

Retour d'expérience d'un maitre d'ouvrage

Matinée d'échanges sur la ventilation et
l'étanchéité à l'air des réseaux aérauliques

Jean-Pierre Schmitt-Air Lorraine



Pathologies bénignes à complications médicales graves

- ✓ Maux de tête, Vertiges, Fatigue
- ✓ Difficultés respiratoires
- ✓ Maladies chroniques, cancers, ...

Allergies

- ✓ Doublement en 20 ans
25 à 30 % de la population concernée
- ✓ Asthme : 6 à 8% population,
deux fois plus chez l'enfant

Personnes sensibles et fragiles

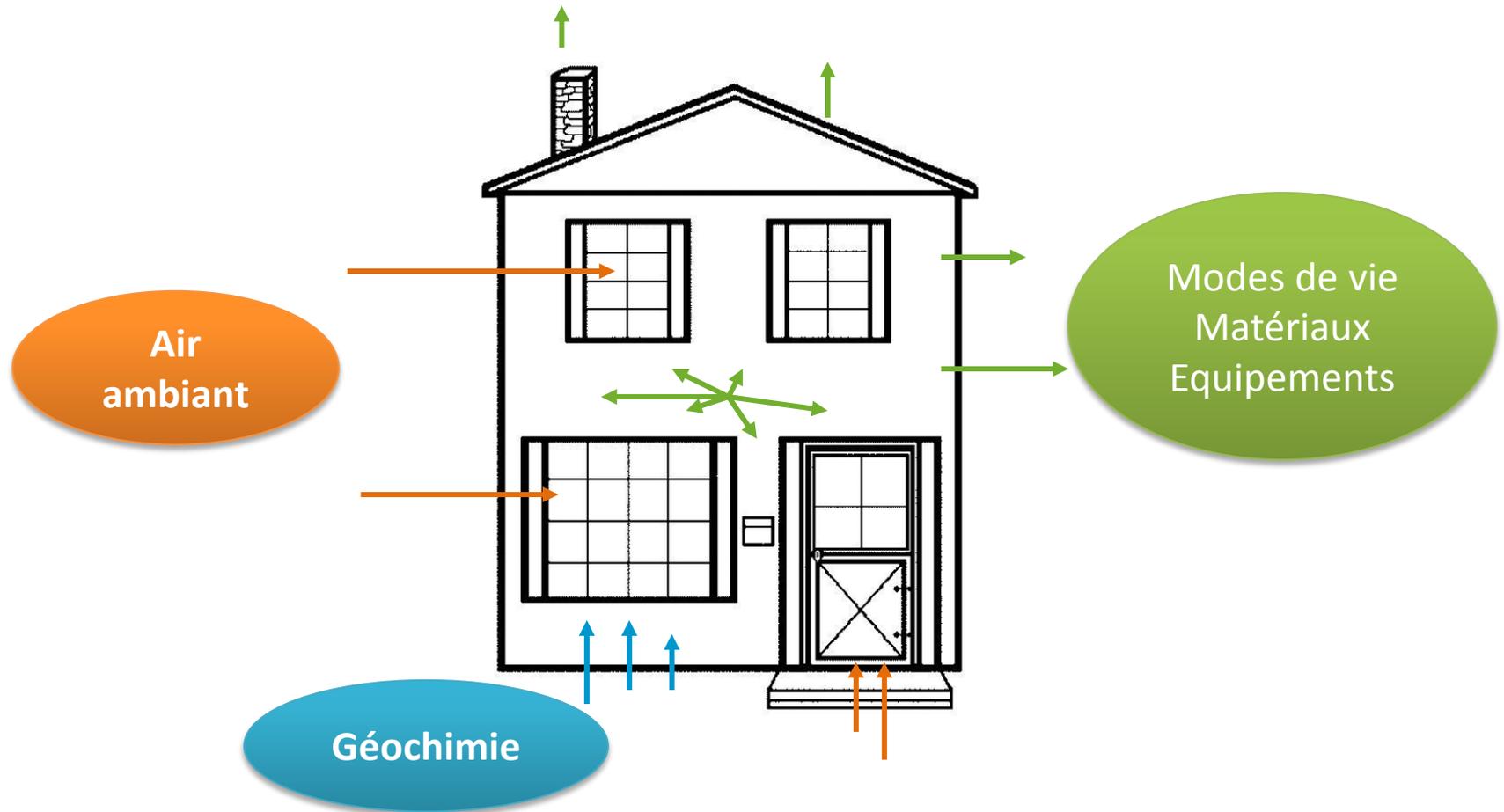
- ✓ enfants, femmes enceintes, personnes âgées,
- ✓ immunodéprimés, malades pulmonaires ou cardiaques chroniques



Coût estimé à 19 milliards d'euros/an en France

Ventilation et qualité de l'air intérieur

Les enjeux



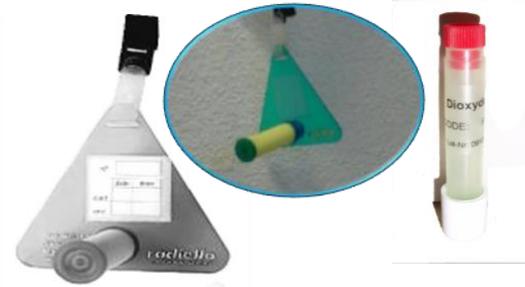
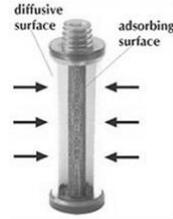
Qualité de l'air intérieur

