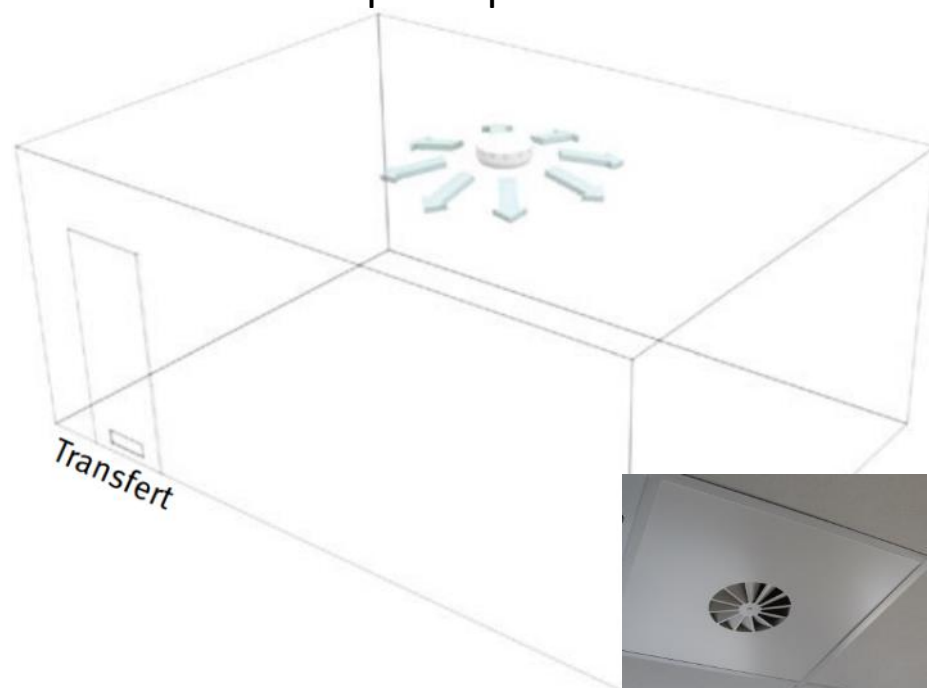
En alimentation, l'emplacement des bouches assure une répartition suffisante de l'air et évite les courants d'air

- Le plus loin possible de l'évacuation (transfert)
- En dehors de la zone d'occupation: exemples pratiques

Depuis un mur, jet horizontal,
au dessus de 2 m du sol



A partir du plafond, avec un jet latéral
ou diffuseur spécifique



En évacuation, l'emplacement des bouches/grilles assure une évacuation efficace des polluants

- En pratique:
 - Le plus loin possible de l'alimentation (transfert)
 - A proximité des sources de polluants
 - En hauteur (ascension air vicié parfois plus chaud)
 - Au mur ou au plafond



Les règles générales suivantes sont toujours d'application pour la conception et le dimensionnement du réseau de conduits

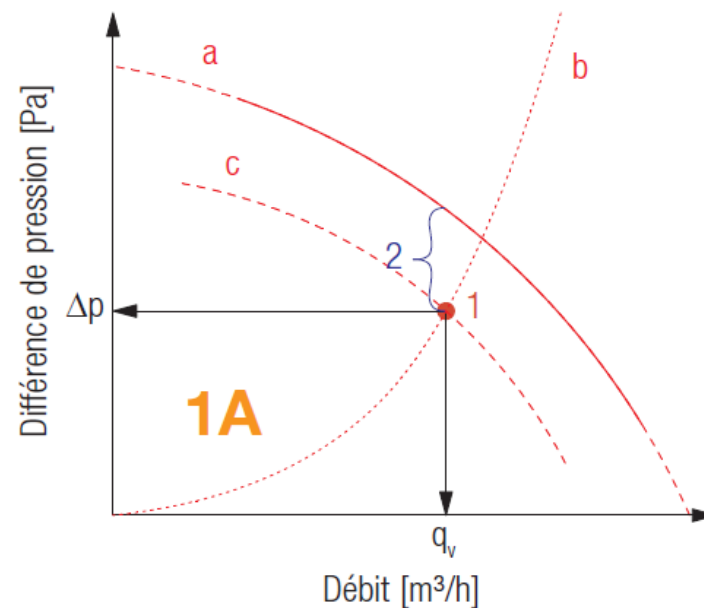
- Identifier les emplacements possibles pour les conduits
- Pertes de pression:
 - Limiter la longueur
 - Eviter les détours inutiles
 - Aussi direct et droit que possible
- Tenir compte de l'emplacement des bouches/diffuseurs
- Eviter le passage de conduits dans des espaces occupés
- Conduits avec de l'air chaud restent de préférence dans le volume protégé



Le ventilateur est sélectionné sur base du point de fonctionnement, avec une réserve de pression suffisante

- Pour réaliser le débit de conception
- A la perte de pression correspondante
 - Perte de pression calculée la plus élevée (trajet le plus défavorable)
 - Mais avec une réserve

Calcul vs. réalité
 Encrassement filtre, etc.
 Pressions dues au vent
 ...



