

Impact de la ventilation sur la QAI

Exemples des espaces de bureaux

ADEBIOTECH

28 juin 2017

Laurence ROBERT
Département IP
Laboratoire IA

 Notre métier,
rendre le vôtre plus sûr

www.inrs.fr



LAVOISIER

Compréhension du métabolisme : consommation O₂ et le rejet de CO₂

< 1700 ~ 1780



PETTENKOFER

Théorie du milieu dans l'air : trace de matières organiques

~ 1850 → 1930

« l'homme est la seule source de pollution : L'air exhalé ne présente pas de danger »

FANGER, SUNDELL, WARGOSKY and al ...etc.

L'impact des sources polluantes, de pratiques et du bâti et de ses systèmes

1970-80

« La mesure du CO₂ permet de connaître l'état de l'air exhalé »

CO₂ Indicateur QAI : 1000 ppmv

Ventilation de confort

Apparition du SBS



1^{ers} indices de causes environnementales
Dc P. POTT

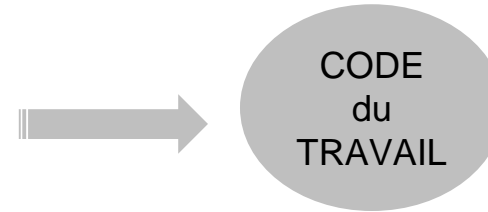


Observations épidémies de tuberculose : lieux confinés plus de cas fatals recensés
Dc J. GRISCOM

IMPACT de la VENTILATION

Rôle de la ventilation - cas des bureaux

- ▶ Satisfaire le confort de l'utilisateur
- ▶ Eviter tout risque pour sa santé
- ▶ Assurer la pérennité du bâti
- ▶ Contexte énergétique à considérer



Règlement en date de 1978

La respiration : $< 1 \text{ m}^3/\text{h}/\text{pers}$

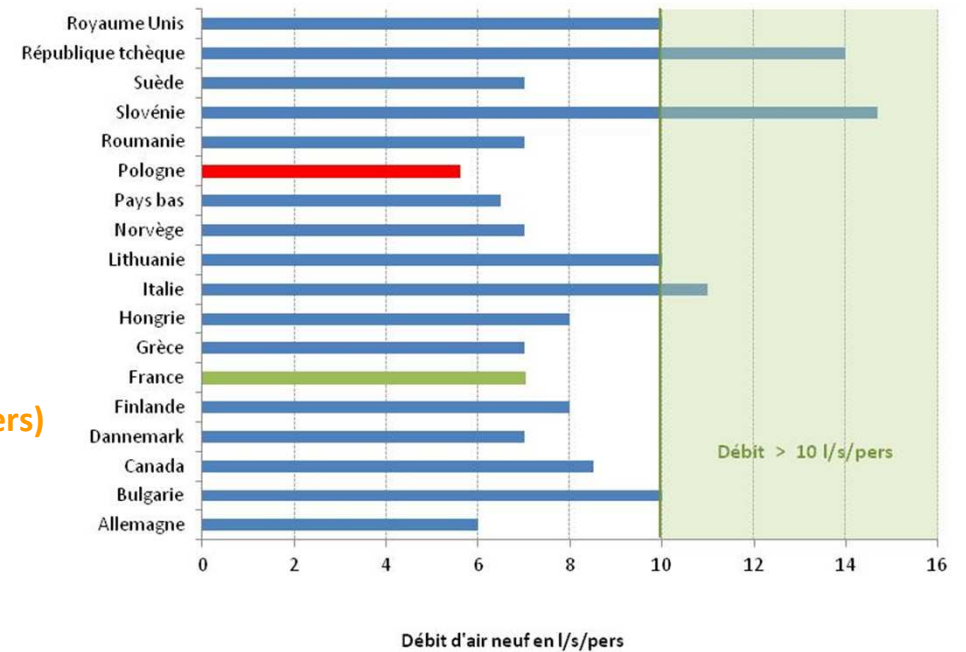


Le code du travail* $25 \text{ m}^3/\text{h}/\text{pers}$ ($7 \text{ l/s}/\text{pers}$)

