



*La mesure des polluants
chimiques de l'air intérieur*

adebiotech **La Qualité de l'Air Intérieur** 27 et 28
enjeu majeur de santé publique juin 2017

**Innovations et réglementation :
une nécessité**



QAISI

Biocitech - Romainville - Grand Paris

1. Caractérisation d'atmosphères
2. Recherche des sources
3. Evaluation des systèmes de traitement
 - Pour améliorer la QAI
 - Éliminer (ou limiter) les sources
 - Optimiser la ventilation
 - Traiter si pas d'autre solution

1. Caractérisation

Des sources multiples

Occupation des locaux

Métabolisme humain
humidité
gaz carbonique
biocontaminants

Plantes
pollens
pesticides

Animaux
biocontaminants
allergènes
humidité

Isolants
fibres
COV
formaldéhyde

Revêtements sols et murs, peintures, vernis, enduits, colles
fibres
COV
biocontaminants
acariens
fongicides et autres biocides...

Bâtiment : matériaux et produits de construction

L'origine et la nature des polluants présents dans nos logements sont très diversifiées

Entretien, produits et techniques
poussières
COV
allergènes
biocides

Bricolage
poussières
COV
toxiques

Activités humaines

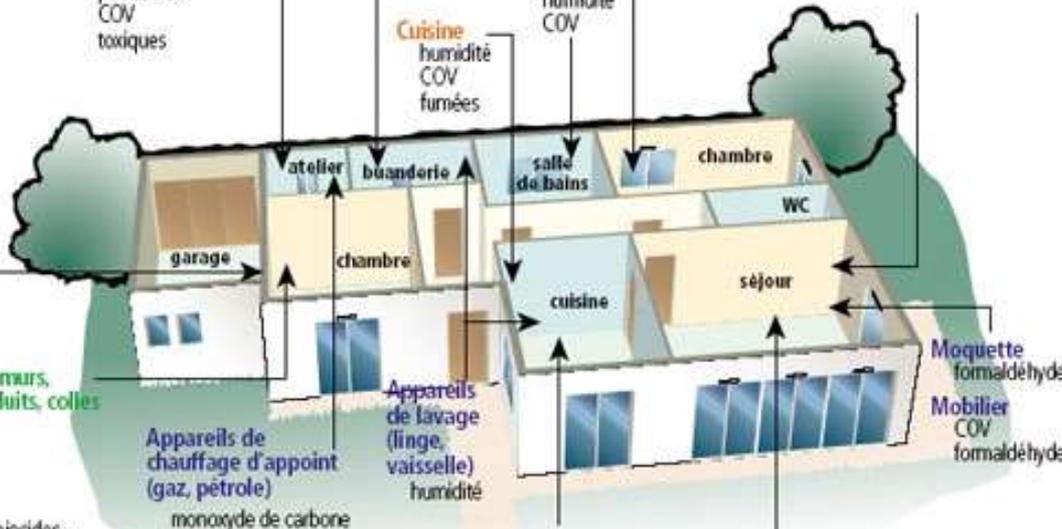
Séchage du linge
humidité

Vêtements, cosmétiques
fibres
COV
poussières

Toilette
humidité
COV

Cuisine
humidité
COV
fumées

Tabagisme
poussières
COV
monoxyde de carbone
oxydes d'azote
formaldéhyde
goudrons
nicotine



Équipements et aménagements

Appareils de chauffage d'appoint (gaz, pétrole)
monoxyde de carbone
humidité
gaz carbonique
oxydes d'azote
poussières

Appareils de lavage (linge, vaisselle)
humidité

Ventilation
polluants externes
fibres minérales
poussières
micro-organismes

Stockage et évacuation des déchets
micro-organismes
COV
allergènes (insectes)

Climatisation
biocontaminants
COV

Appareils à combustion
monoxyde de carbone
gaz carbonique
oxydes d'azote
poussières
humidité

Moquette
formaldéhyde

Mobilier
COV
formaldéhyde

Les contraintes environnementales peuvent jouer sur les émissions (T, HR, oxydants, conditions d'usures....)

