

**Les matériaux de construction et de finition :
Evaluation standardisée des émissions de COV pour
un choix intégrant la qualité de l'air intérieur**

Pascale Steenhoudt, Ir
Laboratoire Chimie du Bâtiment
CSTC - Centre Scientifique et Technique de la Construction



Antenne-Normes Indoor Air Quality

- Les notes de cours 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





Evaluation standardisée des émissions de COV pour un choix intégrant la qualité de l'air intérieur

- Quels sont les matériaux concernés?
- Quels sont les composés à considérer?
- Quelles sont les conditions d'essai et d'échantillonnage?
- Quelles sont les techniques analytiques utilisées?
- Comment interpréter les résultats pour comparer les matériaux?

Evaluation standardisée des émissions de COV

17-10-2018- Page 3

Quels sont les matériaux concernés?



Les matériaux contenant des matières organiques (solvants, plastifiants, additifs, monomères, ...)


Non concernés si sans traitement ni additif



Evaluation standardisée des émissions de COV


17-10-2018- Page 4

Quels sont les matériaux concernés?

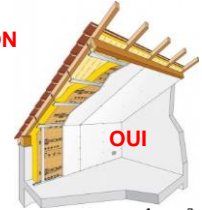


Les matériaux en contact avec l'air intérieur

Non concernés

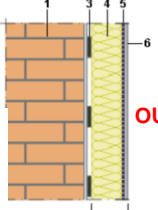


NON



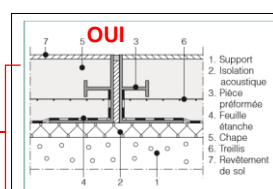
OUI

NON



1. Mur existant.
2. Panneau composite.
3. Plots de colles.
4. Isolant.
5. Pare-vapeur éventuel.
6. Finition

OUI



1. Support
2. Isolation acoustique
3. Plaque préformée
4. Feuille diaphane
5. Chape
6. Treillis
7. Revêtement de sol

Evaluation standardisée des émissions de COV


17-10-2018- Page 5

Quels sont les matériaux concernés?



Les matériaux utilisés dans un lieu d'occupation humaine (logements, bureaux, magasins, ...)

Non concernés



Plus spécifiquement les matériaux ayant une grande surface en contact avec l'air intérieur:
Revêtements pour mur, cloison, sol et plafond



Evaluation standardisée des émissions de COV

17-10-2018- Page 6






Evaluation standardisée des émissions de COV pour un choix intégrant la qualité de l'air intérieur

- Quels sont les matériaux concernés?
- **Quels sont les composés à considérer?**
- Quelles sont les conditions d'essai et d'échantillonnage?
- Quelles sont les techniques analytiques utilisées?
- Comment interpréter les résultats pour comparer les matériaux?

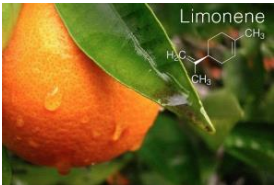
Evaluation standardisée des émissions de COV 17-10-2018- Page 7

Quels sont les composés émis à considérer?

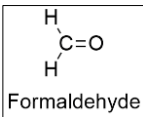


Les composés organiques volatils (COV) ?


Organiques \Rightarrow des molécules avec un ou plusieurs atomes de carbone et d'hydrogène + oxygène, chlore, azote, ...d'origine naturelle ou anthropique



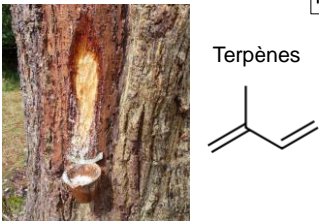
Limonene




Formaldehyde

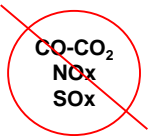


Toluène



Terpènes






~~CO-CO₂
NO_x
SO_x~~

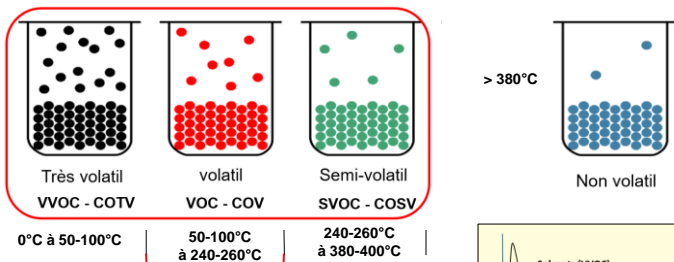
Evaluation standardisée des émissions de COV 17-10-2018- Page 8

Quels sont les composés émis à considérer?



