



- Perméabilité à l'air des bâtiments & des réseaux aérauliques
- Thermographie infrarouge
- Qualité de l'air

La ventilation des bâtiments

La mesure des réseaux de ventilation

John PINON

Juin 2016

Entreprise disposant de mesureurs de la perméabilité à l'air de l'enveloppe des bâtiments, autorisée par le Ministère en charge de la construction (MEDDTL) Autorisation n° 2010-0187

Entreprise labellisée



www.expair54.fr

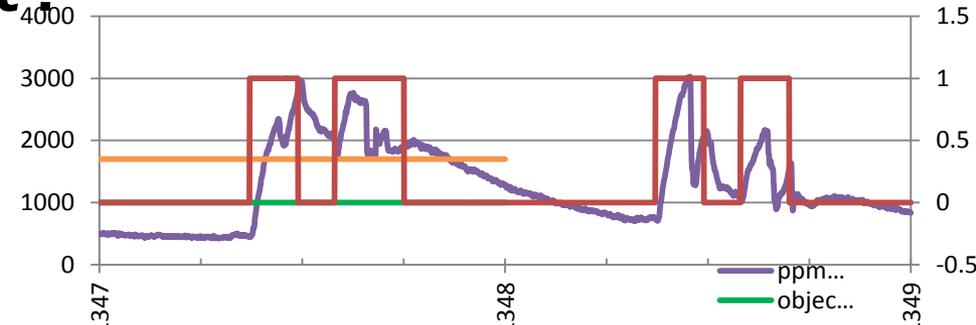


Ventiler : pour quoi faire ?

Renouveler l'air du bâtiment !

➤ Evacuer l'air vicié

- Humidité
- CO₂
- Odeurs (Cuisine, WC, activités, ...)
- Polluants : CO, COV, bactéries, virus, pollens, ...



➤ Amener de l'air neuf

- Filtrer ?
- Chauffer ?
 - Limite du chauffage par l'air ?



Ventiler : pour quoi faire ?

Mesure du taux de CO₂ dans une école des années 1960 (9h-17h) :



Confort et normes de confort

Ventiler : pour quoi faire ?

➤ Confort et normes de confort

➤ **Température**

➤ **Humidité**

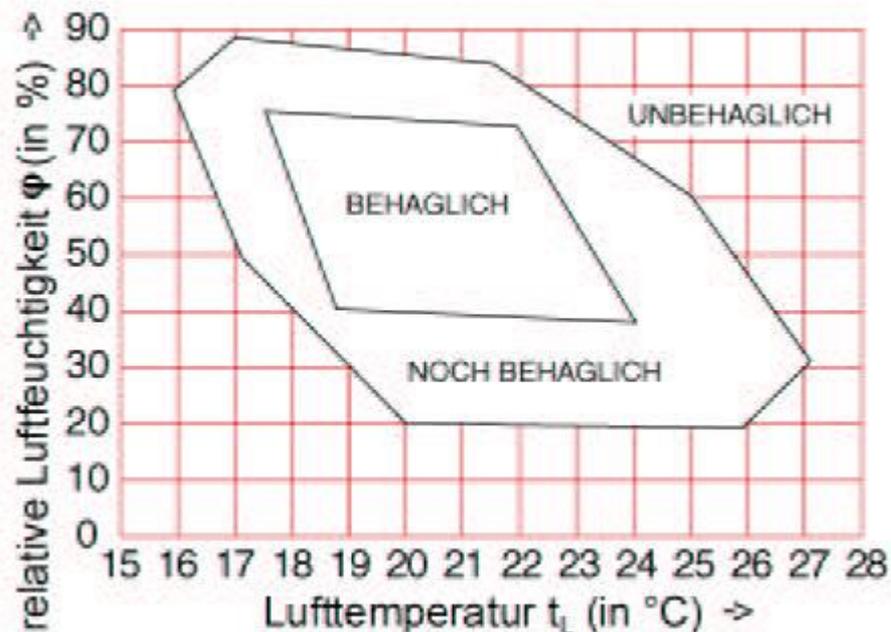
➤ **Vitesse de l'air (courants d'air) - sources ?**

➤ **Gradi**

➤ **CO₂**

➤ **Pollua**

➤ **Quali**



➤ **Normes : EN ISO 7730, ASHRAE Comfort classes**

Ventiler : pour quoi faire ?

- *Confort et normes de confort*
 - **Température**
 - **Humidité – sources ? « puits » ?**
 - **Vitesse de l'air (courants d'air) - sources ?**
 - **Gradients de température**
- **CO₂**
- **Polluants**
- **Qualité de l'air**