Dans les bureaux et écoles :

↳ **6 substances « Hautement Prioritaires » (Groupe A : IH \geq 15)** : formaldéhyde, benzène, acétaldéhyde, PM10 et PM2,5, chrome

↳ **28 substances « Très Prioritaires » (Groupe B : IH \geq 10)** : tétrachloroéthylène, trichloroéthylène, éthylbenzène, 1,4-dichlorobenzène, acroléine, dioxyde d'azote, benzo[a]pyrène, toluène, chloroforme, hydrocarbures aromatiques polycycliques (mélange exprimé en équivalent toxique de BaP), di-2-éthylhexylphtalate, aluminium, nickel, benzo[a]anthracène, benzo[b]fluoranthène, benzo[k]fluoranthène, chrysène, dibenzo[a,h]anthracène, indeno[1,2,3-cd]pyrène, éthanol, décabromodiphényle éther, chlore, manganèse, pyrène, tétrachlorure de carbone, propionaldéhyde, silicium et plomb.

Source : <http://www.ogai.fr/obsairint.aspx>

Qualité de l'air intérieur : caractérisation atmosphérique

Le prélèvements passif: Aucune action sur le prélèvement

Le prélèvement actif: Action sur le prélèvement (pompage)

↳ Cartouche à diffusion passive Radiello®



COV, aldéhydes, BTEX, NO₂,
SO₂, HF, H₂S, NH₃

↳ Canister



Recherche de sources fugitives :
COV, COHV, mercaptans et soufrés

↳ Analyseur de particules PDR 1500



PM₁, PM_{2.5}, PM₅, PM₁₀

↳ Préleveur Q-trak



CO, CO₂, température, hygrométrie, vitesse

↳ Préleveur automatique SyPACV2
compatible avec tout type de supports



COV, BTEX, etc...

TERA
environnement

Qualité de l'air intérieur : Les prélèvements « réglementés »

- ↳ Cherche t'on une VME / VLE (zones à pollutions spécifiques)? Benzène: 3.25 mg/m³ pour 8 heures et Formaldéhyde environ 600 µg/m³ / LQ autour de 1% de la VME
- ↳ Valeur recherchée en rapport avec les VGAI?
 - ↳ Décret ERP: Investigations si Formaldéhyde >100 µg/m³ et Benzène >10 µg/m³ et pas de pollution spécifique! LQ respectivement de 2 et 0.4 µg/m³

	LQ pour ERP	LQ pour VME	Valeur max ERP	Valeur max VME
Benzène	0.4 µg/m ³	30 µg/m ³	10 µg/m ³	3250 µg/m ³
Formaldéhyde	2 µg/m ³	6 µg/m ³	100 µg/m ³	600 µg/m ³
Ratio	3 à 75		6 à 325	

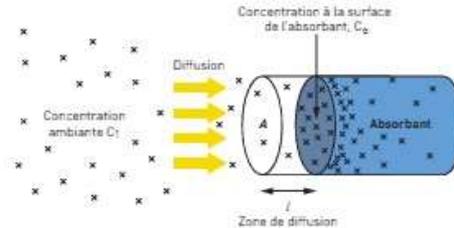
Qualité de l'air intérieur : Préleveur QAI et hygiène industriel



↳ Radiello 145 thermodesorbable



↳ Radiello 130 extraction CS2



↳ Tube Perkin à diffusion centrale



↳ 3M Extraction CS2



↳ Badge GABIE Extraction CS2

↳ QAI (ISO 16017-2)
↳ Cité dans le décret ERP

↳ Hygiène industriel
↳ Non validé par l'INRS

↳ QAI
↳ Débit trop faible, équilibre trop vite atteint

↳ Hygiène industrielle
↳ +/- validé par l'INRS

↳ Hygiène industrielle
↳ validé par l'INRS

Il n'existe pas une méthode spécifique pour chaque polluant (ex pour le benzène: une vingtaine de possibilités): utiliser la bonne en fonction de ce que l'on cherche