Moyens de mesure

Sondes température – humidité relative

Tubes à diffusion passive

- Benzène, formaldéhydes, COV, NO₂



Q track

- Indice de confinement CO₂



Microvol

- Poussières fines PM 2,5 µm



Impacteur

Moisissures



Aspirateur

- Poussières totales



Ventilation et qualité de l'air intérieur

Chiffres clés OQAI

État des lieux de la ventilation dans les logements français (2009)

- ✓ Moitié du parc construit avant 1967 : avant réglementation aération de 1969 et 1982
- ✓ 18 % des logements construits avant 1975 ne sont pas conformes aux réglementations de 1969 et 1982
- ✓ Dans les logements équipés de VMC : 56 % des logements ont un débit inférieur au débit de référence et dans 84 % des cas débit de pointe en cuisine inférieurs à réglementation



Ventilation et qualité de l'air intérieur

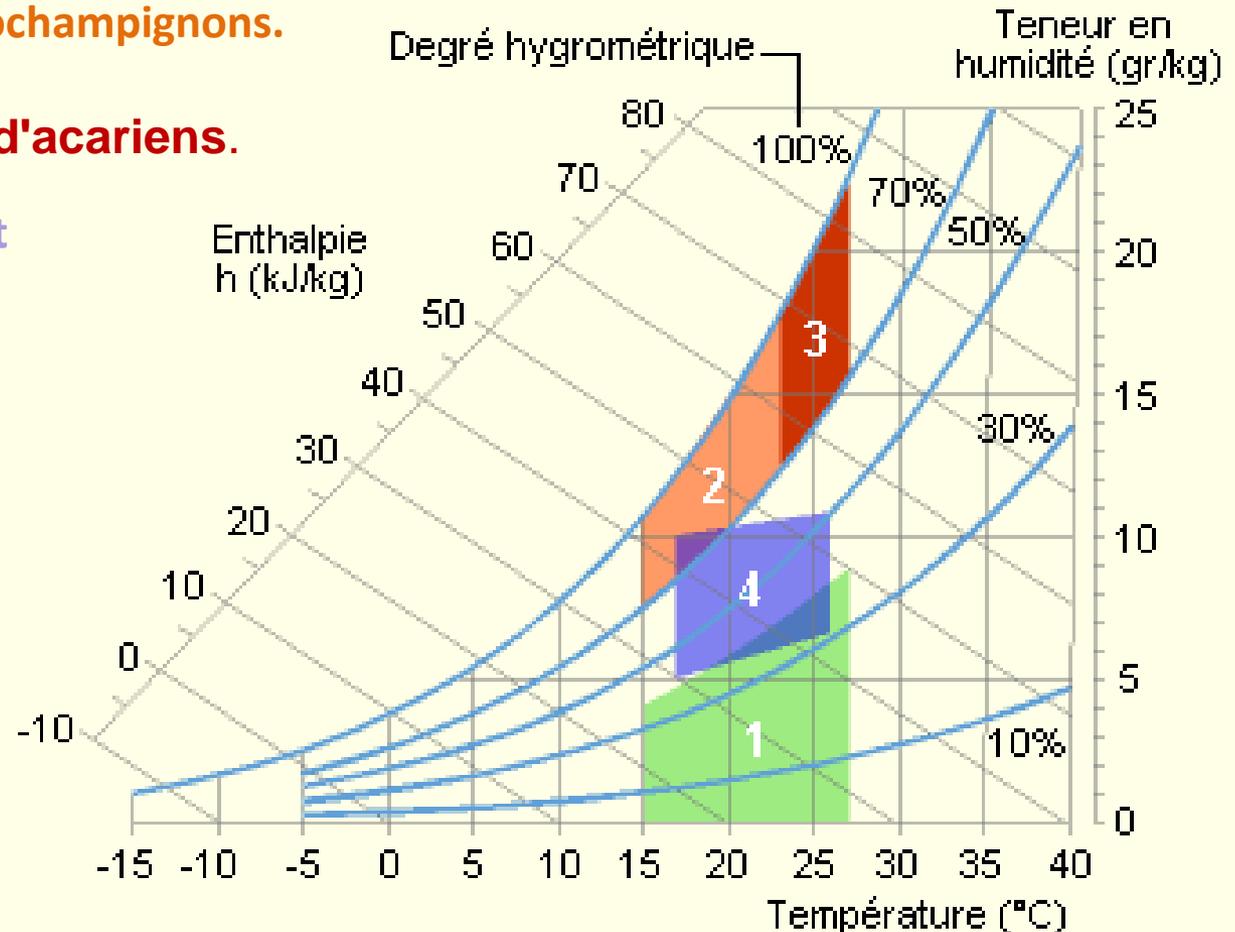
Confort hygrothermique

1. Problèmes de sécheresse.

2 et 3. Bactéries et microchampignons.