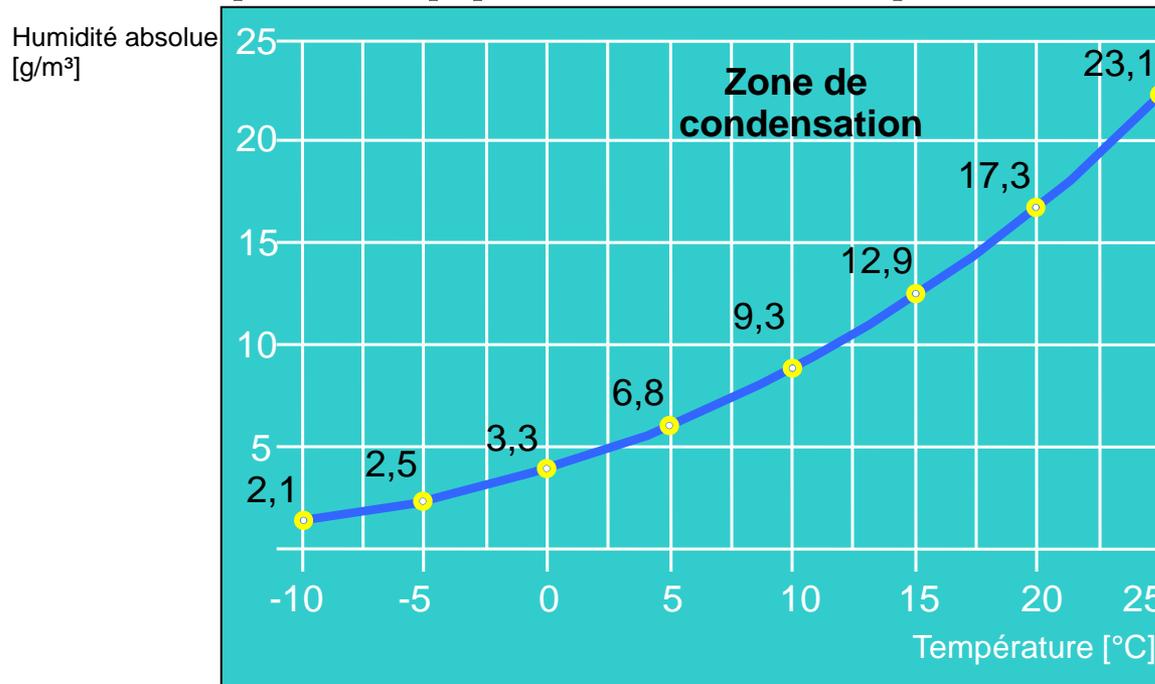
Ventiler : pour quoi faire ?

- *Confort et normes de confort*
- **Humidité absolue**
- **Humidité relative**

- **Evolution par rapport à la température**

Ventiler : pour quoi faire ?

- Confort et normes de confort
- Humidité absolue
- Humidité relative
- Evolution par rapport à la température



- Diagramme de Mollier !

Ventiler : pour quoi faire ?

Humidité : production

Ventiler : pour quoi faire ?

- *Production d'humidité*

Sources d'humidité dans un bâtiment ?

Ventiler : pour quoi faire ?

- Production d'humidité

Sources d'humidité dans un bâtiment ?



Ventiler : pour quoi faire ?

- *Production d'humidité*
 - Cuisine
 - Hygiène (douche, bain, lessive, ...)
 - Respiration ! (Humains, Animaux, Plantes!)
 - Transpiration

- Typiquement : 75-90 g/h/pers (total)

- Attention au chauffage « d'appoint » ou décoratif !

Ventiler : pour quoi faire ?

CO₂, CO, autres polluants : qualité de l'air.

Ventiler : pour quoi faire ?

➤ *CO₂, CO, autres polluants : qualité de l'air*

➤ **Sources de CO₂ (Dioxyde de carbone) ?**

Ventiler : pour quoi faire ?

- CO_2 , CO , autres polluants : qualité de l'air
- Sources de CO_2 (Dioxyde de carbone) ?



Ventiler : pour quoi faire ?

- CO_2 , CO , autres polluants : qualité de l'air

Sources de CO_2 :

- **Respiration ! (Humains, Animaux, Plantes!)**
- **Appareils de combustion**
 - **Chauffage d'appoint**
 - **Chauffage « décoratif » (poêles à méthanol)**
 - **(Cuisine)**
- **Mais aussi :**
 - Moteurs à combustion,
 - Bougies, lampes à gaz, ...



Ventiler : pour quoi faire ?

➤ *Dioxyde de carbone : CO₂*

Les impacts :

- ✓ Manque de concentration
- ✓ Fatigue, maux de tête...
- ✓ voire pire !

CO2 en ppm	CO2 en %	Effets
380	0,038	Moyenne extérieure
700	0,07	Atmosphère en ville
800	0,08	Sensation olfactive
1 400	0,14	Moyenne en habitation
4 000	0,4	Maximum en salle de classe
20 000	2	Brièvement supportable
40 000	4	Difficultés respiratoires
60 000	6	Etourdissement/évanouissement
80 000 et plus	8 et plus	Dose létale



Ventiler : pour quoi faire ?

➤ CO_2 , CO , autres polluants : qualité de l'air

➤ Sources de CO (Monoxyde de carbone) ?



Ventiler : pour quoi faire ?

- CO_2 , CO , autres polluants : qualité de l'air

Sources de Monoxyde de Carbone (CO) :

- Appareils de combustion « fermés »
 - Chaudières
 - Inserts, poêles, ...
- Mais aussi :
 - Moteurs à combustion