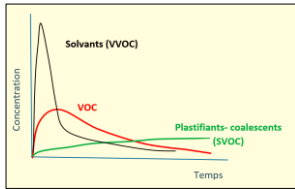
Les composés organiques volatils (COV) ?

Volatils ⇒ Des composés ayant une forte propension à passer à l'état gazeux
(petites molécules, à faible force intermoléculaire)



Point d'ébullition


Définition utilisée pour la
teneur en COV des peintures



Evaluation standardisée des émissions de COV

17-10-2018- Page 9

Quels sont les composés émis à considérer?



Ne pas confondre « Contenu en COV » et « Emission de COV » !!!

Contenu en COV (g/l de peinture)

↓

Quantité de COV dans la formulation de la peinture

Emission de COV (µg/m³ d'air)

↓

Taux de COV émis dans l'air intérieur après application de la peinture

EU Decopaint Directive 2004/42/EC ⇒ Teneur limite en COV contenus dans les peintures et les vernis

- Lutte contre la formation d'oxydants photochimiques dans la troposphère.
- Pas une préoccupation quant à la qualité de l'air intérieur
- Définition d'un COV sur base de son point d'ébullition ($\leq 250^{\circ}\text{C}$)
- Considère uniquement le total des COV (pas de critères individuels, pas de considération des COSV ou des COTV)

Le contenu en VOC d'une peinture ne peut être utilisé pour estimer les émissions de COV des peintures


Peinture	Contenu en COV (g/l)	Emission de COV à 28 jours (µg/m³)
A	1	31
B	3	25
C	30	58
D	31	530
E	45	3100
F	100	110
G	300	2900
H	350	630

Une peinture avec un faible contenu en COV peut donner un faux sentiment de sécurité.

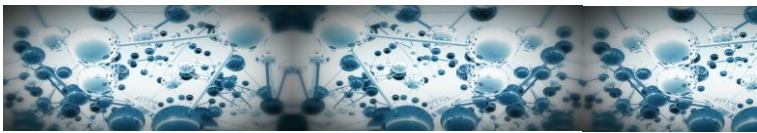
Evaluation standardisée des émissions de COV

17-10-2018- Page 10

Quels sont les composés émis à considérer?



✓ Multiplicité des composés organiques émis par les matériaux (± 900)



✓ Certains sont dangereux pour la santé, d'autres sont inoffensifs

- Substances non toxiques
- Impact sur les fonctions respiratoires
- Impact sur le système nerveux
- Substances allergènes
- Substances cancérigènes


Ex: Ethanol

Ex: Formaldéhyde

Ex: Xylène

Ex: Limonène, α-pinène

Ex: Benzène, trichloréthylène




JOINT RESEARCH CENTRE
Institute for Health and Consumer Protection
Chemical Assessment and Testing Unit

✓ A partir de quelle concentration un composé est-il dangereux pour la santé?

Concept de valeurs guides → LCI ou CLI = Concentration limite d'intérêt

Evaluation standardisée des émissions de COV
17-10-2018- Page 11

Quels sont les composés émis à considérer?



Concept de valeurs guides → LCI ou CLI = Concentration limite d'intérêt

Valeur spécifique à une substance, exprimée en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, pour une évaluation sanitaire des niveaux d'émission des produits de construction (selon la EN 16516). En dessous de cette valeur, aucun effet sanitaire ou aucune nuisance ou aucun effet indirect important sur la santé n'est en principe attendu.

https://ec.europa.eu/growth/sectors/construction/eu-lci/values_en

EU-LCI Values

The substances and their values are presented in 4 separate lists as follows:

A) [Agreed EU-LCI values \(July 2018\)](#) - substances with their established EU-LCI values and summary fact sheets (PDF, 486 kB)

B) [Substances with insufficient data \(July 2018\)](#) - will not be progressed until further data are available (PDF, 167 kB)

C) [EU-LCI Master list \(July 2018\)](#) - all the substances identified requiring an EU-LCI value (PDF, 409 kB)

D) [EU-LCI Working list \(July 2018\)](#) - substances currently being progressed (PDF, 178 kB)


+ liste de l'AgBB
(Allemagne)