3. Développements d'acariens.

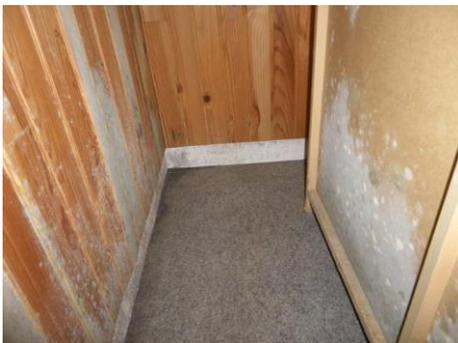
4. Polygone de confort hygrothermique



Ventilation et qualité de l'air intérieur

L'humidité des logements français

| | |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Problème d'humidité visible | 46 % des logements |
| Au moins une pièce avec moisissures $\geq 1\text{m}^2$ | 5,4 % des logements |
| Quelques taches éparses de moisissures | 13% des logements |
| Au moins une pièce avec revêtements dégradés | 1 logement sur 3 |
| Problèmes d'humidité | Chambres et salles de bains / WC |

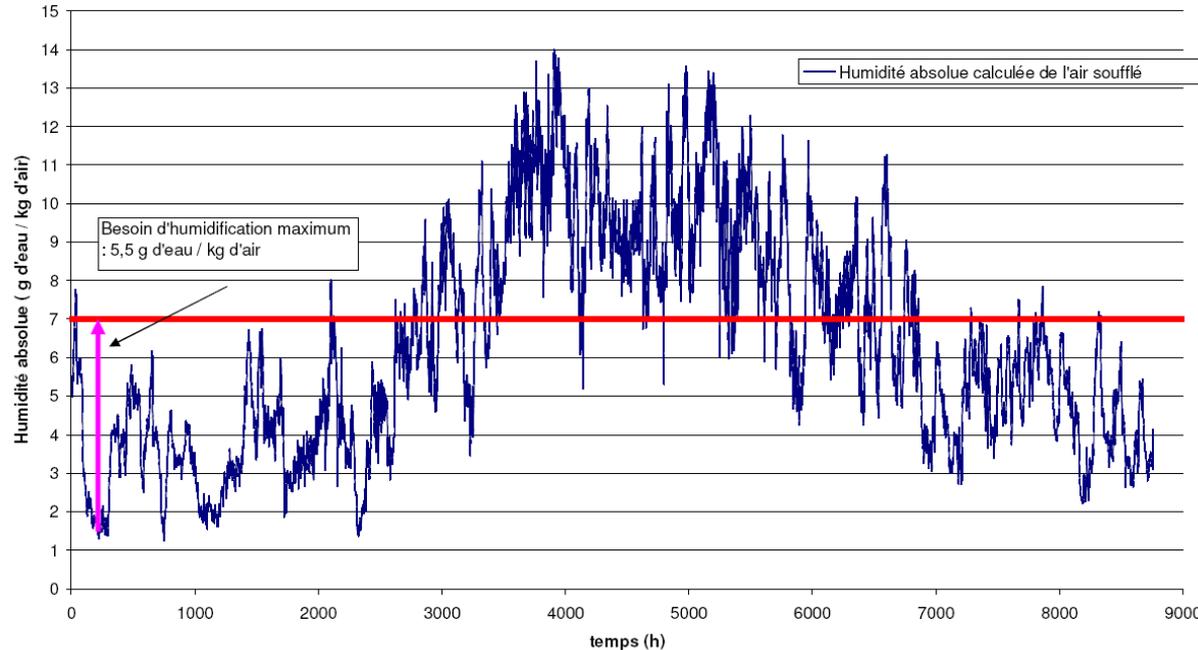


Ventilation et qualité de l'air intérieur

Hygrométrie trop faible

Ventilation double flux / Air Lorraine, tertiaire

Humidité absolue calculée de l'air soufflé



débit d'air : 450 m³/h à 1350 m³/h - humidification nécessaire : 3 kg à 6.8 kg H₂O/h

POSTULAT : pas d'humidification dans le circuit de ventilation

(air pulsé à 20°C et 50% d'humidité relative)