L'acoustique et la consommation électrique sont d'autres critères importants pour les ventilateurs

- Compromis entre grand ventilateur et large plage de réglage
 - Grand ventilateur → moins de pertes de pression, moins de bruit
 - Large plage de réglage → pouvoir adapter les débits aux besoins

- Estimation de la consommation électrique
 - De préférence moteur EC
 - Puissance maximale = sélection grossière
 - Estimer la consommation en un point de fonctionnement
 - Position nominale
 - Position intermédiaire

Critères supplémentaires pour les groupes avec récupération de chaleur (D)

- Filtration: caissons étanches + min. classe G4
- Rendement de récupération de chaleur
- Equilibre des débits: régulation automatique
- By-pass: complet et maintient de la filtration
- Protection antigel
 - Préchauffage
 - By-pass
 - Roue thermique
 - ...
- Récupération de l'humidité?



Pour en savoir plus

NIT 258

- http://www.cstc.be/homepage/download.cfm?dtype=publ&doc=NIT_258.pdf&lang=fr

Rapport n°15:

- Calcul des pertes de pression et dimensionnement des réseaux aérauliques
http://www.cstc.be/homepage/download.cfm?dtype=publ&doc=CSTC_Rapport_15.pdf&lang=fr

Article

- Aspects acoustiques liés à la ventilation mécanique dans les habitations unifamiliales
<http://www.cstc.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=bbri-contact&pag=Contact39&art=605>

Mise en service

Réglage des débits

Mesures

Le réglage des débits vise à réaliser le bon débit au bon endroit, tout en limitant les pertes de pression

- Débits réalisés
 - Aussi proche que possible des débits de conception
 - Mais toujours plus élevé que les débits minimum exigés
 - Avec équilibre alimentation/évacuation

- Limiter les pertes de pression (et le bruit!)
 - Bouches le plus ouvertes que possible
 - Limiter la vitesse du ventilateur



Pourquoi mesurer les débits?

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?

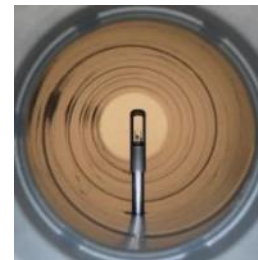
→ Trop faibles!



**Mauvaise
Qualité de l'air!**

Vue d'ensemble des familles de méthodes

- Méthode 1 : mesure en conduit
- Méthode 2 : mesure via un organe déprimogène
- Méthode 3 : mesure au niveau de la bouche

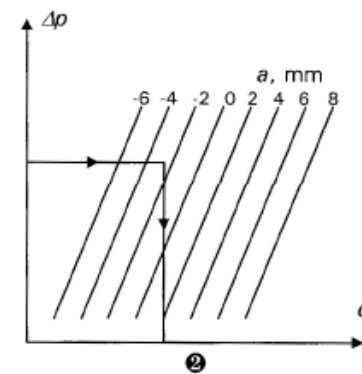
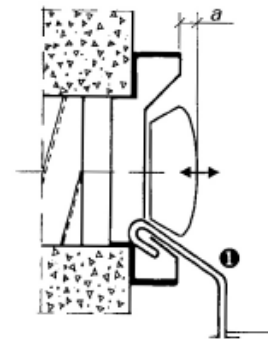


Méthode de mesure 1: mesure en conduit



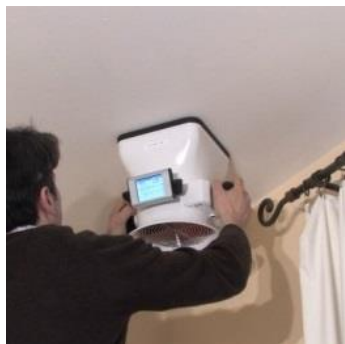
- + Fiable (10-15% erreur)
- Moins pratique (accessibilité, longueur droite, calcul,...)

Méthode 2: Différence de pression sur un composant



- + Méthode prometteuse
- Fiabilité des données?