Ne pas utiliser le matériel pour l'hygiène industrielle en QAI et vice versa

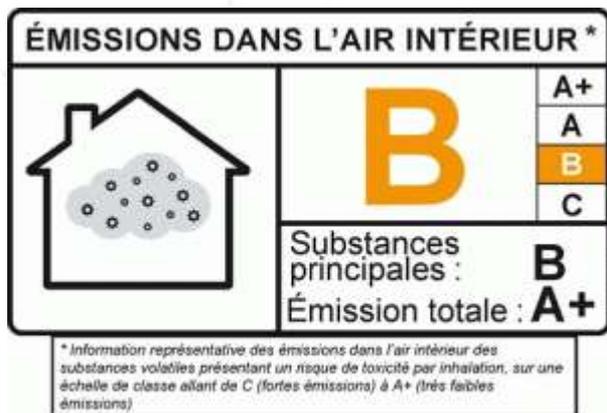


2. Sources

Dégazage selon les normes ISO 16000 (chambre d'émission Climpack)



- ↳ Le taux de renouvellement spécifique est fixé selon le produit: scénario mur, sol, joint, porte,...
- ↳ La RH et la Température sont fixées
- ↳ La durée de l'essai est de 28 jours
- ↳ COVs totaux analysés en FID / MS – COVs totaux éluant entre l'hexane et l'hexadécane
- ↳ Protocole AFSSET: Ajout de 4 CMR: benzène, du trichloroéthylène et de 2 phtalates (DEHP, DBP) (plastifiants) mais ne font pas partie de l'arrêté ministériel



ORF n° 0111 du 13 mai 2011 : Arrêté du 19 Avril 2011 - Etiquetage des matériaux par classes d'émissions déterminées à partir des concentrations d'exposition en $\mu\text{g.m}^{-3}$

$$C = \frac{TS}{aV}$$

C : concentration d'exposition en $\mu\text{g.m}^{-3}$
 T : taux d'émission en $\mu\text{g.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$
 a : taux de renouvellement de l'air en h^{-1}
 S : surface en m^2
 V : volume en m^3

Classes	C	B	A	A+
Formaldéhyde	>120	<120	<60	<10
Acétaldéhyde	>400	<400	<300	<200
Toluène	>600	<600	<450	<300
Tétrachloroéthylène	>500	<500	<350	<250
Xylène	>400	<400	<300	<200
1,2,4-Triméthylbenzène	>2000	<2000	<1500	<1000
1,4-Dichlorobenzène	>120	<120	<90	<60
Éthylbenzène	>1500	<1500	<1000	<750
2-Butoxyéthanol	>2000	<2000	<1500	<1000
Styrène	>500	<500	<350	<250
COVT	>2000	<2000	<1500	<1000

Pièce de référence :

$$V = 30 \text{ m}^3$$

$$a = 0,5 \text{ h}^{-1}$$

S dépend du type de surface où sera utilisé le matériau (par exemple, S = 12 m^2 pour le sol)

➔ Besoin d'outils permettant la mesure de taux d'émission

Préleveur passif (Blondel, thèse EMD 2010)



Le préleveur :

- ↳ Boîte de pétri en verre ambré : $\varnothing=35,4\text{mm}$ – $h=20\text{mm}$
- ↳ Filtre en fibre de quartz imprégné de $500\mu\text{L}$ d'une solution de DNPH

La mesure :

- ↳ Le formaldéhyde émis diffuse dans la colonne d'air jusqu'au filtre où il est absorbé
- ↳ Exposition de 5 à 6 heures

L'analyse :