+ Composés Cancérigènes
1A et 1B

Exemples de valeur LCI

Composés cibles	Valeur LCI ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Xylène	500
Triméthylbenzène	450
Styrène	250
Naphtalène	10
B-pinène	1400
Limonène	5000
Phénol	70
Propylène glycol	2100
Formaldéhyde	100
Acétaldéhyde	1200

Evaluation standardisée des émissions de COV
17-10-2018- Page 12






Evaluation standardisée des émissions de COV pour un choix intégrant la qualité de l'air intérieur

- Quels sont les matériaux concernés?
- Quels sont les composés à considérer?
- Quelles sont les conditions d'essai et d'échantillonnage?
- Quelles sont les techniques analytiques utilisées?
- Comment interpréter les résultats pour comparer les matériaux?

Evaluation standardisée des émissions de COV

17-10-2018- Page 13

Quelles sont les conditions d'essai et d'échantillonnage?

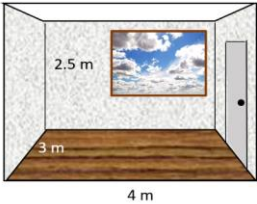


- Impossibilité d'évaluer les émissions selon tous les scénarios d'utilisation possibles
- Application de conditions jugées représentatives de l'utilisation des produits dans des environnements intérieurs normaux
- Utilisation d'une chambre d'essai standard (dimensions, conditions de T° et HR, ventilation, facteurs de charge)

NBN EN 16516: 2017 → Produits de construction: Evaluation de l'émission de substances dangereuses – Détermination des émissions dans l'air intérieur

NBN EN ISO 16000-9
Méthode de la chambre d'essai d'émission

Pièce de référence
Volume : 30 m³



Série de normes ISO 16000
Air intérieur

Température: 23°C
Humidité: 50%
Taux de renouvellement d'air: n = 0,5 /heure
Taux de ventilation: 15 m³/heure
Vitesse de l'air: 0,1 à 0,3 m/sec

Scénario d'émission en pièce de référence	Surface S (m²)	Facteur de charge L = S/V (m³/m³)	Taux de ventilation spécifique q=n/L (m³/m²/h)
Sol	12	0.4	1.25
Plafond	12	0.4	1.25
1 porte	1.6	0.05	10
1 fenêtre	2	0.07	7
Murs (sans fenêtre et porte)	31.4	1	0.5
Joint (petites surfaces)	0.2	0.007	70

Débit d'air spécifique, q (=n/L)
Débit d'air par unité de surface (m³/(m² h))

Evaluation standardisée des émissions de COV

17-10-2018- Page 14


Quelles sont les conditions d'essai et d'échantillonnage?

cstc.be

Exemple de chambre d'essai d'émission

NBN EN 16000-9

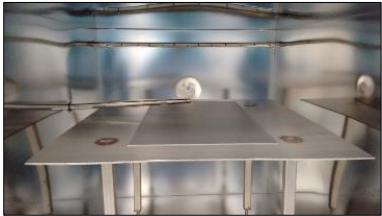
4 X 250 litres (0,25 m³)



Résultats équivalents à la
chambre de référence

Volume minimal: 20 litres

Scénario d'émission en chambre de référence	Taux de ventilation spécifique q=n/L (m³/m²/h)	Surface de l'éprouvette (m²)
Sol	1.25	0,10
Plafond	1.25	0,10
1 porte	10	0,0125
1 fenêtre	7	0,018
Murs (sans fenêtre et porte)	0.5	0,25
Joint(s) (petites surfaces)	70	0,0018



Evaluation standardisée des émissions de COV

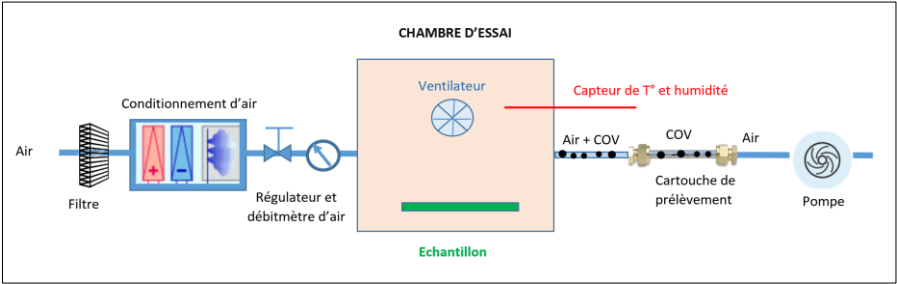
17-10-2018- Page 15

Quelles sont les conditions d'essai et d'échantillonnage?