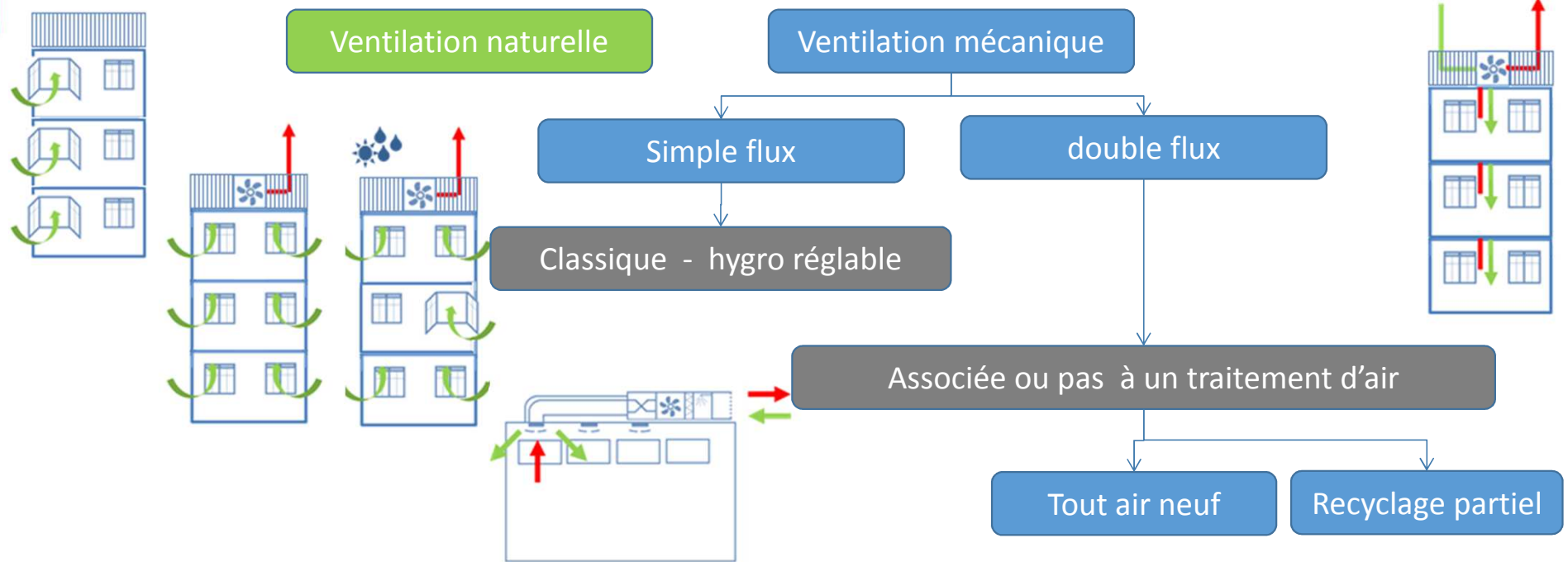
* Si ventilation mécanique

Le consensus scientifique $36 \text{ m}^3/\text{h}/\text{pers}$ ($10 \text{ l/s}/\text{pers}$)

Comparaison des débits d'air neuf minimum à introduire



La ventilation des bureaux : une grande diversité des équipements !



➤ Importance des CARACTERISTIQUES

- Débit aux bouches
- Type de bouche
- Localisation des diffuseurs

Vitesse et Direction de soufflage

- ⇒ Induction
- ⇒ Déplacement

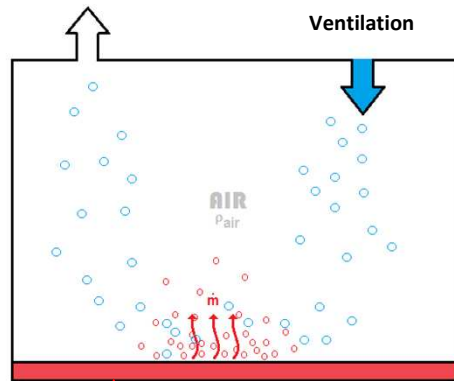
TRA : taux de renouvellement d'air

$$TRA = \frac{\text{Débit d'air}}{\text{Volume du local}}$$

Impact de la ventilation

outil expérimental

IMPACT de la VENTILATION sur la QAI – Outil expérimental



Matériau émetteur



Etude de la variation de la **concentration d'un indicateur de pollution chimique** en fonction de paramètres de ventilation

$$\frac{dC_A(t)}{dt} = \frac{S_p}{V} \times h_A \times [C_{A,p}(t) - C_A(t)] - TRA \times C_A(t)$$

Cinétique d'émission

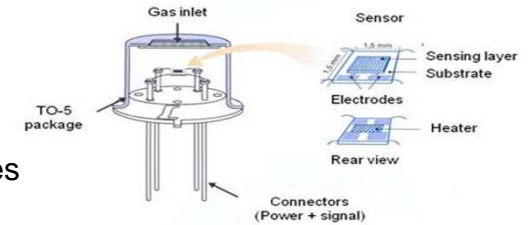
Les émissions des matériaux

Cinétique d'élimination

La dilution par l'air neuf

COV totaux

Capteurs semi-conducteurs à oxydes métalliques de type TGS 2620 (FIGARO)