Méthode 3: Au niveau de la bouche



- + Pratique et répandue
- Erreur importante (> 50%) dans certaines conditions

Mesure de la puissance absorbée d'un système de ventilation grâce à un puissance-mètre



- Mesure de la puissance active
- Directement sur l'alimentation
- Prévoir que ce soit mesurable (alimentation via une prise de courant)



La puissance spécifique du ventilateur est un bon indicateur de la qualité de l'installation

$$SFP_{system} = \frac{P_{tot}}{\dot{V}_{max}} \quad \text{W}/(\text{m}^3/\text{h})$$

- SFP est influencé positivement par:
 - Bon ventilateur + régulation (ex. EC)
 - Faibles pertes de pression du réseau / du groupe
 - Réseau de conduits étanches à l'air





Pour les systèmes B et C, la classe SFP 2 est recommandées,
 pour les systèmes D, la classe SFP 4

	Puissance spécifique SFP _{system} en W/(m ³ /h)
SFP1	< 0,14
SFP2	0,14 – 0,21
SFP3	0,21 – 0,35
SFP4	0,35 – 0,56
SFP5	0,56 – 0,83
SFP6	0,83 – 1,25
SFP7	> 1,25

Aspects microbiologiques et Entretien

Le système de ventilation peut-il être une source de polluants?

- Rappel but de la ventilation:
 - Evacuer les polluants intérieurs
Humidité, CO₂ et bioeffluents, VOC, ...
 - Alimenter en air neuf/frais
Air extérieur, normalement peu pollué

- Conditions de réussite:
 - Eviter les sources de polluants dans le système lui-même
 - Limiter les polluants venant de l'extérieur



Le système de ventilation peut-il être source de micro-organismes (moisissures et bactéries)?

- Principale condition de développement microbiologique
 - Présence d'humidité > 70-80%

- Le but est justement d'évacuer l'humidité de l'air intérieur
 - Dans les espaces « humides »: salle de bain, buanderie, cuisine, ...
 - Mais aussi dans les chambres à coucher

- Risque d'humidité et/ou de développement microbiologique dans le système lui-même?
 - Quels risques pour quels systèmes ?
 - Résultats de mesure sur site ?

Moisissures et bactéries?

- Sources de moisissures
 - Principalement à l'extérieur (sol, végétation,...)
 - Normalement pas dans bâtiments

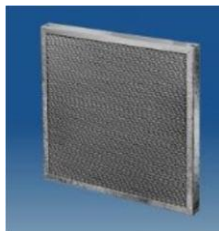
- Sources de bactéries
 - Surtout intérieur: occupants, animaux, résidus alimentaires,...

- Grandes variations des sources extérieures
 - Environnement, saison, etc.



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)

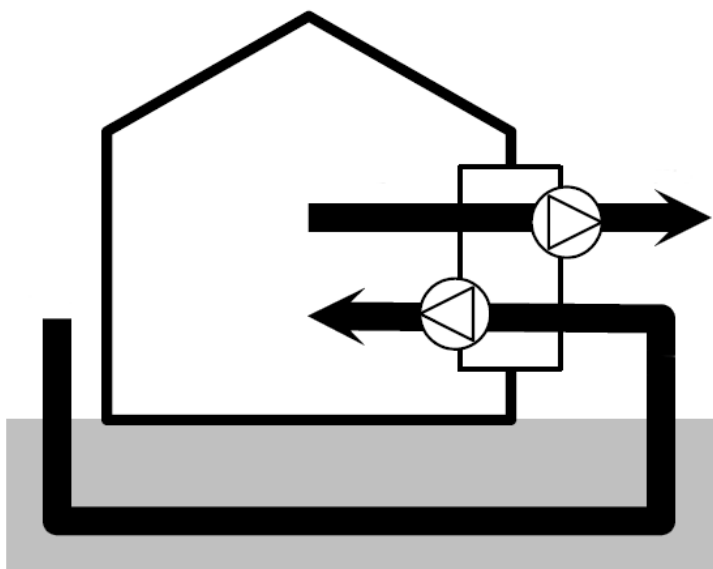


Risque?				Condensation		
Quand?				Parfois en été		

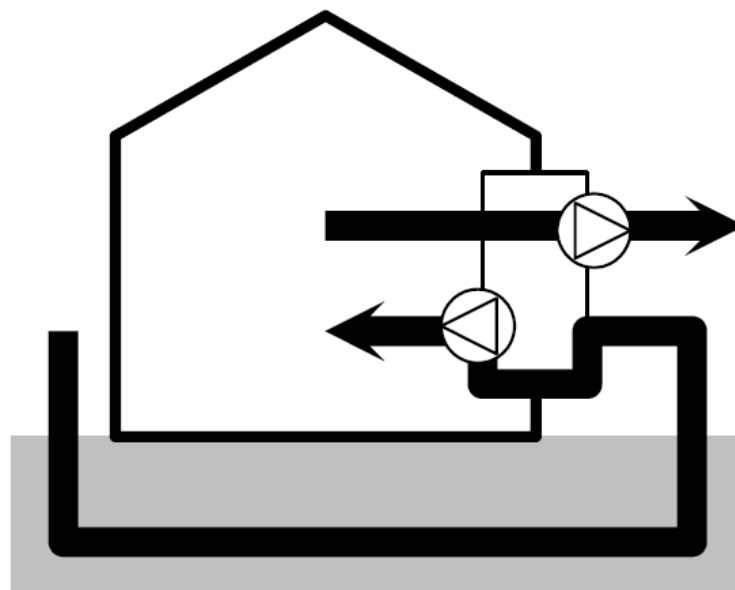
- Comment limiter le risque?
 - Conception, préfiltration, pente + récolte condensats, entretien,...
- Alternatives?
 - Echangeurs sol/eau à eau glycolée
 - Autres solutions de freecooling et antigel

Intermezzo: efficacité d'un puit canadien

Préchauffage
hiver?