cstc.be

NBN EN ISO 16000-9 Méthode de la chambre d'essai d'émission

Schéma de la chambre d'essai



Evaluation standardisée des émissions de COV

17-10-2018- Page 16

8

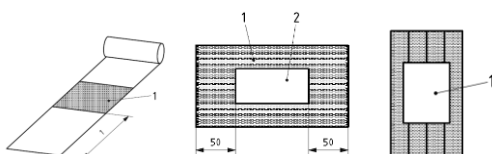
Quelles sont les conditions d'essai et d'échantillonnage?



➤ Echantillonnage

EN 16516 + EN ISO 16000-11

- Prélèvement au point de fabrication, une fois la totalité des opérations de production terminées, dès que le produit est prêt à être expédié ou à être mis en œuvre
- Echantillon représentatif, emballage étanche à l'air, non émissif et non absorbant
- Expédition sous 14 jours et mise en chambre **avant 8 semaines**



➤ Produits liquides

EN 16516 + EN 16402

- Délai entre échantillonnage et essai : 4 MOIS MAXIMUM
- Application sur support inerte, non poreux (ex. inox)
- Mise en oeuvre, épaisseur et nombre de couches selon la fiche technique
- Les composants d'un système doivent être testés ensemble et non individuellement
- Période de préconditionnement avant mise en chambre



Epaisseur minimale

- Peinture : 150 g/m²
- Vernis : 80 g/m²
- Enduit : 1000 g/m²

Evaluation standardisée des émissions de COV

17-10-2018- Page 17

Quelles sont les conditions d'essai et d'échantillonnage?



Après 28 jours en chambre d'essai

(éventuellement aussi après 3 jours)

Prélèvement de l'air de la chambre d'essai
au moyen de pompes sur cartouches
contenant un milieu adsorbant



COV et COSV ➔ Tube en inox avec Tenax



2,6-diphenyl-p-phenylene oxide

Aldéhydes et cétones C1-C4 ➔ Tube avec 2,4-DNPH



2,4-Dinitrophénylhydrazine

PARAMÈTRES DE L'ÉCHANTILLONNAGE COV					
Conditionnement	28 jours	Volume d'air	4,8 l	Débit d'air	30 & 60 ml/min
PARAMÈTRES DE L'ÉCHANTILLONNAGE FORMALDÉHYDE ET AUTRES COMPOSÉS CARBONYLÉS C1-C4					
Conditionnement	28 jours	Volume d'air	60 l	Débit d'air	100 ml/min

Evaluation standardisée des émissions de COV

17-10-2018- Page 18






Evaluation standardisée des émissions de COV pour un choix intégrant la qualité de l'air intérieur

- Quels sont les matériaux concernés?
- Quels sont les composés à considérer?
- Quelles sont les conditions d'essai et d'échantillonnage?
- **Quelles sont les techniques analytiques utilisées?**
- Comment interpréter les résultats pour évaluer l'impact des matériaux?

Evaluation standardisée des émissions de COV


17-10-2018- Page 19

Quelles sont les techniques analytiques utilisées?




Analyse des COV et des COSV par thermodésorption (TD), chromatographie en phase gazeuse (GC) et spectrométrie de masse (MS)