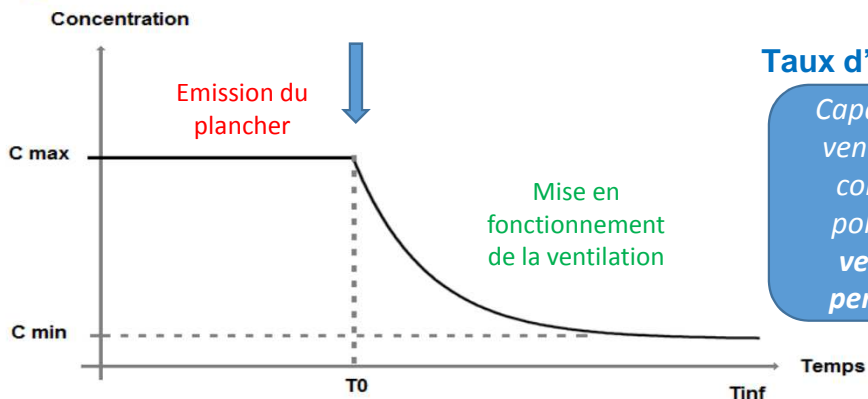
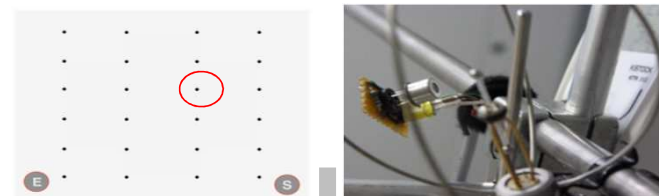


IMPACT de la VENTILATION sur la QAI – Outil expérimental

Approche EXPERIMENTALE

Etude de la décroissance de la concentration en polluants en fonction de paramètres de ventilation choisis

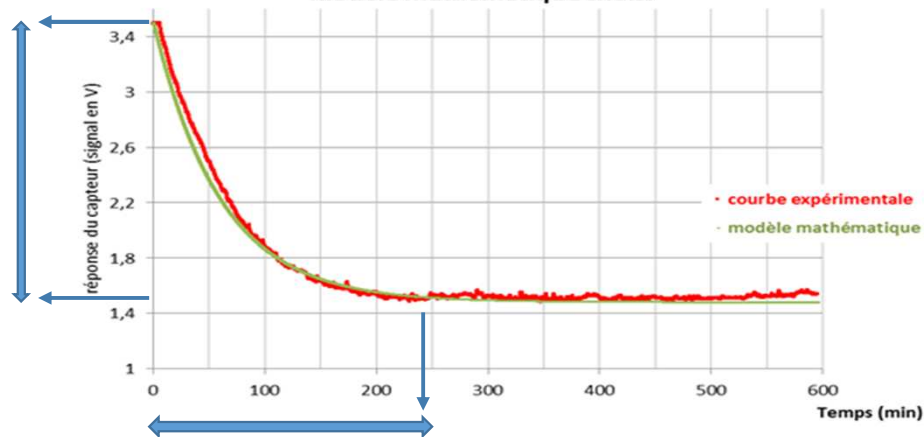
Par capteur



Taux d'élimination

Capacité d'une ventilation à contrer une pollution ⇒ ventilation permanente

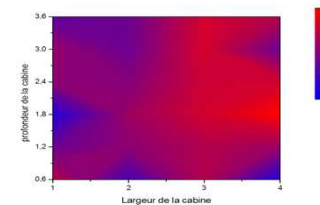
Comparaison de l'évolution de la concentration et du modèle mathématique choisi



$$C_{poll}(t) = C_{poll,min} + A \times e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Temps d'équilibre : τ

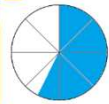
Durée à partir de laquelle la ventilation a atteint son efficacité maximale ⇒ ventilation modulable



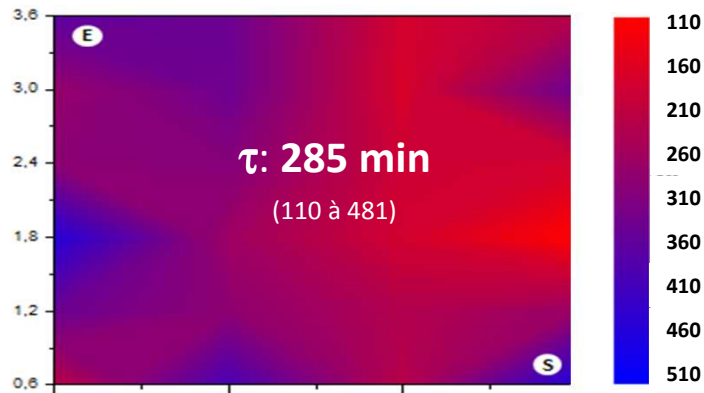
IMPACT de la VENTILATION sur la QAI – cas du débit de soufflage