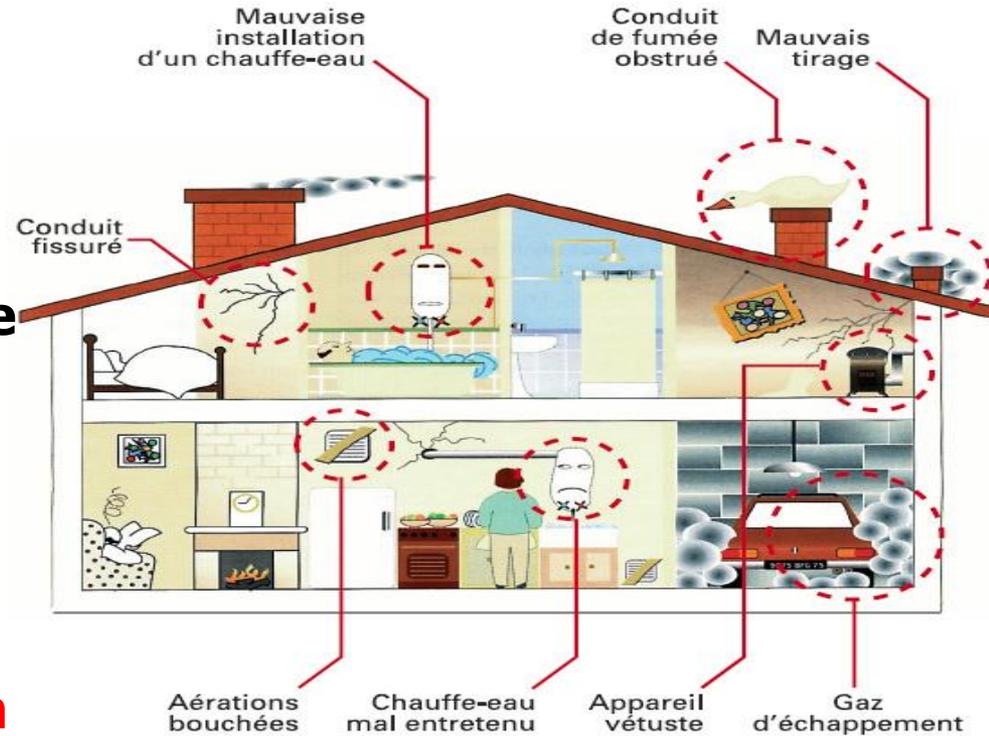


Ventiler : pour quoi faire ?

➤ LE MONOXYDE DE CARBONE ou CO

Les sources :

- ✓ Combustion incomplète (manque d'oxygène)
- ✓ Cigarette
- ✓ **Moteurs à combustion interne**
 - ✓ Voitures
 - ✓ Tondeuses
 - ✓ groupes électrogènes
 - ✓ motopompes, ...
- ✓ **Appareils de combustion en cas d'équilibre de pression (contre-tirage)**
 - ✓ Bois
 - ✓ Charbon
 - ✓ Gaz
 - ✓ Fioul, ... peu importe le combustible !



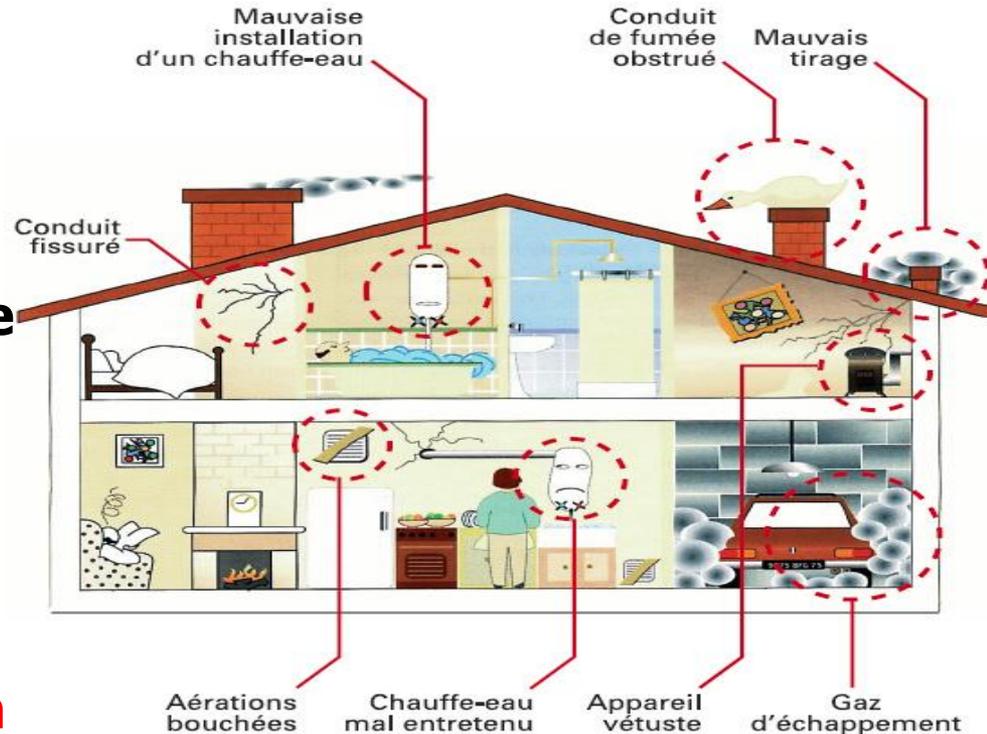
Les impacts :

Ventiler : pour quoi faire ?

➤ LE MONOXYDE DE CARBONE ou CO

Les sources :

- ✓ Combustion incomplète (manque d'oxygène)
- ✓ Cigarette
- ✓ **Moteurs à combustion interne**
 - ✓ Voitures
 - ✓ Tondeuses
 - ✓ groupes électrogènes
 - ✓ motopompes, ...
- ✓ **Appareils de combustion en cas d'équilibre de pression (contre-tirage)**
 - ✓ Bois
 - ✓ Charbon
 - ✓ Gaz
 - ✓ Fioul, ...



Les impacts :



peu importe le combustible !

Ventiler : pour quoi faire ?