➤ TD




Désorption

➤ GC

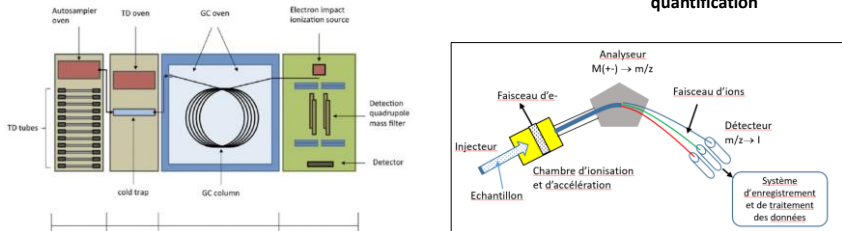


Séparation

➤ MS

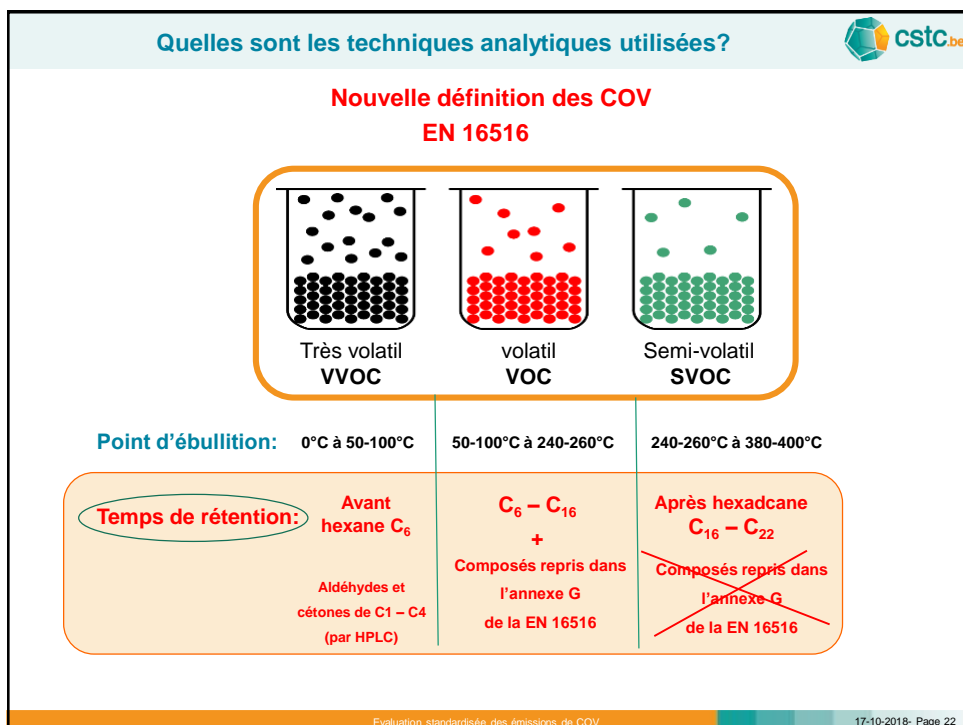
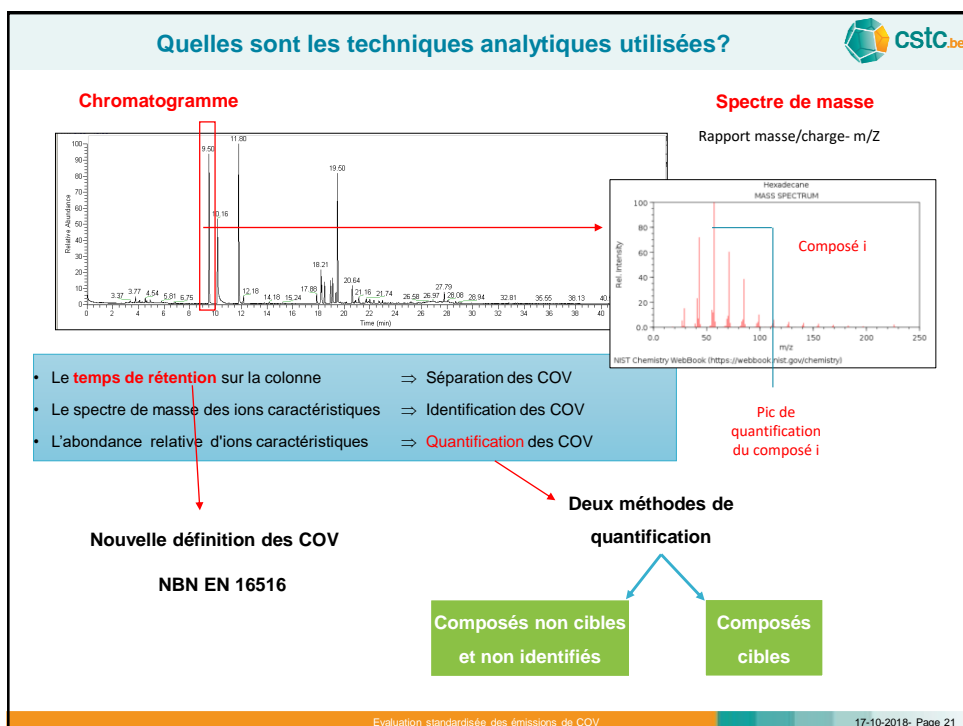


Identification et quantification




Evaluation standardisée des émissions de COV

17-10-2018- Page 20



Quelles sont les techniques analytiques utilisées?