➤ CARTOGRAPHIE dans le plan des VOIES RESPIRATOIRES

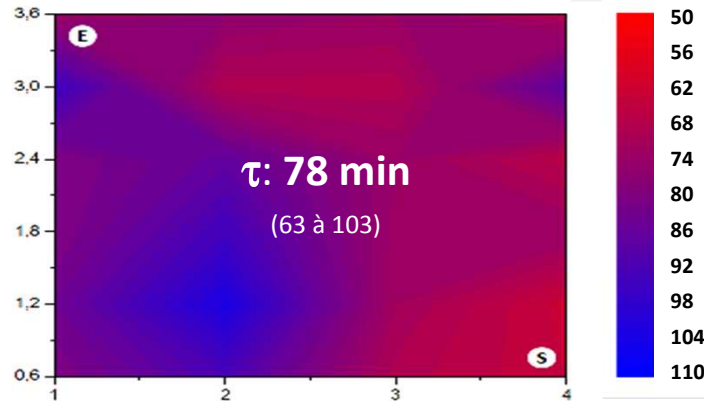
25 m³/h



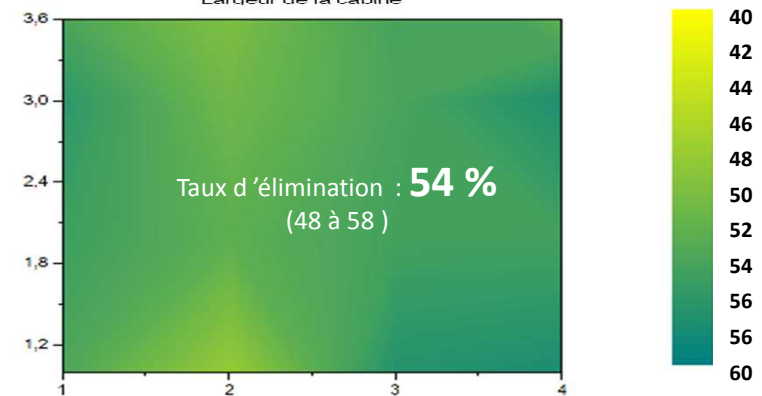
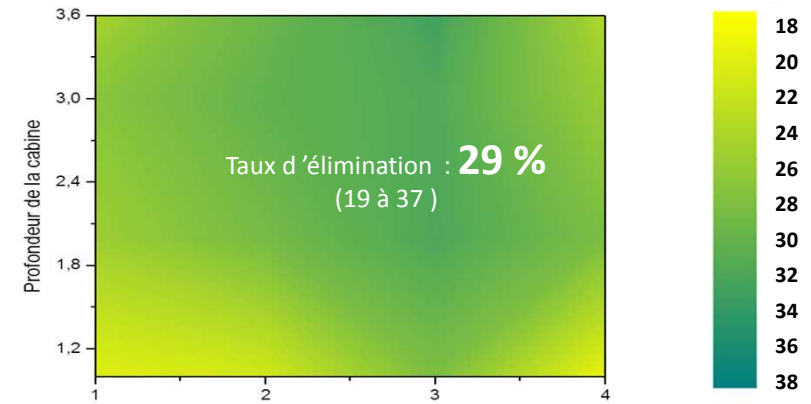
Temps d'équilibre (échelle minute)



75 m³/h



Taux d'élimination (%)

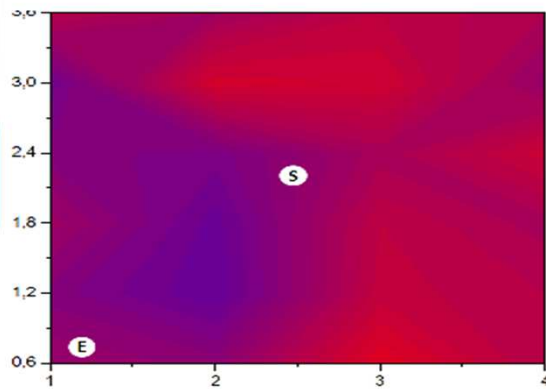
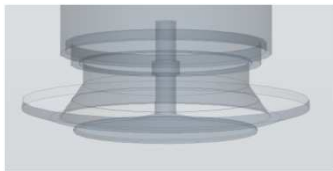