➤ LE MONOXYDE DE CARBONE ou CO

Les sou

✓ Com
(mai

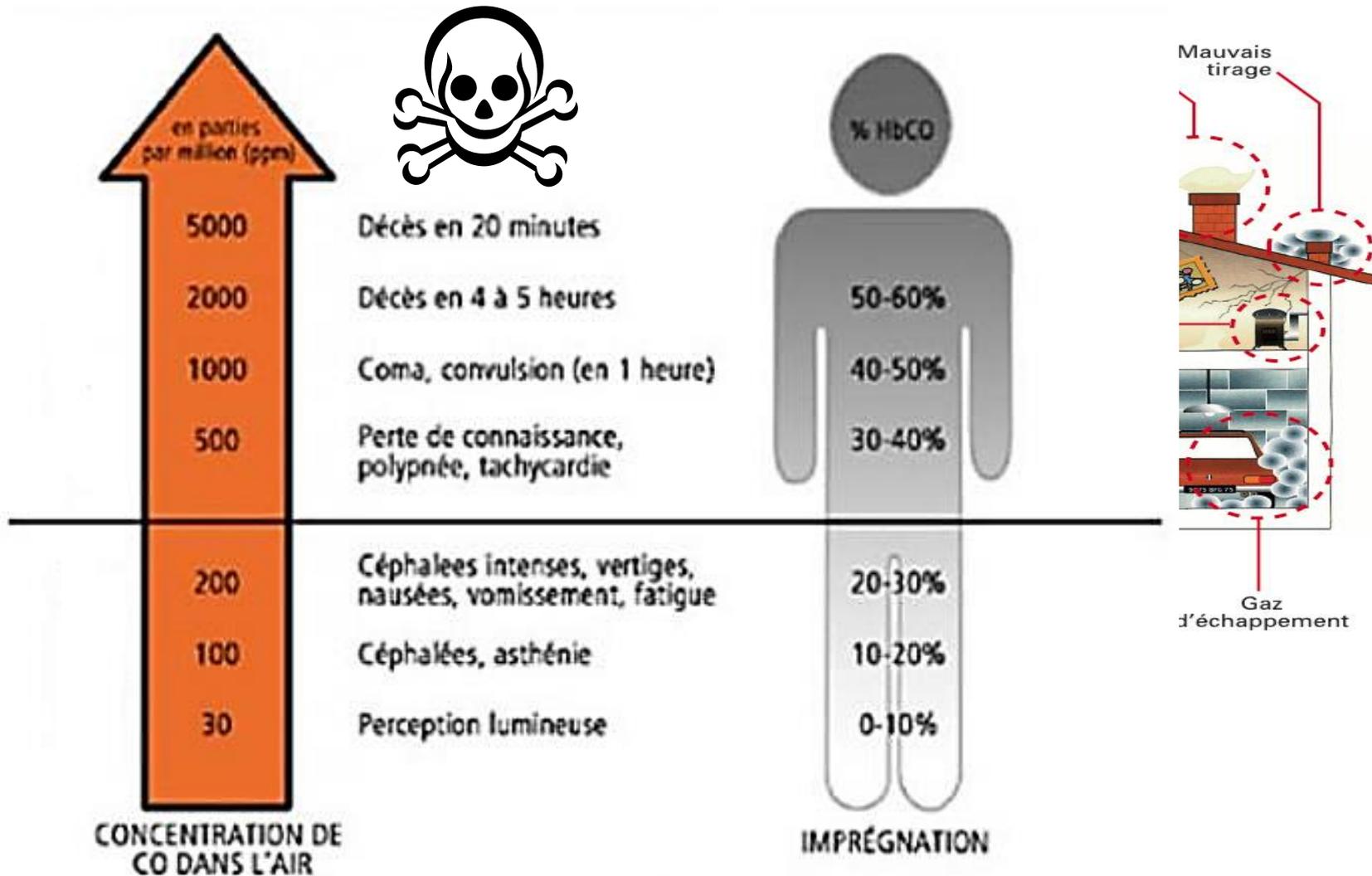
✓ Ciga

✓ **Mot**

- ✓
- ✓
- ✓
- ✓

✓ **App**
en c
(cor

- ✓
- ✓
- ✓
- ✓



Ventiler : Comment ?

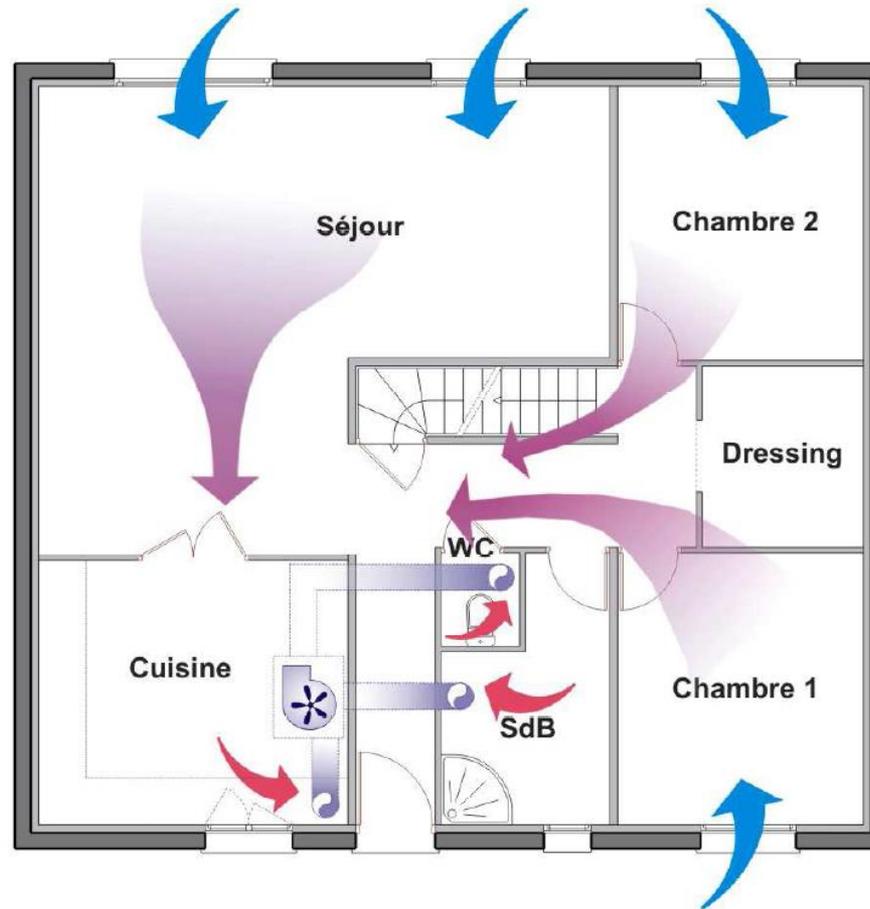
Les grands principes

Ventiler : Comment ?