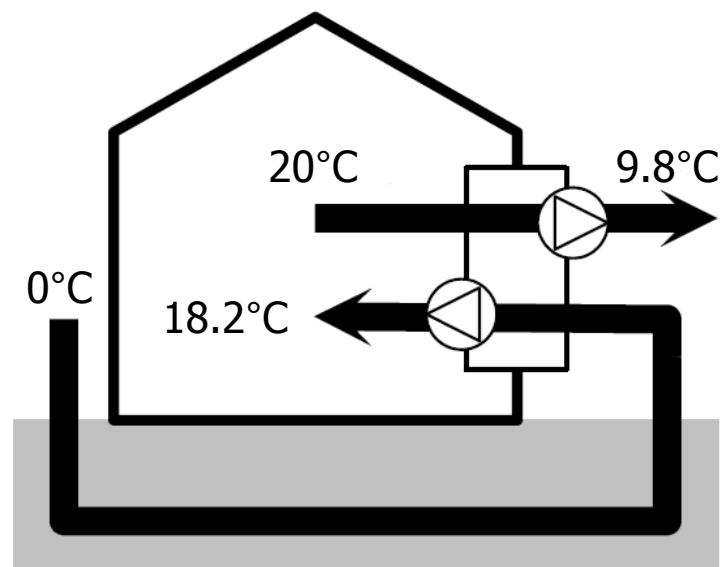
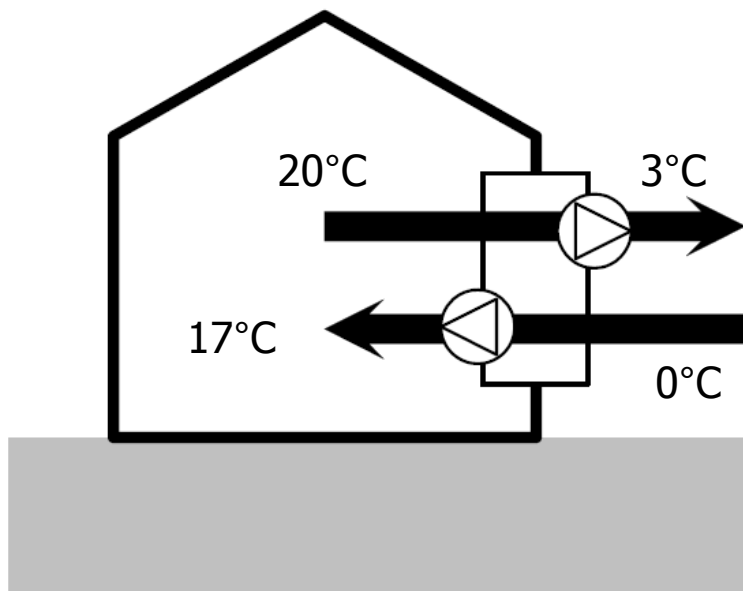


Pré-refroidissement
été?



Intermezzo: efficacité d'un puit canadien

- Système D: rendement de 75-85%
- Puit canadien:
 - Peut encore récupérer au max. 15-25% → limité!
 - Intérêt: fonction antigel pour l'échangeur



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,...