IMPACT de la VENTILATION sur la QAI – cas du type de bouche

➤ CARTOGRAPHIE dans le **plan** des VOIES RESPIRATOIRES

➤ CAS présentés : débit d'Air neuf de **75 m³/h**

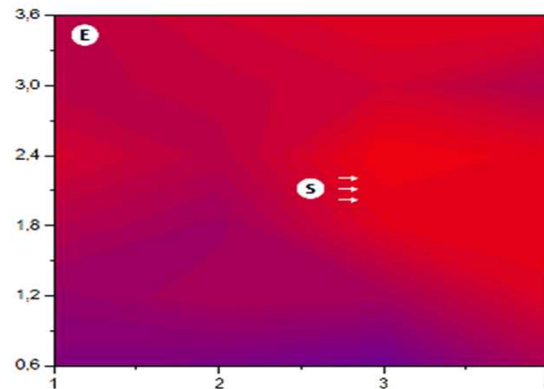
Bouche omnidirectionnelle



Durée moyenne d'équilibre
72 min

Taux d'élimination moyen : **54 %**

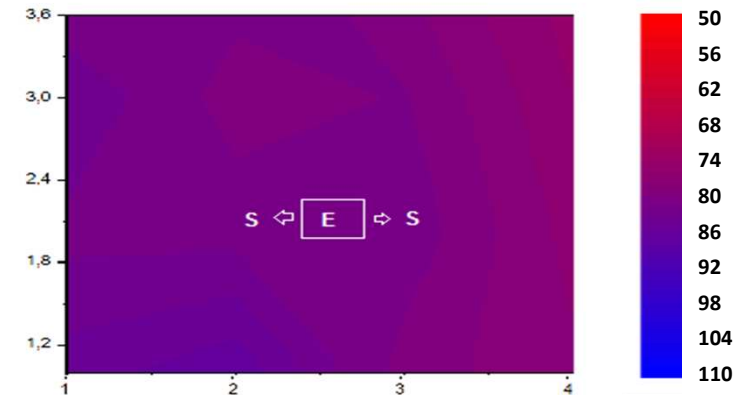
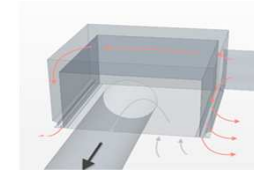
Bouche unidirectionnelle