- *Principe d'un système de ventilation*

Ventiler : Comment ?

- *Principe d'un système de ventilation*



Principe du « Balayage »

Ventiler : Comment ?

- *Dimensionnement : principes, normes, arrêtés*

Ordre de grandeur ?

- **Prévention générale des risques d'humidité**
- **Qualité de l'air – par habitant**
- **Evacuation de l'humidité spécifique**

- *Dimensionnement : principes, normes, arrêtés*

Dimensionnement : trois approches

- **Prévention générale des risques d'humidité**
 - 0.3 x volume du bâtiment par heure
- **Qualité de l'air – par habitant**
 - 30 m³/h par habitant
- **Evacuation de l'humidité spécifique**
 - Arrêté de 1982 sur la ventilation
 - 45 m³/h en cuisine
 - 30 m³/h par salle d'eau
 - 15 m³/h par WC

Ventiler : Comment ?

- *Dimensionnement : principes, normes, arrêtés*

En tertiaire : idem mais...



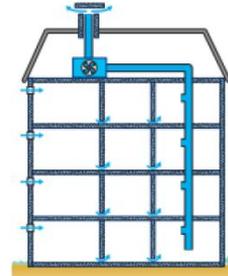
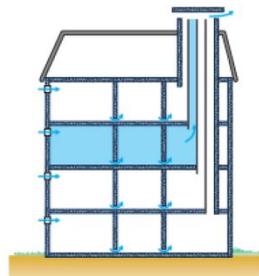
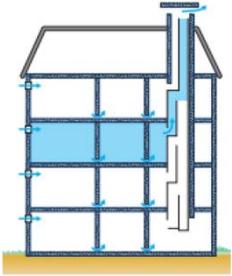
- **30 m³/h par pers.**

Ventiler : Comment ?

Les grandes familles de systèmes de ventilation

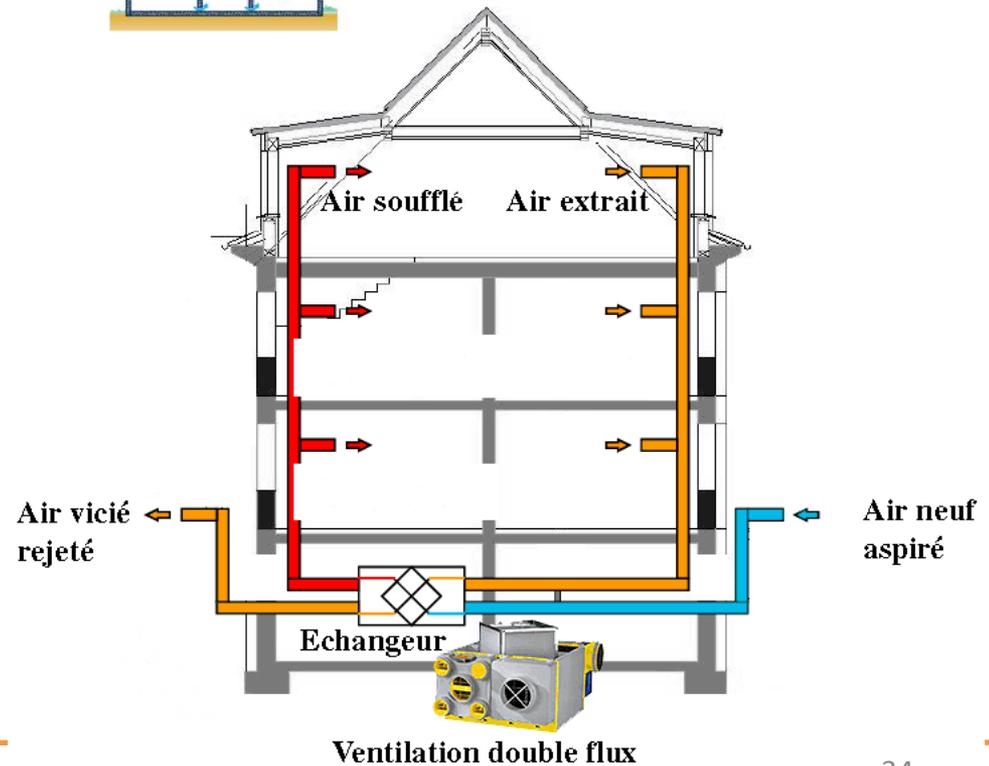
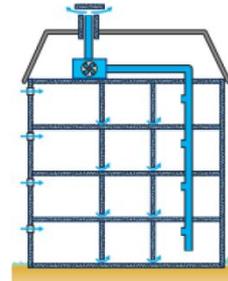
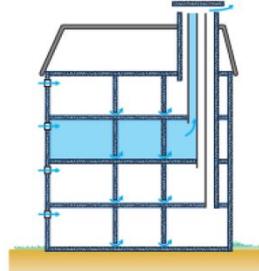
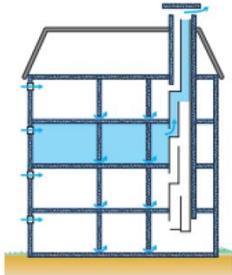
Ventiler : Comment ?