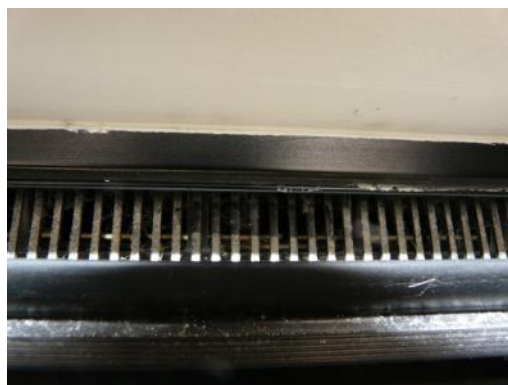
• Filtre

Nettoyage régulier

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

Alimentation naturelle – système A et C

RTO - OAR



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

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

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

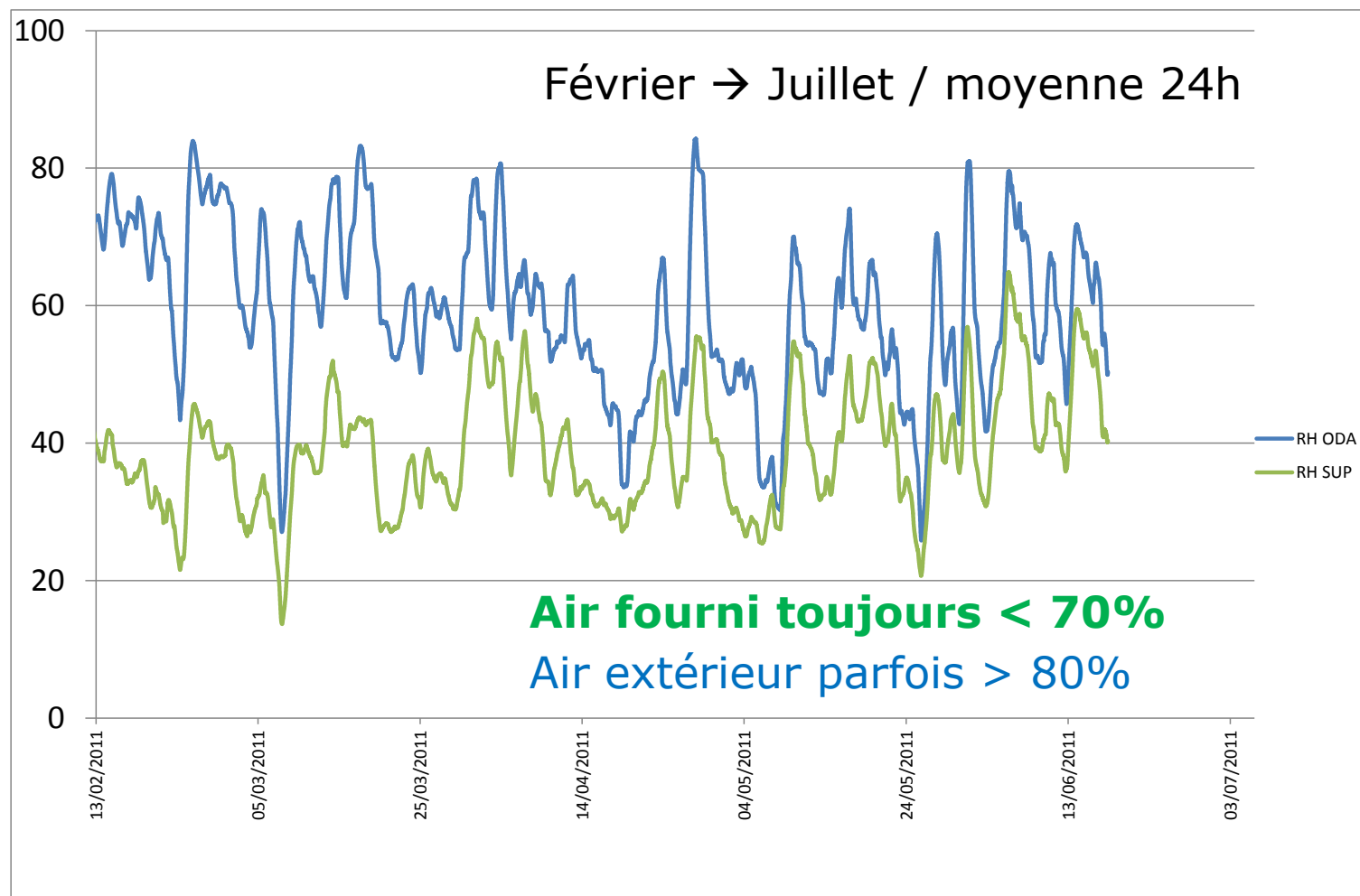
- Air extérieur



- Air fourni



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



Systemes C et D: analyses microbiologiques in situ