Durée moyenne d'équilibre
66 min

Taux d'élimination moyen : **60 %**

Caisson unique

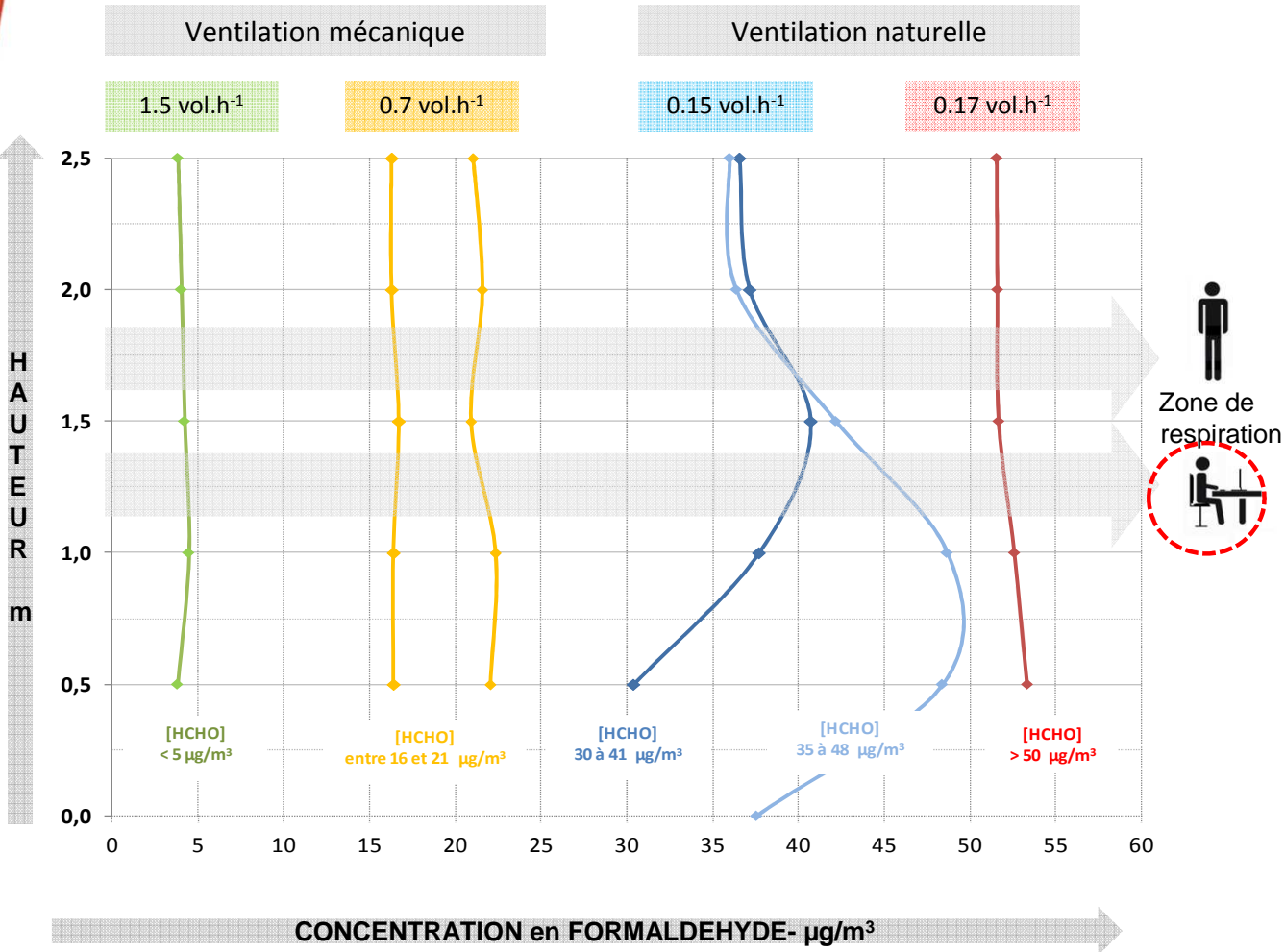


Durée moyenne d'équilibre
80 min

Taux d'élimination moyen : **52 %**

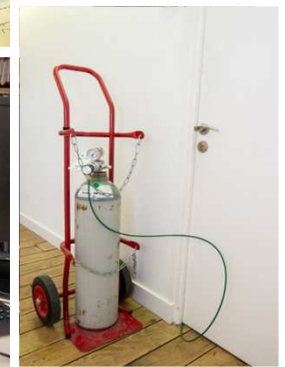
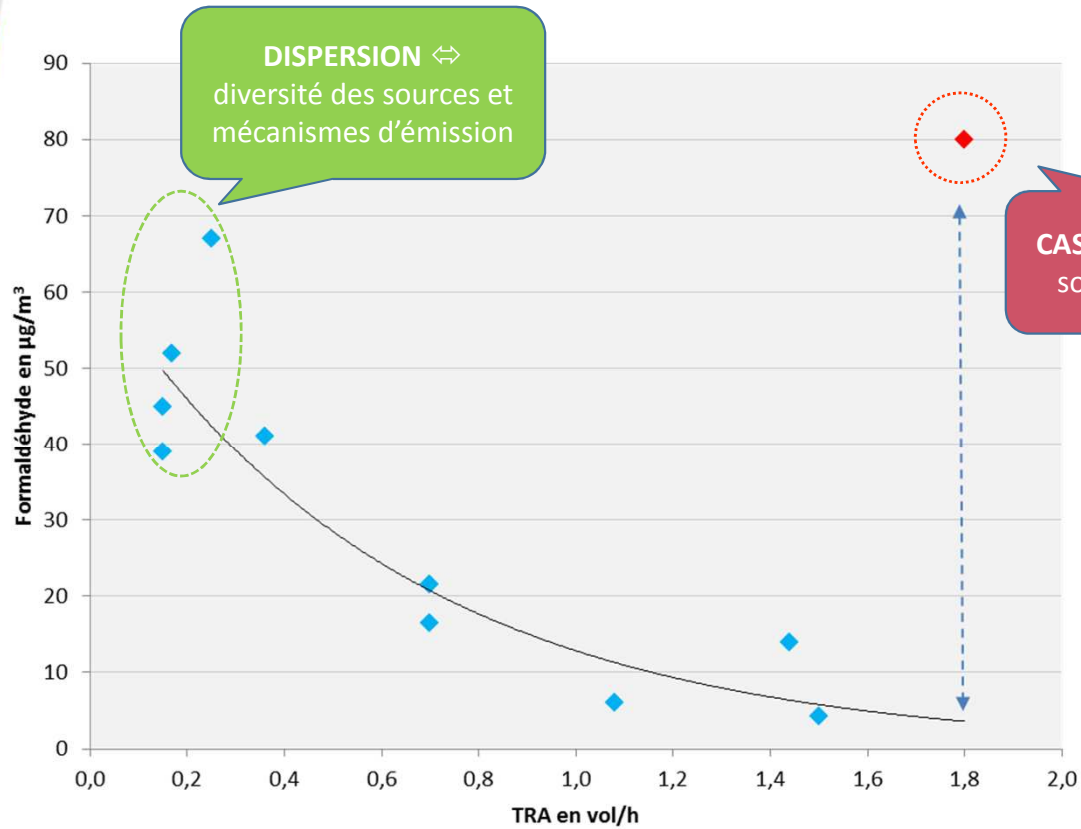
**Exemple de l'impact du renouvellement d'air sur la
concentration en formaldéhyde au poste de travail**