- *Les grandes familles de systèmes*
- **Evolution**



Ventiler : Comment ?

- Les grandes familles de systèmes
- **Evolution**



Ventiler : Comment ?

Éléments d'un système de ventilation

Ventiler : Comment ?

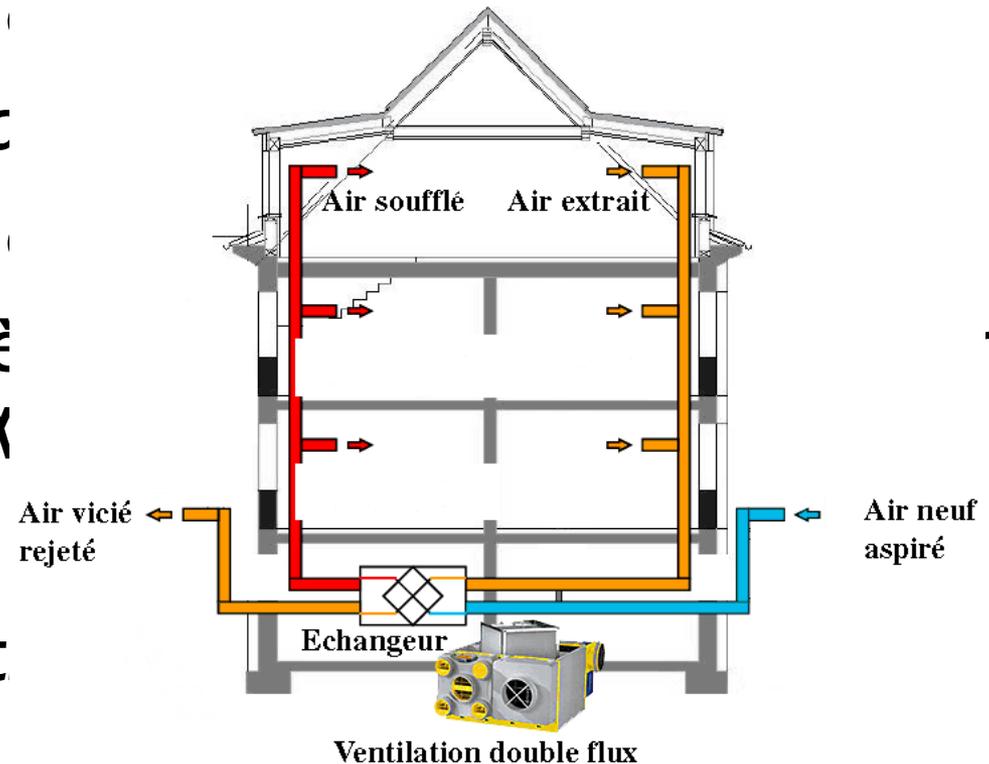
- *Éléments d'un système de ventilation*

- **Bouches ou grilles d'extraction**
- **Modules d'entrée d'air**
- **Bouches ou grilles d'insufflation**
 - **Catalogues Aldès, France Air, Hélios, Zehnder, Paul, Drexel & Weiss, GEA, Atlantic, ...**
- **Réseau « chaud »**
- **Groupe de ventilation**
- **Filtres**
- **Réseau « froid »**

Ventiler : Comment ?

➤ *Éléments d'un système de ventilation*

- Bouches ou grilles
- Modules d'entrée c
- Bouches ou grilles
 - Catalogues Aldè Paul, Drexel & W
- Réseau « chaud »
- Groupe de ventilat
- Filtres
- Réseau « froid »



Ventiler : Comment ?

➤ *Éléments d'un système de ventilation*



➤ **Unités**

➤ **Réseau « froid »**

Ventiler : Comment ?

➤ *Éléments d'un système de ventilation*



Centrale de ventilation domestique double flux (200-300 m³/h)

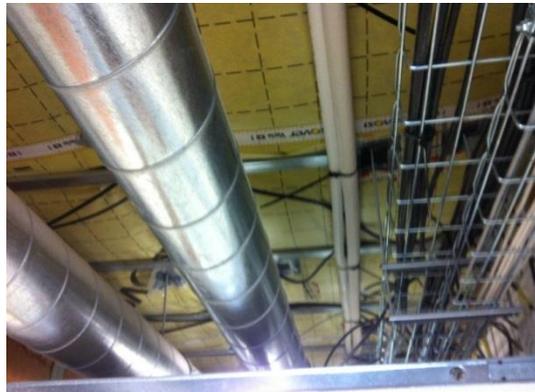


Réseaux
(NB : avant isolation du plafond)



Tuyaux de distribution : lisses à l'intérieur
1 par pièce (2 en parallèle pour la cuisine)

Caisson de répartition



Réseaux en tertiaire
(NB : ici, d. 160mm, en volume chauffé)

Critères de qualité et de jugement

➤ *Critères de qualité d'un système de ventilation*

➤ **Taux de récupération de chaleur : efficacité**

NB : Simple flux = 0%

Double flux : de 60 à 95 %.

➤ **Puissance spécifique de l'installation**

➤ **Objectif : $P_s \leq 0.45 \text{ Wh/m}^3$ (1 seul débit)**

➤ **Pertes de charge dans le réseau**

➤ **« Nettoyabilité » du réseau**

➤ **Accès, solidité des tuyaux**

Ventiler : Comment ?

- Critères de qualité d'un système de ventilation



Vs.