■ Méthode

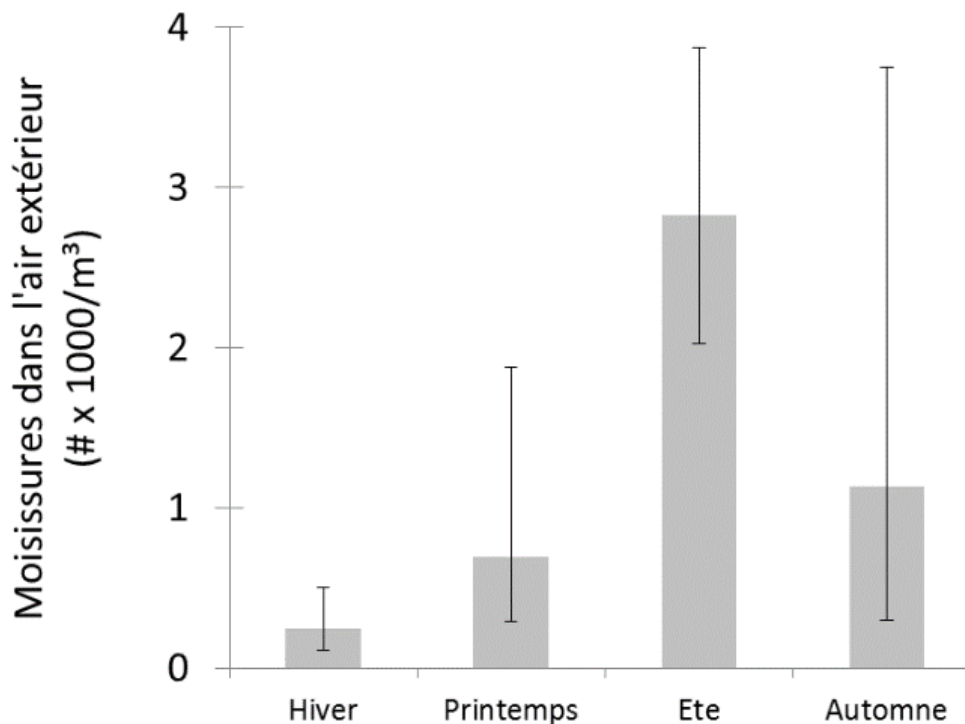
- Analyse des moisissures et bactéries
- Echantillons d'air

Air fourni

Toujours à comparer à l'air extérieur

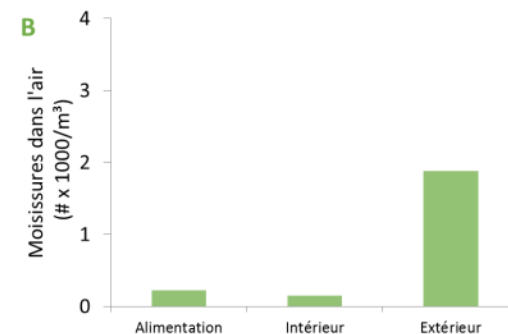
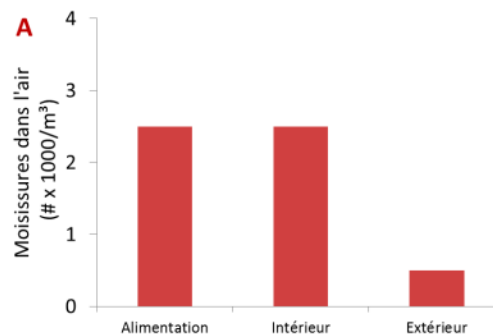
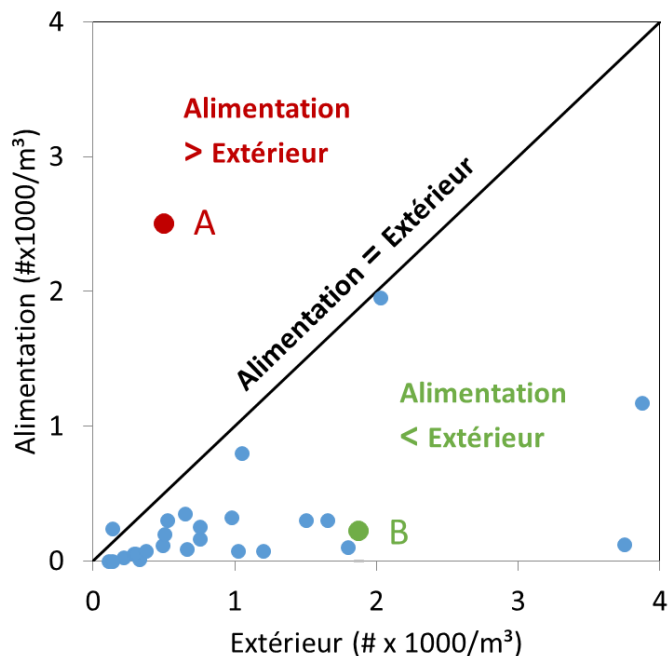


Les moisissures dans l'air extérieur varient fortement en fonction des saisons



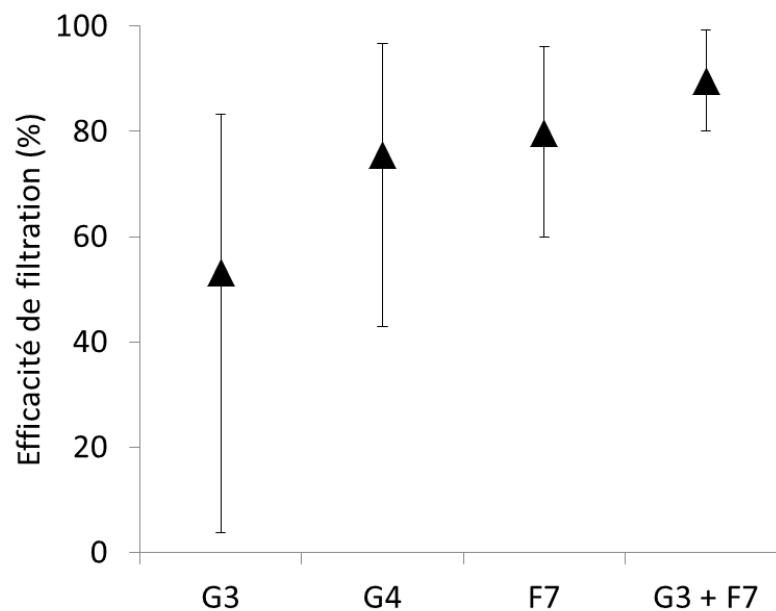
- Importance de la méthodologie: toujours comparer avec l'extérieur!