- ↳ Elution à l'acétonitrile
- ↳ Dosage par HPLC-UV

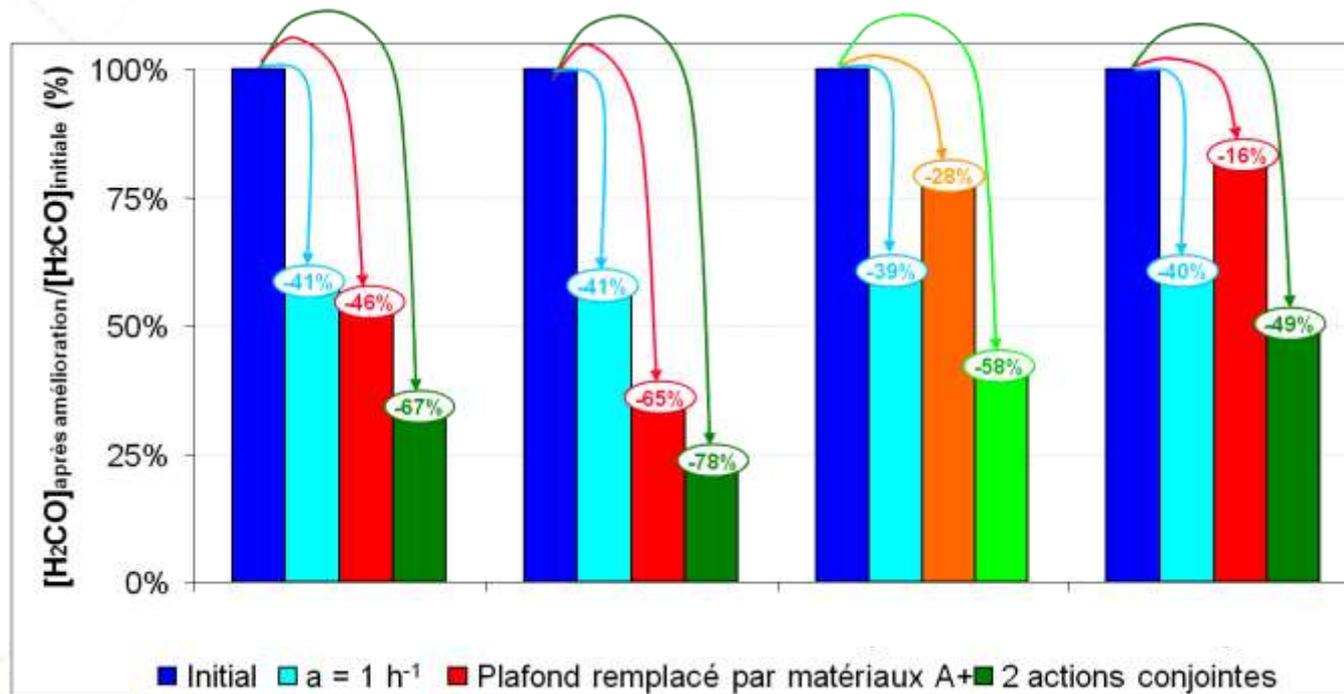


Masse de formaldéhyde échantillonné (μg)

Application du modèle pour évaluer les scénari de réduction d'émissions

2 scenari testés :

- Augmentation du taux de renouvellement de l'air de 0,5 à 1 h⁻¹ (Scenario I)
- Taux d'émission de la source la plus émettrice abaissé à 12,5 µg.m⁻².h⁻¹ (Scenario II)



3. Evaluation des systèmes de traitement



LA SÉRÉNITÉ CERTIFIÉE

POURQUOI
ACHETER NF ?

FAIRE CERTIFIER SES
PRODUITS OU SERVICES

UTILISER OU
RECOMMANDER NF

PROPOSER UNE NOUVELLE
CERTIFICATION NF

TROUVER UNE
CERTIFICATION NF

[Accueil](#) > [Catégories](#) > [Génie climatique](#) > [NF - Epurateurs d'air \(NF536\) - MARQUE NF](#)

Caractéristiques :

- Débits dair
- Niveaux de puissance acoustique
- Puissances électriques absorbées
- Valeurs minimales et maximales de débit dair épuré initial pour les catégories de polluants vis-à-vis desquelles une efficacité est déclarée
- Valeurs minimales et maximales de surface de pièce recommandée pour les catégories de polluants vis-à-vis desquelles une efficacité est déclarée
- Ratio entre la valeur maximale de débit dair épuré initial et la puissance électrique absorbée

SE FAIRE CERTIFIER

VOIR LES CERTIFIÉS

Organisme certificateur :

EUROVENT CERTITA CERTIFICATION

<http://marque-nf.com/categories/genie-climatique/nf-air-purifiers-nf536-marque-nf/>



Épurateurs d'air autonomes pour applications tertiaires et résidentielles - Méthode d'essais - Performances intrinsèques

GAZ:

Acétone,
Acétaldéhyde,
Heptane,
Toluène
Formaldéhyde

50-150 ppbV
22 ± 2 °C
HR=50 ± 5 %
1 atm

Intermédiaires
recherchés

O₃: 0,5 ppbV

CO: 1 ppmV

NO: 0,5
ppbV

NO₂ 0,5 ppbV.