Ventilation et qualité de l'air intérieur

Gestion de l'hygrométrie Air Lorraine



1 plante à 200 lux = 120g d'eau/heure dans l'air ambiant
soit 4.5 m² à 12 m²



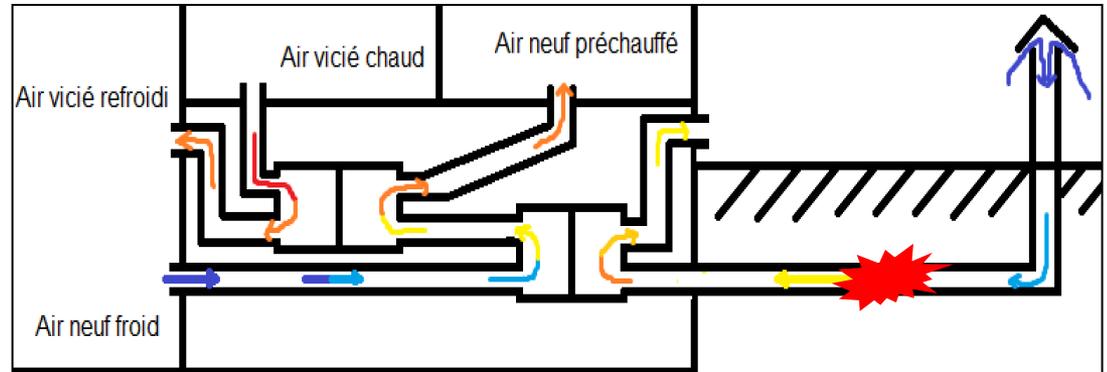
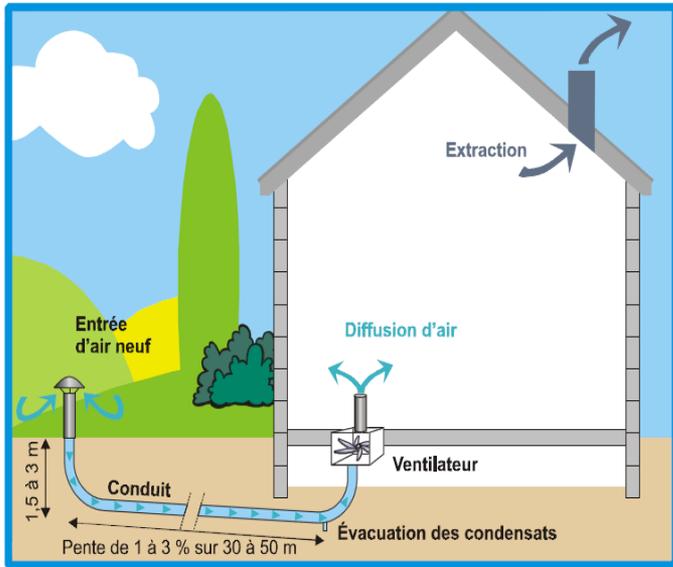
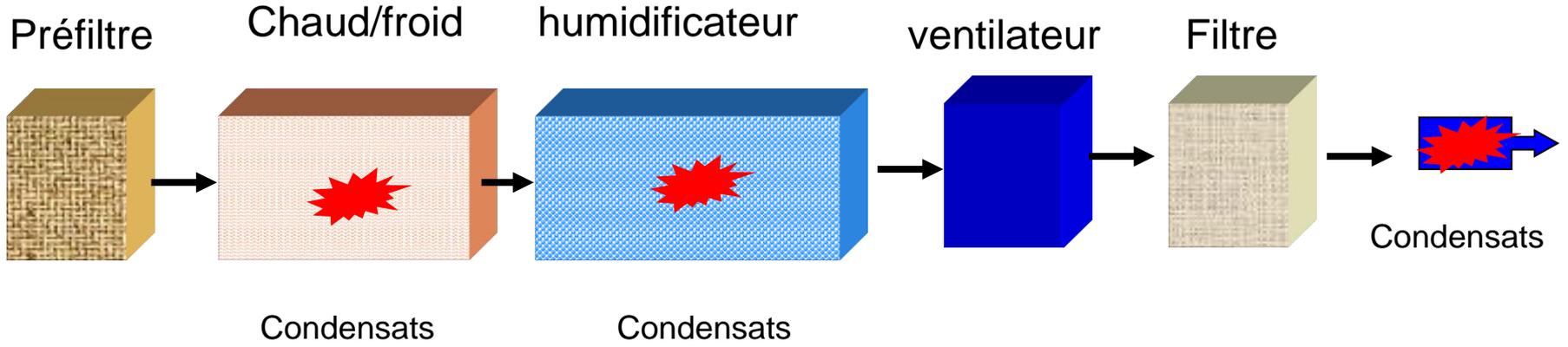
Comparatif et analyse coût global

| Humidification par les plantes | Humidification par les plantes : Papyrus * | Humidificateur par ultrason individuel | Humidificateur pour Centrale de traitement d'air à électrode immergées | Humidificateur par brumatisation procédé Medclan |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Consommation énergétique [Wh/kgH₂O] | 146 | 92.0 | 746.7 | 5.3 |
| Investissement [€/kgH₂O/heure] | 1200 | 122 | 967 | 631 |
| Coût d'investissement pour un dimensionnement débit d'air minimum [€ H.T.] | 225 | 334 | 1813 | 5677 |
| Coût d'investissement pour un dimensionnement débit d'air maximum [€ H.T.] | 600 | 830 | 2500 | 5677 |
| Hygiène | moyenne | moyenne | haute | haute |
| Consommation d'eau par an [m³/an] | 7.6 | 7.6 | 7.6 | 7.6 |
| coût eau [€/an] | 22.3 | 22.3 | 22.3 | 22.3 |
| Consommation d'électricité par an [kWh/an] | 1111 | 701 | 5687 | 40 |
| coût électricité [€/an] | 106 | 67 | 540 | 4 |
| entretien | 120 | 0 | 100 | 50 |
| nombre de remplacement en 20 ans | 5 | 5 | 1 | 1 |
| taux d'actualisation | 3% | 3% | 3% | 3% |
| Taux d'inflation | 2% | 2% | 2% | 2% |
| Coût global actualisé sur 20 ans | -5 752 | -3 214 | -14 455 | -7 130 |

* source : Sunny Research! Nachhaltiges Gebäude- und Energiekonzept für ein modernes Büro- und Gewerbegebäude A. Preisler, C. Krenn, et al.