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



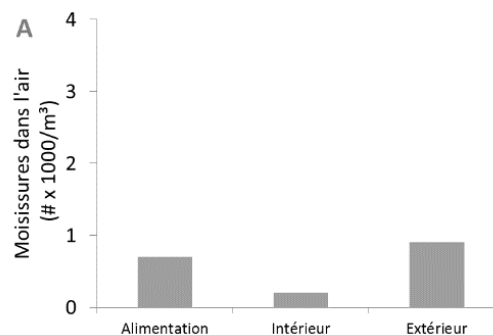
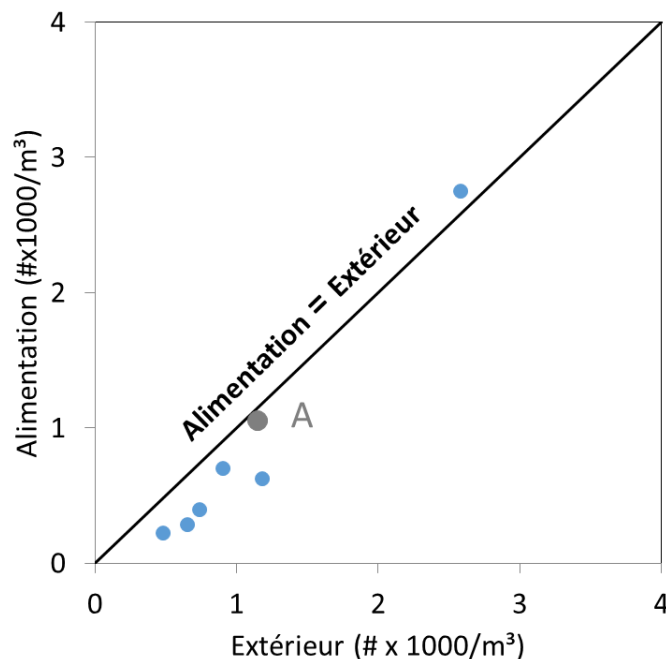
- Pour la majorité des cas
 - Pas de sources dans le système lui-même
 - Plutôt une diminution grâce aux filtres

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

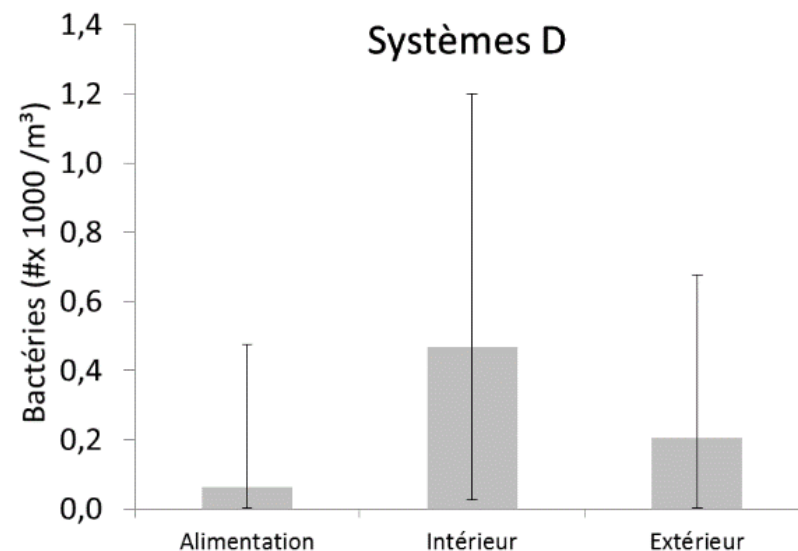
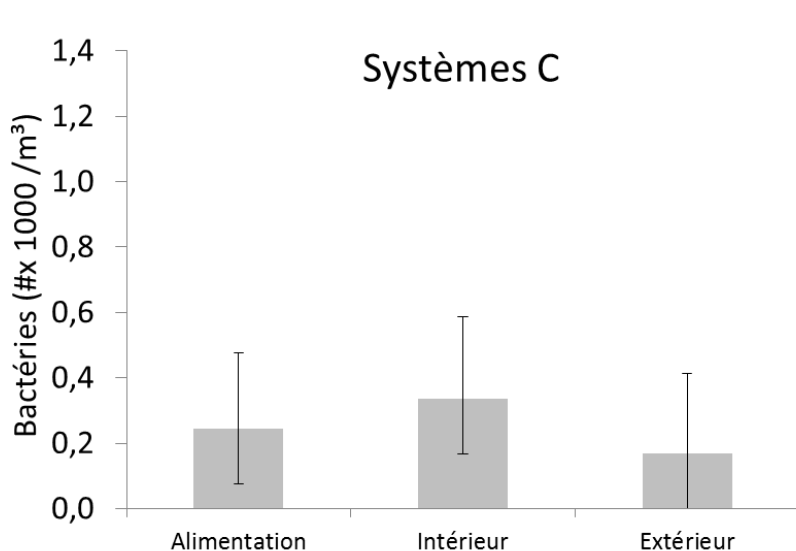
Systeme C: le nombre de moisissures dans l'air d'alimentation est généralement très proche de l'air extérieur