ALLERGENES:

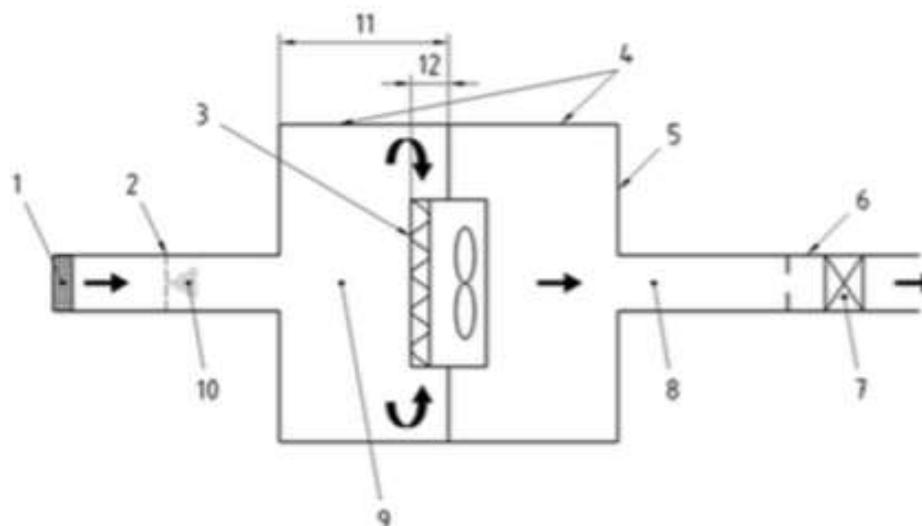
Allergène majeur de chat
Feld 1 (*Felis domesticus* 1)
entre 10 et 20 ng/m³

PARTICULES:

DEHS (DiEthylHexylSebacate)
plage granulométrique 0,3 à
5µm
concentration stable
adaptée à l'instrument de
mesure

MICRO ORGANISMES:

Bactérie: *Staphylococcus
epidermidis*
Champignon: *Aspergillus niger*
Concentrations ≥10⁴ UFC/m³
(Unités Formant Colonies par
mètre cube d'air).



Légende

- 1 Filtre HEPA
- 2 Grille
- 3 Épurateur en essais
- 4 Différence de pression entre l'amont et l'aval de l'épurateur égale à zéro ($\Delta P = 0$)
- 5 Enceinte
- 6 Mesure débit d'air
- 7 Ventilateur
- 8 Prélèvement aval
- 9 Prélèvement amont
- 10 Injection des polluants
- 11 dimension de la partie amont de l'enceinte
- 12 dimension de l'épurateur qui dépasse dans la partie amont de l'enceinte

Figure 1 — Exemple de schéma de principe d'un banc d'essais

Photocatalysis — Measurement of efficiency of photocatalytic devices used for the elimination of VOC and odour in indoor air in active mode — Part 1: Batch mode test method in closed chamber

prEN 16846-1:2015 (E)

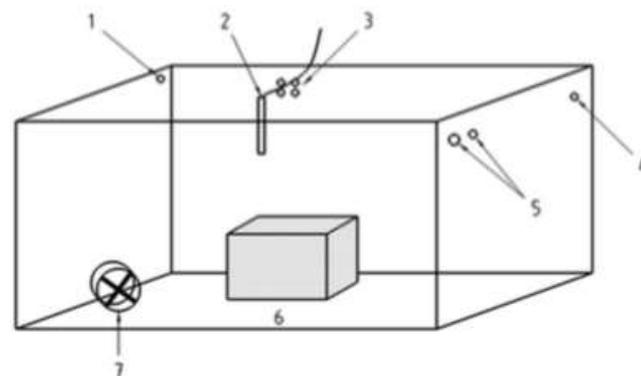
Test en enceinte fermée

Pour des systèmes ayant un débit max de 1000 m³/h et dédié à l'air intérieur

Pour des systèmes photocatalytiques ou incluant une fonction photocatalytique (mise en évidence par la minéralisation)