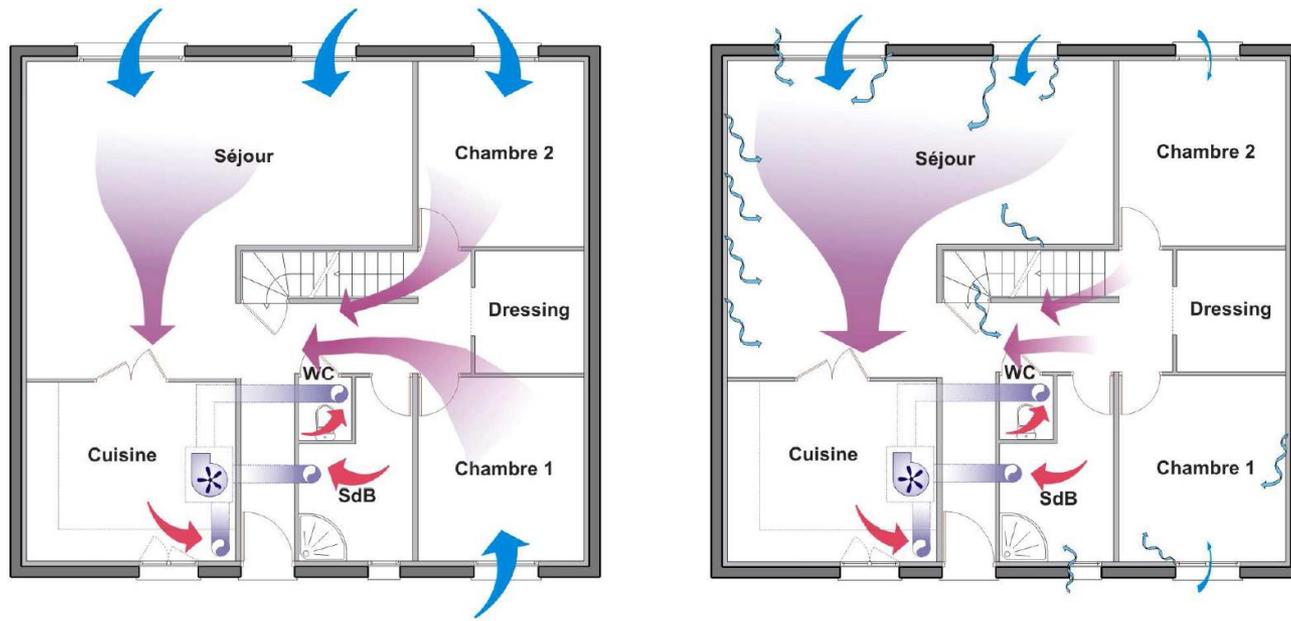


Ventiler : Comment ?

Impacts de l'(in)étanchéité à l'air

Ventiler : Comment ?

- *Impact de l'(in)étanchéité à l'air*



Ventiler : Comment ?

- *Impact de l'(in)étanchéité à l'air*
 - *Dépressions dans le bâtiment*



Ventiler : Comment ?

- *Impact de l'(in)étanchéité à l'air*
 - *Dépressions dans le bâtiment*



➤ **Flux parasites !**

Ventiler : impacts, écueils & erreurs à éviter

- *Trop ventiler : assèchement de l'air !*
- *Ventilation à double flux et équilibrage des pressions ?*
- *Qualité des réseaux de ventilation*
 - *Rugosité : tuyaux lisses !*
 - *Matériaux :*
 - *Qualité alimentaire*
 - *Antistatique*
 - *Résistants mécaniquement*
 - *Étanchéité – efficacité de la ventilation*
 - *Éviter coudes, écrasements, changements de section (surtout ouvrants)*



section (surtout ouvrants)

Ce qu'il FAUT faire !

- *Spécifier correctement le système*
- *Spécifier correctement le réseau*

- *Equilibrer l'aspiration et l'insufflation*
- *Mesurer et régler les débits par pièce*
 - ***Processus itératif : équilibrage !***
 - ***Mesurer les débits***
 - ***Mesurer l'étanchéité du réseau***
- *Exiger un PV de mesure des débits par pièce*



...nt le ...
...nt le ...
...et l'...
...débi...
...if : e...
...its
...néite...
...ure a...