Formaldéhyde Vs Taux de renouvellement de l'air



Formaldéhyde Vs Taux de renouvellement de l'air

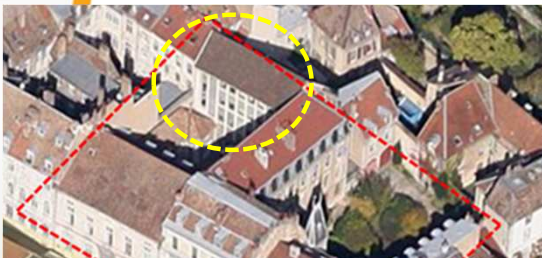
- ▶ **Formaldéhyde** : prélèvement actif sur support DNPH au niveau du plan de travail - **niveau des voies respiratoires**
- ▶ **TRA** : Traçage gazeux au CO₂ , porte fermée au niveau du poste de travail conformément à la NF EN ISO 12569.



**Evaluation de la QAI dans le cas de
plaintes de malaise de salariés de bureau :
rôle de la ventilation**

Contexte

- Ensemble de **bâtiment de bureaux**
- Immeubles hétéroclites : bâtiments communicants différents
- Symptômes des salariés : **céphalées, irritations voies respiratoires**
dont **malaises récurrents d'une salariée de bureau.**



↪ Dans une **zone très spécifique** de l'établissement



- **Concentration de HCHO ~ 100 µg/m³**
(bureau de contrôle par badge passif)



Evaluation technique de la situation : Etat de la ventilation déplorable



Installations défectueuses des groupes d'extraction

- ↗ OUVERT dans les combles
- ↗ Non branché électriquement
- ↗ HS



Mauvaise installation des bouches d'extraction : non équilibre du réseau



Aberrations de certains montages



Communication sanitaire/placard

Ou

Chaufferie / extraction d'air

Ou

Grille d'amenée dans sanitaire



➤ Réfection du système de ventilation



TS

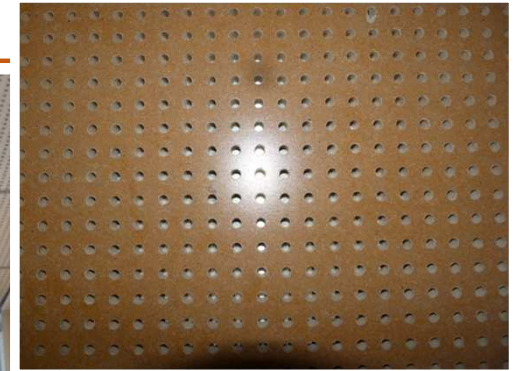
Métrieologie mise en œuvre



Bureau de la zone incriminée



Bureau témoin



Moyennes	<u>Bureau</u> Zone incriminée	<u>Bureau</u> <u>Témoin</u>	repères
Température (°C)	23,5	21,9	20-24 °C
Humidité relative (%)	28,2	36,3	40-60 %

Formaldéhyde $\mu\text{g}/\text{m}^3$	67	6	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
---------------------------------------	-----------	---	-----------------------------

AIR NEUF m^3/h	10,3	128,2	25 m^3/h
--------------------------------	-------------	-------	--------------------------

↘ Emission polluante →

↘ Ventilation insuffisante →

Emission des panneaux de MDF $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$