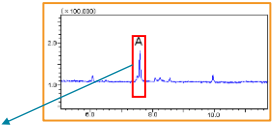
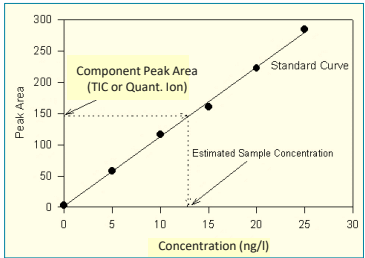


Comment quantifier les COV ?

QUANTIFICATION

- **COV non-cibles & composants non identifiés**
 - SEMI-QUANTIFICATION SUR BASE DU **COURANT IONIQUE TOTAL (SIGNAL TIC)** → **SURFACE DU PIC**
 - VIA LA COURBE DE CALIBRATION DU TOLUÈNE (~ EQUIVALENT TOLUÈNE)
- **COV cibles** (COV avec LCI (~ définie via une loi ou un label))
 - QUANTIFICATION SUR BASE DE L'ABONDANCE RELATIVE DE L'ION DE QUANTIFICATION SPÉCIFIQUE DU COMPOSÉ
 - COURBE DE CALIBRATION SPÉCIFIQUE RÉALISÉE À PARTIR DU STANDARD CORRESPONDANT


Résultat ⇒ Concentration massique du composé i
⇒ Ci en µg/m³ dans la chambre d'essai

Evaluation standardisée des émissions de COV

17-10-2018- Page 23


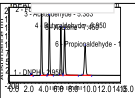

Quelles sont les techniques analytiques utilisées?



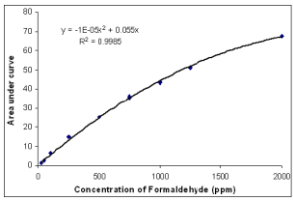
Analyse des COTV (aldéhydes et cétones de C1 à C4) par élution et chromatographie en phase liquide à haute performance (HPLC)

➤ **UV-HPLC**

Élution à l'acétonitrile

Résultat ⇒ Concentration massique du composé i
⇒ Ci en µg/m³ dans la chambre d'essai



Evaluation standardisée des émissions de COV

17-10-2018- Page 24






Evaluation standardisée des émissions de COV pour un choix intégrant la qualité de l'air intérieur

- Quels sont les matériaux concernés?
- Quels sont les composés à considérer?
- Quelles sont les conditions d'essai et d'échantillonnage?
- Quelles sont les techniques analytiques utilisées?
- **Comment interpréter les résultats pour évaluer l'impact des matériaux?**

Evaluation standardisée des émissions de COV 17-10-2018- Page 25



Comment interpréter les résultats pour évaluer l'impact des matériaux?

En uniformisant les résultats

CONCENTRATION DANS L'AIR DE LA CHAMBRE D'ESSAI

$$C_i = \frac{m_i}{V_i} \quad (\mu\text{g}/\text{m}^3)$$

m_i = masse prélevée du composant a (ng)
 V_i = volume d'air prélevé (litre)

SPECIFIC EMISSION RATE (SER) – débit d'émission spécifique par unité de surface du composé

$$SER_i = C_i \times q_i \quad (\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h})$$

q_i = taux de ventilation spécifique de la chambre d'essai = n_i/L_i ($\text{m}^3/\text{m}^2/\text{h}$)
 n_i = renouvellement d'air dans la chambre d'essai (h^{-1})
 L_i = facteur de charge ds la chambre d'essai (m^2/m^3)

CONCENTRATION DANS LA PIÈCE DE RÉFÉRENCE

$$C_{r-i} = SER_i / q_r \quad (\mu\text{g}/\text{m}^3)$$

q_r = taux de ventilation spécifique de la pièce de référence = n_r/L_r ($\text{m}^3/\text{m}^2/\text{h}$)
 n_r = renouvellement d'air dans la pièce de référence (h^{-1})
 L_r = facteur de charge ds la pièce de référence (m^2/m^3)

Si $q_i = q_r \Rightarrow C_i = C_{r-i}$

Evaluation standardisée des émissions de COV 17-10-2018- Page 26

Comment interpréter les résultats pour évaluer l'impact des matériaux?