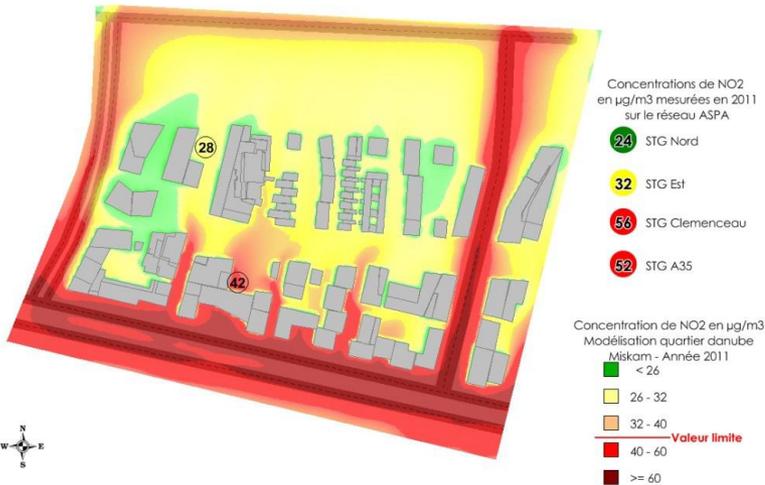
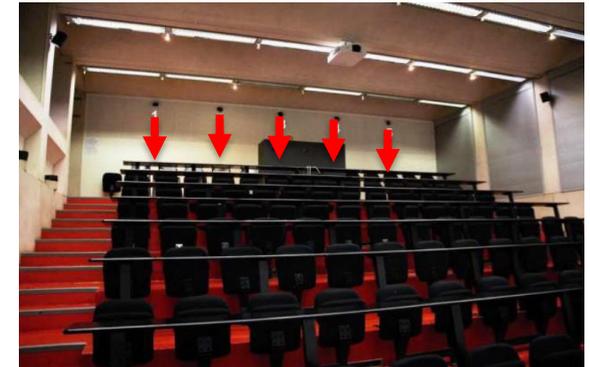
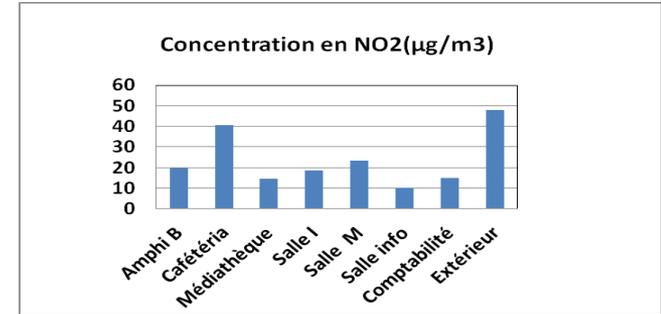
Ventilation et qualité de l'air intérieur

Humidité et réseaux



Ventilation et qualité de l'air intérieur

Prise d'air (emplacement, maintenance)



Pollution air ambient -Strasbourg

ENSAN : prise d'air ambient
(sous trottoir coté rue)

Ventilation et qualité de l'air intérieur

Régulation-Asservissement



ENSA Nancy : absence de sonde CO2
Aucun apport d'air neuf durant 15 ans



Sensation d'inconfort : courant d'air/froid

Ventilation et qualité de l'air intérieur

Faciliter la maintenance et limiter les risques



Entretien proposé

Traitement chimique
(antifongique et anti bactérien)

Trappe de visite

Initialement uniquement réglage du débit
Ajout de points de visite pour maintenance

Eviter les angles pour permettre l'entretien

Limiter l'usage de mastic source de carbone
(développement microbologique)

Retour d'expérience

Les locaux d' Air Lorraine

Suivi du benzène et du formaldéhyde par tubes passifs pendant 1 an en 2011 dans 4 pièces du bâtiment

→ Valeurs faibles pour le benzène : $\leq 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$

| Concentration moyenne en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | | | | Valeur guide 2016 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Valeur guide 2013 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Valeur limite en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|---------------------------------------------------|------------------|-------------|----------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Open-Space | Bureau Direction | Laboratoire | Salle Centrale | | | |
| 1 | 0,8 | 0,8 | 1 | 2 | 5 | 10 |