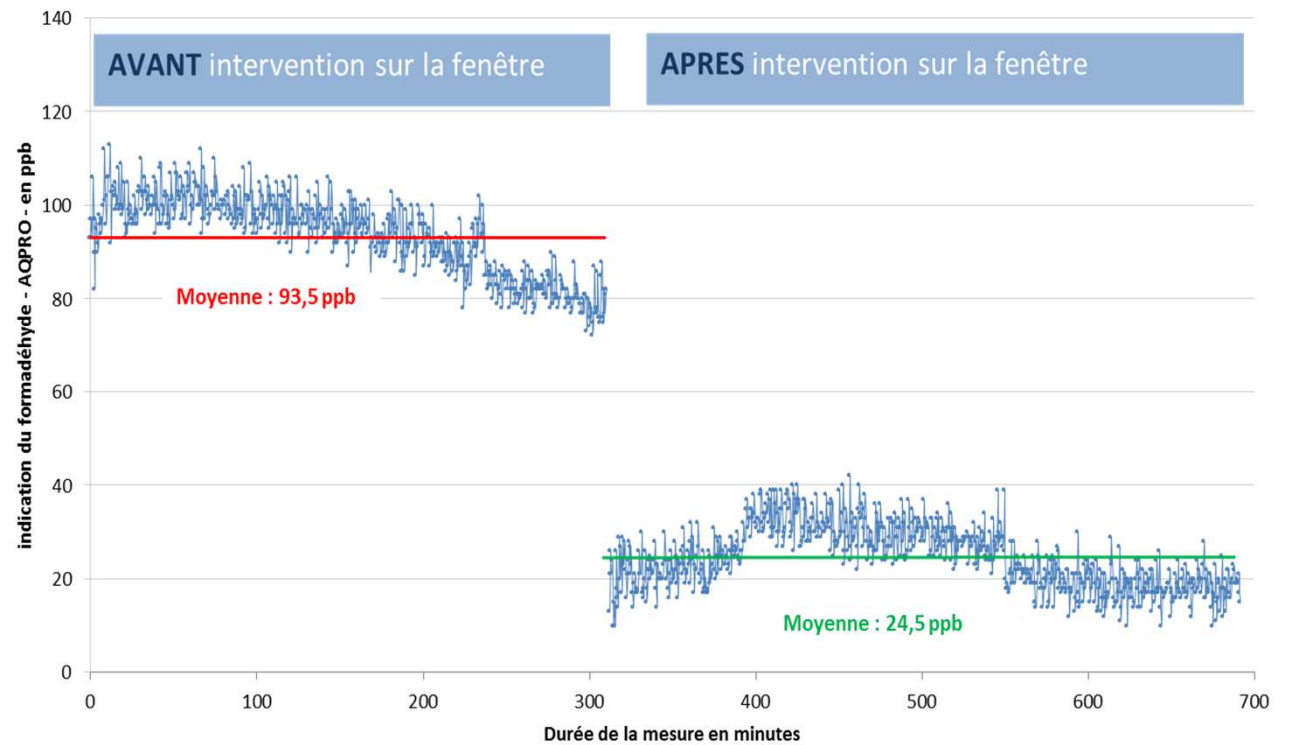
122,6

Action sur les grilles d'amenée d'air



Augmentation du débit d'air entrant
de 10 à 18,3 m³/h

Evolution du taux de formaldéhyde avant et après action sur les huisseries du bureau B5



Conclusion

- Ventilation \Rightarrow impact significatif sur la QAI
- Le Débit de soufflage seul : paramètre insuffisant pour caractériser la ventilation
- L'entretien de toute la chaîne de ventilation : primordiale pour le maintien d'une bonne QAI
- Limitations face à une pollution importante \Rightarrow mise en œuvre conjointement à une réduction des sources
- La prise en compte des sources de pollutions, pour les débits réglementaires de ventilation, serait une vraie avancée sanitaire !



Notre métier, rendre le vôtre plus sûr

Merci de votre attention



www.inrs.fr

YouTube







JOURNÉE TECHNIQUE

QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

Air des locaux de travail

12 décembre 2017
 Maison de la RATP - Espace du Centenaire
 189, rue de Bercy, 75012 Paris

La qualité de l'air intérieur (QAI) représente un enjeu de santé largement reconnu. Plus de 19 millions de salariés travaillent aujourd'hui dans le secteur tertiaire. Le temps qu'ils passent dans leur environnement de travail, associé aux nombreuses sources de pollution, induit des expositions multiples, à faibles doses mais sur des temps longs. De ce fait, les sujets des effets sur la santé, de métrologie, de prévention et de réglementation inhérentes à la QAI deviennent importants pour ces environnements.

Cette journée technique organisée par l'INRS en partenariat avec l'OQAI est à destination des différents acteurs du secteur mais aussi des préventeurs. Elle se propose de faire un état des connaissances et d'échanger, tant sur les enjeux de la QAI aujourd'hui (effets sur la santé, valeurs repères à considérer...), que sur les retours d'expérience tels que des campagnes terrain et des solutions de prévention (réduction des émissions, ventilation/aération).

www.inrs-airinterieur2017.fr
 contact : qai2017@inrs.fr

Journée technique organisée par l'INRS
 en partenariat avec : 

12 décembre 2017

PARIS



Observatoire de la qualité de l'air intérieur

www.inrs-airinterieur2017.fr