En comparant les concentrations massiques aux valeurs LCI

Valeur $R_i \Rightarrow$ Rapport $Cr-i / LCI_i$

$Cr-i$ est la concentration massique dans l'air de la pièce de référence
 LCI_i est la valeur LCI du composé i .

Si $R_i < 1 \Rightarrow$ Pas de risque sanitaire attendu pour le composé i
 Si $R_i > 1 \Rightarrow$ Risque sanitaire attendu pour le composé i

Exemple

Jours	Triéthylène glycol	Diisobutylglutarate
3	0	27
14	55	88
28	164	275

Composé	Triéthylène glycol	Diisobutylglutarate
Point d'ébullition $^{\circ}\text{C}$	285	267
LCI	/	100 (AgBB)

$R_i = \frac{275}{100} = 2,75$

COV selon NBN EN 16516 (Annexe G)
 \Rightarrow Contribue à l'effet cocktail des COV

Selon l'AgBB
 Pour tout composé sans LCI
 $Cr-i < 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Evaluation standardisée des émissions de COV 17-10-2018- Page 27

Comment interpréter les résultats pour évaluer l'impact des matériaux?

En évaluant l'effet "cocktail" des COV ?

$R = \sum R_{r-i} = \sum \frac{C_{r-i}}{LCI_i} < 1$

LE TVOC = SOMME DES COV - LE TSVOC = SOMME DES COSV

- **Avantage:** Indication chiffrée des émissions totales de COV et COSV
- **Désavantage:** Information non reliée à la santé

PLUSIEURS MÉTHODES DE CALCUL (* RESULTATS)

= $\sum \text{COV} \geq 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, quantifiés via le signal TIC et exprimés en équivalent toluène

= $\sum \text{COV cibles} \geq 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ quantifiés via standards spécifiques) + $\sum \text{COV non-cibles et non identifiés} \geq 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ quantifiés via le signal TIC et exprimés en équivalent toluène

= Masse équivalente du signal TIC total entre C_6 et C_{16} , quantifié en équivalent toluène

Composés	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ facteur de réponse spécifique	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ facteur de réponse du toluène
n butyl acetate	63	45
butyrolactone	230	31
phenol	35	14
diethylene glycol diethyl ether	1 780	326
2-(2-butoxyéthoxy)ethanol	15 660	759
2,5,8,11,14 pentaioxapentadecane	1 336	235

Evaluation standardisée des émissions de COV 17-10-2018- Page 28

Comment interpréter les résultats pour évaluer l'impact des matériaux?



EN 16516 → Identification et quantification des COV émis par les matériaux

COV	Non cibles	Cibles	Car 1A et 1B
Limite	<ul style="list-style-type: none"> Pas de limite individuelle AgBB: < 100 µg/m³ 	<ul style="list-style-type: none"> EU-LCI AgBB-LCI Autres selon législation ou label 	< 1 µg/m³
	<div> $\Sigma \text{ COV} < 1000 \text{ µg/m}^3$ $\Sigma \text{ COSV} < 100 \text{ µg/m}^3$ $\Sigma \text{ Ri} < 1$ </div>		

Evaluation standardisée des émissions de COV

17-10-2018- Page 29

Résumé



- ✓ Il existe enfin une méthode standardisée pour évaluer les niveaux d'émission des COV par les matériaux de construction ⇒ EN 16516
 - ⇒ Comparaison des émissions de COV des matériaux dans des conditions identiques
 - ✓ Evaluation sanitaire des matériaux de construction
 - ✓ Certains COV sont dangereux pour la santé ⇒ valeurs cibles (LCI)
 - ✓ Calcul du total des COV et COSV émis (effet "cocktail")
- ⇒ Un choix judicieux de matériaux pour contribuer à améliorer la qualité de l'air intérieur

Bonne nouvelle !

Vous pouvez continuer à respirer à l'intérieur des bâtiments !



Michel Kichka

Evaluation standardisée des émissions de COV

17-10-2018- Page 30



Contact

Pascale Steenhoudt

Tom Haerinck

Laboratoire "Chimie du Bâtiment", CSTC



: 02 655 77 11

E-mail: pst@bbri.be

th@bbri.be



Antenne-Normes
Indoor Air Quality