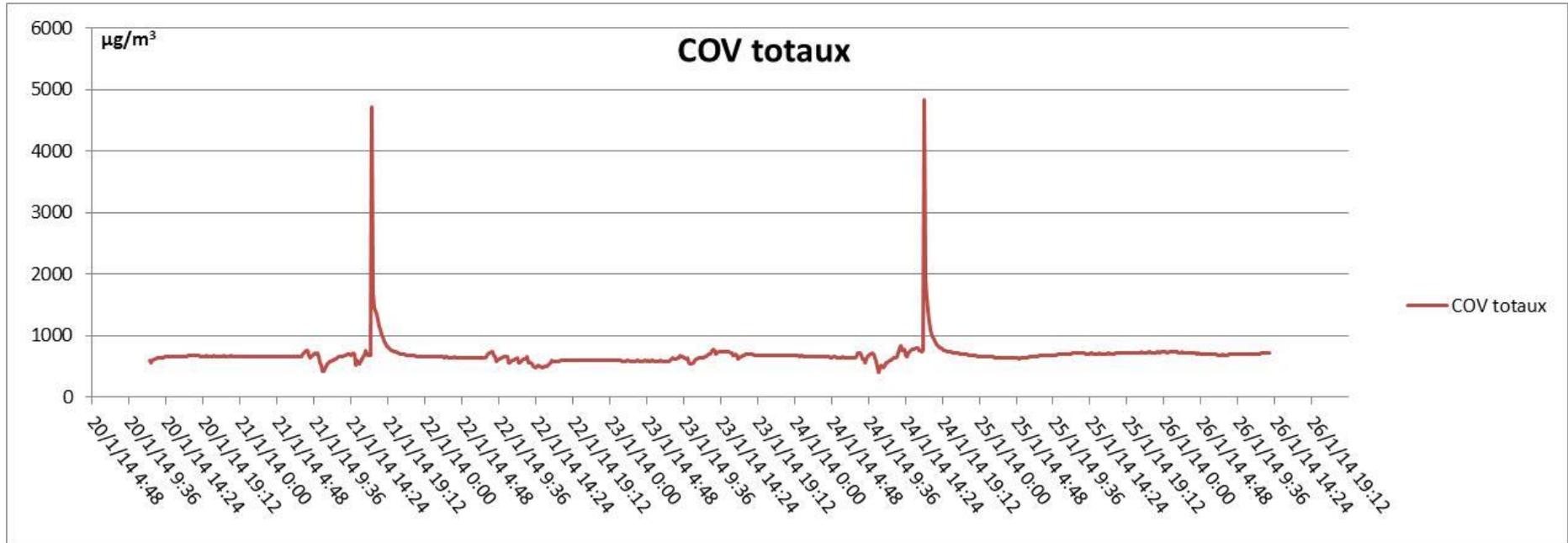
→ Valeurs variant de 9 à $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ selon les pièces pour le formaldéhyde : valeurs les plus fortes dans bureau et open-space

| Concentration moyenne en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | | | | Valeur guide 2023 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Valeur guide 2015 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Valeur limite en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|---------------------------------------------------|------------------|-------------|----------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Open-Space | Bureau Direction | Laboratoire | Salle Centrale | | | |
| 17,7 | 17,1 | 13,6 | 15,7 | 10 | 30 | 100 |



Retour d'expérience

Les locaux d' Air Lorraine



→ Passage de la femme de ménage les mardi et vendredi soirs

→ Efficacité du système de ventilation permettant une décroissance rapide des concentrations

Retour d'expérience

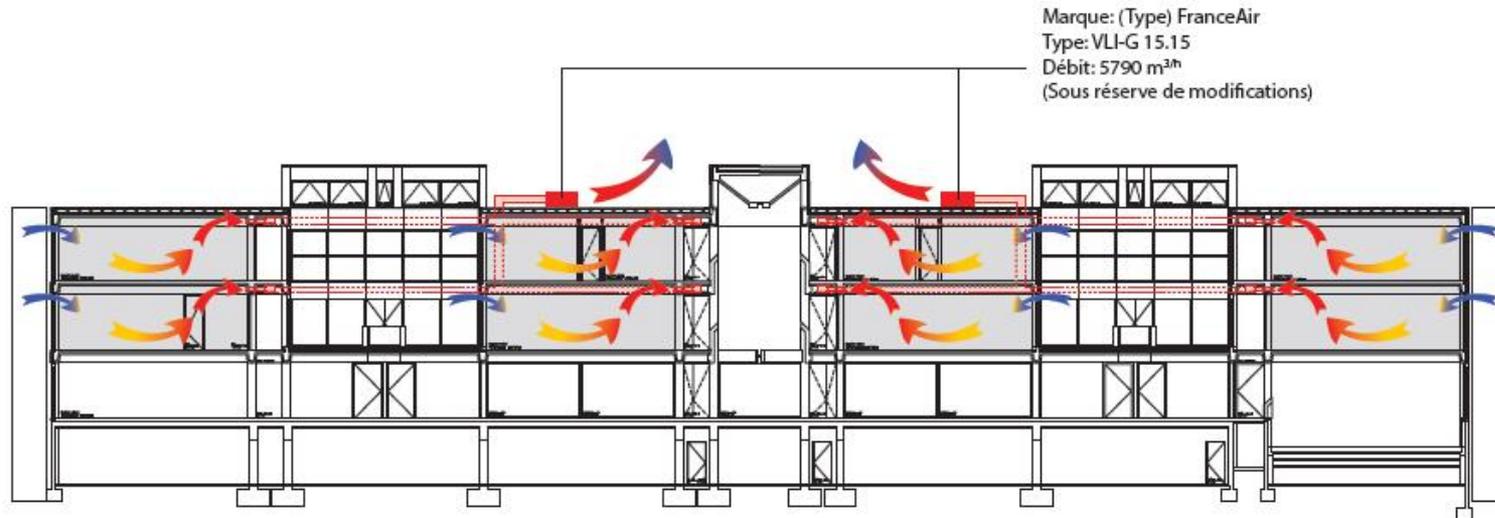
Dans un pavillon rénové à Clairlieu



Régulation de la VMC double flux par le biais de capteurs CO₂ et COV

Après 2 ans de fonctionnement : absence d'étalonnage des capteurs → dérive entraînant une ventilation insuffisante dans le logement