Mesure de l'étanchéité à l'air des réseaux de ventilation

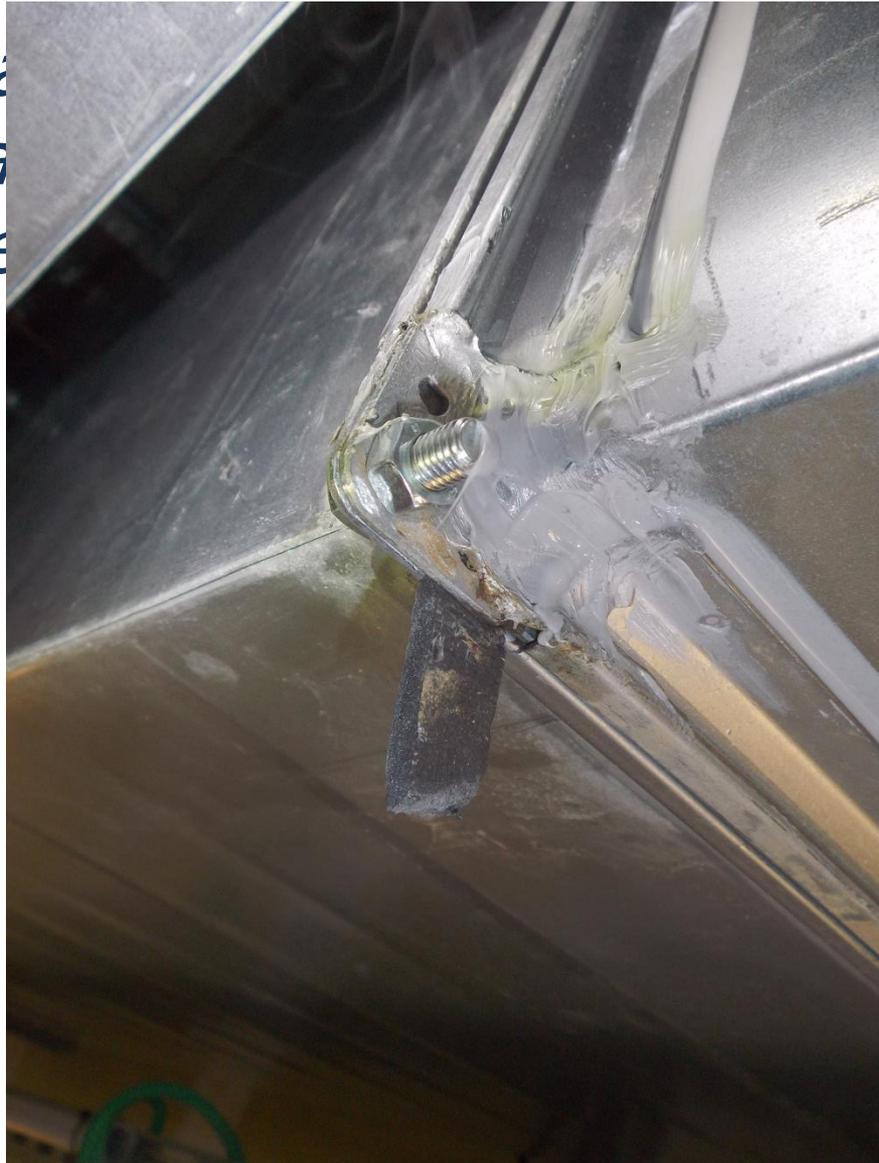
Mesure : pourquoi ?

Mesure étanchéité réseau : pourquoi ?

- *Ventiler là où on veut ventiler...*
- *Ventiler avec les bons débits*
- *Economies d'énergie !*

Mesure étanchéité réseau : pourquoi ?

- *Ventiler la*
- *Ventiler a*
- *Economie*



Mesure étanchéité réseau : pourquoi ?

- *Ventiler là où on veut ventiler...*
- *Ventiler avec les bons débits*
- *Economies d'énergie !*



Mesure étanchéité réseau : pourquoi ?

- *Ventiler là où on veut ventiler...*
- *Ventiler avec les bons débits*
- *Economies d'énergie !*



Mesure : comment

Mesure étanchéité réseau : comment ?

- *Un peu comme un test sur le bâtiment*
- *Mettre en pression / dépression*
- *Mesurer le débit nécessaire.*
- *Comparer à une tolérance*

Mesure étanchéité réseau : comment ?

- *Un peu comme un test sur le bâtiment*
- *Mettre en pression / dépression*
- *Mesurer le débit nécessaire.*
- *Comparer à une tolérance*



Mesure étanchéité réseau : comment ?

- *Un peu comme un test sur le bâtiment*
- *Mettre en pression / dépression*
- *Mesurer le débit nécessaire.*
- *Comparer à une tolérance*



Mesure étanchéité réseau : comment ?

- *Un peu comme un test sur le bâtiment*
- *Mettre en pression / dépression*
- *Mesurer le débit nécessaire.*
- *Comparer à une tolérance*

Classe d'étanchéité à l'air	Limite d'étanchéité à l'air f_{\max} [m ³ .s ⁻¹ .m ⁻²]
A	$0,027 \times P_{\text{essai}}^{0,65} \cdot 10^{-3}$
B	$0,009 \times P_{\text{essai}}^{0,65} \cdot 10^{-3}$
C	$0,003 \times P_{\text{essai}}^{0,65} \cdot 10^{-3}$
D	$0,001 \times P_{\text{essai}}^{0,65} \cdot 10^{-3}$

Taux de fuite :

→ 6 %

→ 2 %

→ 0.7 %

→ 0.23 %

↪ x 27

Mesure étanchéité réseau : comment ?



Attention, ce n'est pas si simple...

Mesure étanchéité réseau : comment ?

Attention, ce n'est pas si simple...

Tolérance : $m^3/s.m^2$

- *Ramener le débit à la **surface développée du réseau...***
 - *Travail d'analyse et de mesure préalable...*

- *Recherche de fuites*

Mesure : et moi alors, j'en tire quoi ?

Mesure étanchéité réseau : et moi?



Comment en « profiter » en tant qu'entreprise ?

Mesure étanchéité réseau : et moi?

Comment en « profiter » en tant qu'entreprise ?

- *Être présent lors du test*
 - ***Chef d'entreprise / chef de chantier***
 - ***Ouvriers !***

- *Apprendre de ses erreurs*

- *Améliorer les processus de travail, de commande,
...*

Mesure étanchéité réseau : et moi?

Comment en « profiter » en tant qu'entreprise ?

- *Comprendre un CCTP*
 - ***Classe d'étanchéité réseau***
 - ***Mesurer l'étanchéité du réseau***
 - ***Impact financier fort !***

Merci pour votre attention !



- Perméabilité à l'air des bâtiments & des réseaux aérauliques
- Thermographie infrarouge
- Qualité de l'air

Diagnostic de la performance de l'enveloppe du bâtiment
(isolation – perméabilité à l'air)

Mesures de la qualité de l'air des bâtiments
(efficacité des systèmes de ventilation – CO₂ – CO - Humidité)

Entreprise labellisée



www.expair54.fr

240 rue de Cumène, 54230 Neuves-Maisons

03 83 15 66 03 – 06 79 51 55 59

info@expair54.fr



Autorisation 2010-0187