Annex A
(informative)

Schematic diagram of an air tight chamber



Key	
1	Injection of the mixture
2	Humidity and temperature probe
3	Cartridge sampling
4	On-line sampling
5	Electrical connection throughput
6	System
7	External fan

Figure A.1 — Schematic diagram of an air tight chamber

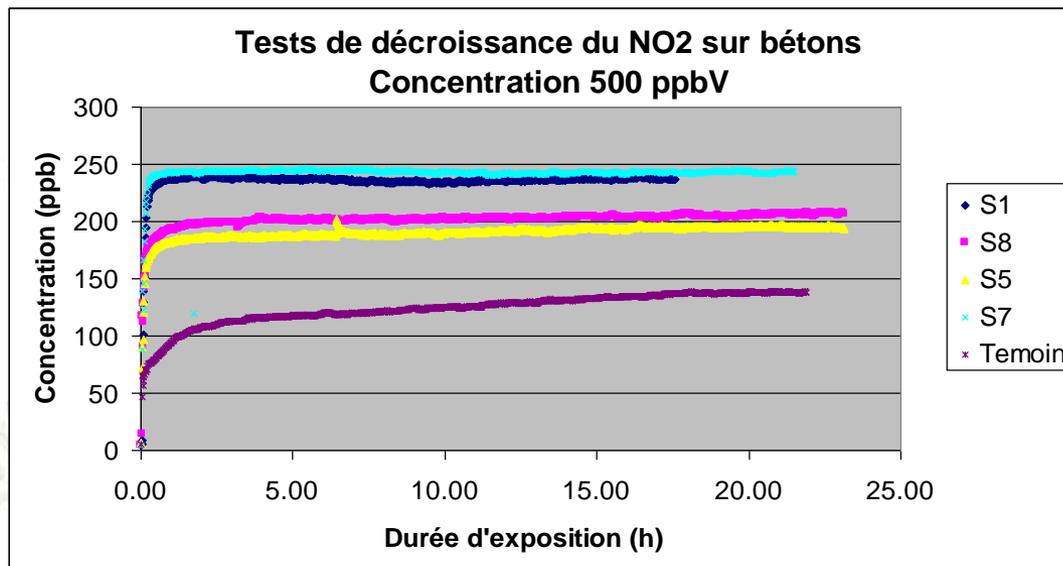
Mélange testé: acétone, acétaldehyde, heptane, toluène et formaldéhyde

1/ Objectif innocuité : recherche d'éventuels produits de dégradation
50 ppb ± 25%, 22 ± 2 °C, HR=50 ± 5 %, 1 atm

prélèvements à T= 0-15 min, 30-45 min et 120-135 min

2/ Objectif minéralisation (CO₂)

1000 ppb ± 10%, 22 ± 2 °C, HR=50±5 %, 1 atm



Issue de la norme ISO 16000-23 pour matériaux sortifs pour le formaldéhyde
Tests sur bétons / peintures « dépolluantes »

Génération de
formaldéhyde



3 axes principaux dans la QAI:

- ↳ Caractérisation d'atmosphères
- ↳ Recherche des sources
- ↳ Evaluation des systèmes de traitement

Quelques conseils pour bien aborder la QAI

- ↳ QAI / hygiène industriel
- ↳ Toujours comprendre pourquoi on fait des mesures
- ↳ Bien garder en tête que le support qui prélève tout dans toutes les conditions n'existe pas....

La démarche:

- ↳ Normes : ISO 16000/16017/B44-013/encens...
- ↳ Réglementations Matériaux / ERP / Marquage épurateurs

Merci de votre attention!