Ventilation des chambres insuffisante (régulation nocturne, modulation par zone)



Niveaux élevés en CO₂ dans plusieurs pièces à l'étage (informatiques, salles de cours)

- ✓ Système en série : diminution de l'extraction en fin de réseau
- ✓ Passages d'air par les grilles colmaté
- ✓ Débits d'air insuffisant : panne du moteur d'extraction
- ✓ Système sous-dimensionné par rapport à l'occupation réelle des salles

Sources et moyens d'agir

Aération – ventilation



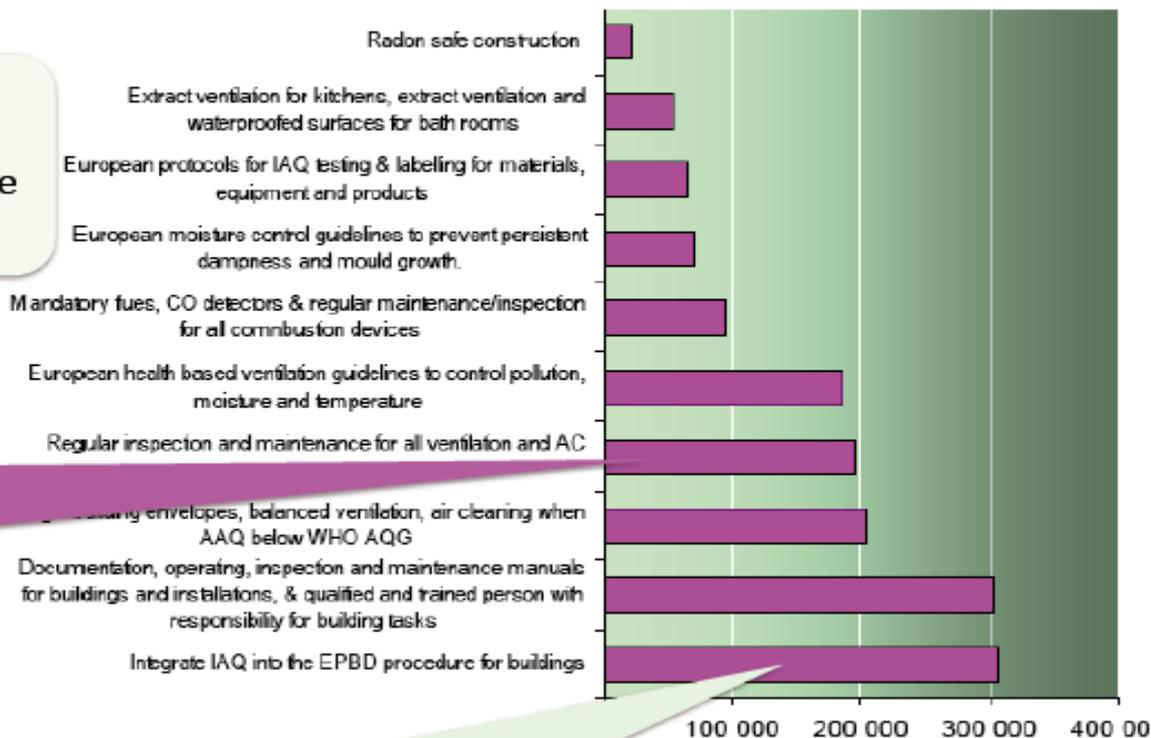
- ✓ Maintien des possibilités de Ventilation naturelle
- ✓ Ventilation mécanisée (simple flux, double flux)
 - Bien choisir le point de prélèvement d'air
 - Modélisation dynamique des flux
 - Accessibilité et entretien des systèmes de ventilation (maintenance gaines, bouches, filtres,...)

Bonne ventilation = solution aux problèmes de QAI

Un air intérieur sain, ses bénéfices santé

Nombre de DALY gagnées par an en améliorant chacune de 10 thématiques

Inspection régulière et maintenance des systèmes de ventilation



Intégrer la QAI dans les performances énergétiques des bâtiments

QUALITÉ ENVIRONNEMENTALE DU CADRE BÂTI

VMC DOUBLE FLUX

RETOURS D'EXPÉRIENCES EN LORRAINE

Afin de limiter les déperditions énergétiques d'un bâtiment, la ventilation mécanique contrôlée double flux est très souvent préconisée. Ses avantages par rapport à une VMC simple flux sont les suivants : l'air insufflé est préchauffé en période froide grâce au récupérateur de chaleur, le bâtiment est plus étanche à l'air car il n'y a plus besoin de grilles d'aération dans les menuiseries, le confort acoustique par rapport aux bruits extérieurs est amélioré, ainsi que la qualité de l'air intérieur grâce aux filtres.