- 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!**



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...

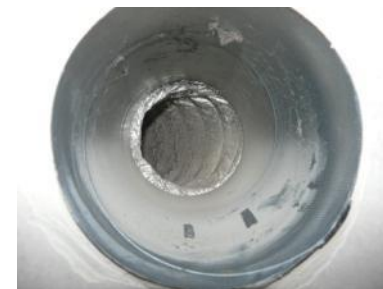
9 ans



16 ans



Conduits **Evacuation**



L'entretien est essentiel pour garantir un fonctionnement correct du système de ventilation pendant l'utilisation

- Accessibilité du réseau de conduits
- Accessibilité du groupe de ventilation
- Manuel d'utilisation
- Information sur l'entretien

Pour un entretien correct, une accessibilité est nécessaire

- Groupe de ventilation accessible
- 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

Pour un entretien correct, une accessibilité est nécessaire

- Réseau de conduit accessible

- Via ouvertures d'accès :

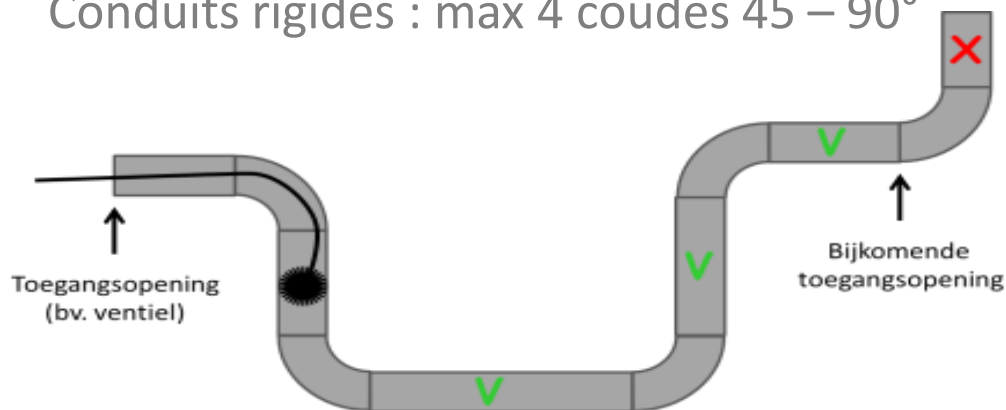
Grille ou bouche

Ouverture ou partie démontable

- Entre 2 accès :

Maximum 1 obstacle (clapet, filtre,...)

Conduits rigides : max 4 coudes 45 – 90°



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



Pour un entretien correct, une information de l'utilisateur est nécessaire

- Manuel d'utilisation

Langue, principes de base, stratégie de régulation, fiches utilisateur

- Consignes d'entretien

- Carnet d'entretien avec calendrier

Pour l'utilisateur et pour l'entreprise d'installation

- Consignes simplifiées disponibles sur l'appareil

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.

www.wtcb.be

NIT 258: Guide pratique des systèmes de ventilation de base des logements

Outil de calcul <http://www.cstc.be/homepage/index.cfm?cat=tools&sub=calculator&pag=optivent>

Dossier entretien 2014/2.11

Dossier: mesure des débits mécaniques 2012/3.12, update 2015

Dossier: de l'air frais dans les vieilles maisons 2011/02.14

Article sélection des ventilateurs 2015/3

Article acoustique de la ventilation mécanique 2013/03.16

Video ventilation <http://www.wtcb.be/homepage/index.cfm?cat=information&sub=video>

<http://energie.cstc.be/>

Infofiches PEB Nr 42.01/09

www.epbd.be

Données produit PEB

www.energiesparen.be

Ventilatiedocument residentieel 2015 juli.pdf

+ niet residentieel/verbouw

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

STS Ventilation