Bien que de plus en plus utilisée, la VMC double flux suscite toujours des questions : Comment garder un niveau optimum de performance du système de ventilation ? Quels sont les paramètres à prendre en compte lors du choix des réseaux ? Les installations peuvent générer des bruits, des vibrations du bloc machine ; comment parer à ces désagréments ? Comment réaliser un réseau simple de VMC double flux pour faciliter la maintenance et le nettoyage, et qui puisse aussi assurer une bonne qualité de l'air intérieur ?

Cette fiche s'attache à répondre à ces questions au travers de retours d'expériences de quatre bâtiments situés en Lorraine.



BUSIPOLIS À METZ (57)

Type de bâtiment : Bureaux

Livraison : 2008

Maître d'ouvrage : BUSIPOLIS

Architecte : Gérard Hypolite (57)

BET : Epure (57)

Luminescence (57)

Entreprise : Guénange Chauffage (57)



MAISON INDIVIDUELLE À BAR LE DUC (55)

Type de bâtiment : Logement individuel

Livraison : 2013

Maître d'ouvrage : Jacquy Ultsch

Architecte : Alain Eiselé (57)

BET : Effimait (88)

Entreprise : PESCH'ÉLEC (55)

| QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR | | |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Valeurs mesurées sur 3 semaines (été et automne 2010-2011) : | | Valeurs guides réglementaires : |
| CO ₂ | 545 ppm en moyenne dans le bureau ☺ 599 ppm en moyenne avec quelques périodes au-dessus de 1000 ppm dans la salle de réunion ☹ | 1000 ppm |
| Humidité relative | entre 26 et 47% (humidité plus élevée en été) ☹ | entre 40 et 60% pour 21°C |
| COV | Formaldéhyde : < 10 µg/m ³ ☺ Benzène : < 2,3 µg/m ³ ☺ | 30 µg/m ³ (formaldéhyde) 5 µg/m ³ (benzène) |

Observations : Le déclenchement de la ventilation dans la salle de réunion par **détecteur de présence** semble insuffisant pour renouveler correctement l'air intérieur. Les concentrations en CO₂ dépassent parfois le seuil de 1000 ppm dans la salle, au cours de réunions, ce qui correspond à un début de confinement. Un détecteur de CO₂ aurait été plus pertinent pour ajuster le débit nécessaire en fonction du nombre de personnes.
L'humidité relative sort de la zone de confort théorique en hiver. Cependant, les usagers ne souffrent pas de l'air trop sec.
Les taux de benzène et de formaldéhyde sont très faibles. Le formaldéhyde répond également à la norme de la prochaine réglementation prévue en 2023.



Mesures de qualité de l'air réalisées par Air Lorraine dans le bâtiment du CNIÉP

À RETENIR

- La **prise d'air neuf** doit se situer idéalement loin des sources de pollution (routes, cheminée...) et être protégée du vent dominant. Les **bouches d'insufflation** doivent être situées en hauteur.
- Si le déclenchement de la ventilation s'effectue par **détecteur de présence** ou de CO₂, être vigilant au paramétrage des appareils afin que le débit de ventilation soit adapté au nombre de personnes présentes et dans des délais les plus courts possible.
- Attention aux **contraintes techniques** : poids, mise hors gel, local technique accessible, suffisamment grand et isolé phoniquement.
- **Soigner la mise en œuvre de l'étanchéité du réseau** pour éviter des infiltrations (d'air, d'eau, de poussière) et penser à isoler les conduits qui sont basés dans des endroits froids afin d'éviter la condensation à l'intérieur des gaines.
- En termes de rendement, si l'appareil n'a que pour seule possibilité d'être posé à l'extérieur, faire en sorte que la gaine d'insufflation soit au maximum de 3 m de longueur avant d'entrer dans le bâtiment. Il faut également isoler fortement les tuyaux d'extraction et d'insufflation entre la machine et l'intérieur.
- Il est conseillé d'utiliser des **canalisations inox**. Favoriser les **sections rondes** plutôt que les carrées (les carrées ont tendance à s'encrasser plus vite).
- En termes de **maintenance**, prévoir des accès faciles pour l'entretien. La réglementation impose de changer les filtres tous les 12 mois et de nettoyer les gaines seulement en cas de défaillance. Cependant, il est préférable de vérifier l'état **des filtres** tous les 6 mois, et l'état **des gaines** tous les 5 ans.
- Ne pas condamner l'**ouverture des fenêtres** qui peut se révéler problématique en termes de confort d'usage et en cas de défaillance du système. De plus, l'aération par ouverture des fenêtres peut palier à une pollution ponctuelle de l'air intérieur (utilisation de produits dangereux, nettoyage des sols, etc.).
- Afin d'éviter l'**assèchement de l'air** (surtout dans les bâtiments tertiaires), il peut être intéressant d'utiliser un **échangeur enthalpique** ou un **échangeur à roue** (rq : ce dernier est plus adapté aux bâtiments nécessitant de très gros débits de ventilation).