



HAL
open science

Etude exploratoire : caractérisation des émissions de fournitures scolaires et de produits d'entretien utilisés dans une école et analyse des données de composition

Mickael Derbez, Cécilia Solal, Mélanie Nicolas, Céline Cannier, Gwendal Loisel, Cyrielle Lengo, Marianne Fernandez, François Maupetit, Cécile Pignon, Valérie Cochet, et al.

► **To cite this version:**

Mickael Derbez, Cécilia Solal, Mélanie Nicolas, Céline Cannier, Gwendal Loisel, et al.. Etude exploratoire : caractérisation des émissions de fournitures scolaires et de produits d'entretien utilisés dans une école et analyse des données de composition. [Rapport de recherche] Rapport CSTB-DSC/2014-068, CSTB - Centre scientifique et technique du bâtiment; OQAI - Observatoire de la qualité de l'air intérieur; CCTV - Comité de coordination et de toxicovigilance. 2014, http://www.centres-antipoison.net/CCTV/CCTV_Fournitures_scolaires_201409__.pdf. hal-01102360

HAL Id: hal-01102360

<https://cstb.hal.science/hal-01102360v1>

Submitted on 12 Jan 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

COMITE DE COORDINATION DE TOXICOVIGILANCE

Programme d'études et de recherche de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) « Lieux de vie fréquentés par les enfants »

ETUDE EXPLORATOIRE : CARACTERISATION DES EMISSIONS DE FOURNITURES SCOLAIRES ET DE PRODUITS D'ENTRETIEN UTILISÉS DANS UNE ECOLE ET ANALYSE DES DONNEES DE COMPOSITION

Étude réalisée sous la coordination de Mickaël Derbez (CSTB) et Cécilia Solal (Anses)

Avec la participation du Centre scientifique et technique du bâtiment, Direction Santé – Confort (CSTB)¹

et du groupe de travail « Produits chimiques » du Comité de coordination de toxicovigilance (CCTV)²

¹ Mélanie Nicolas, Céline Cannier, Gwendal Loisel, Cyrielle Iengo, Marianne Fernandez, François Maupetit, Cécile Pignon, Valérie Cochet, Dominique Theyrat, Joane Cettier, Claire Dassonville, Corinne Mandin

² Patrick Nisse (CAPTV Lille), Jean-Luc Bourrain (Revidal-Gerda), Dominique Dupas (CCPPE Nantes), Robert Garnier (CAPTV Paris), Michel Guerbet (Université Rouen), Patrick Harry (CAPTV Angers), Jean-Pierre Lepoittevin (Université Strasbourg), Stéphane Malard (INRS), Jacques Manel (CAPTV Nancy), Jean-Marc Saponi (CAPTV Lyon), Sandra Sinno-Tellier (InVS)

Septembre 2014

Rapport CSTB-DSC/2014-068

Validation

Ce rapport a été validé :

- par le GT « Produits chimiques » du CCTV le 27 février 2014 ;
- par la cellule opérationnelle du CCTV le 14 avril 2014 ;
- par le CCTV le 23 avril 2014 ;
- par le Conseil Scientifique de l'OQAI par approbation électronique en juin 2014.

Diffusion

CAPTVs, Anses, InVS, DGS

Site de l'OQAI : <http://www.oqai.fr>

Site des centres antipoison : <http://www.centres-antipoison.net/index.html>

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent document, faite sans l'autorisation du CSTB est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 1er juillet 1992 - art. L 122-4 et L 122-5 et Code Pénal art. 425).

Toute citation d'extraits ou reproduction doit obligatoirement faire apparaître la référence de ce document sous la forme : Derbez M *et al.*. 2014. Etude exploratoire : caractérisation des émissions de fournitures scolaires et de produits d'entretien utilisés dans une école et analyse des données de composition. 74 pages avec annexes.

RESUME

L'impact des fournitures scolaires et des produits d'entretien sur la pollution de l'air des salles de classe a été très peu étudié dans le monde et en France en particulier. Dans le cadre de son programme de travail « Lieux de vie fréquentés par les enfants », l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) a réalisé une étude exploratoire visant à caractériser les émissions de composés organiques volatils (COV) et d'aldéhydes issues de produits liés aux activités scolaires et des produits d'entretien utilisés dans les salles de classe. Les produits ont été sélectionnés d'après un inventaire réalisé par l'équipe technique de l'OQAI dans une école de la région parisienne. Vingt-trois produits ont été retenus *in fine* afin d'être évalués en chambre d'essai d'émission (19 fournitures et 4 produits d'entretien).

Les protocoles d'évaluation des émissions des produits sélectionnés ont été élaborés à partir de la procédure de qualification des émissions de composés organiques volatils par les matériaux de construction et produits de décoration (corpus de normes ISO 16000, protocole ANSES), et appliqués tels quels aux types de produits testés, en l'absence actuelle de protocole *ad hoc* pour ces derniers. Les essais ont été réalisés dans des chambres d'émission selon la norme EN ISO 16000-9, sous conditions contrôlées de température, d'humidité relative et de taux de renouvellement d'air.

Afin de compléter l'étude, l'OQAI a associé le Comité de coordination de toxicovigilance (CCTV) afin d'acquérir des données sur les compositions des fournitures et produits sélectionnés.

Les résultats des essais d'émission montrent que de nombreux COV sont émis lors de l'utilisation de produits liés aux activités scolaires et qu'ils sont très variés. Pour quelques produits, certaines substances détectées n'ont pu être identifiées avec précision, puisqu'elles ne figuraient pas dans les bibliothèques internationales de recherche. Des émissions de benzène et d'hexane ont été mesurées à des niveaux plus faibles que celles d'autres COV : n-butanol, propylène glycol, 2-éthylhexanol, 2-butoxyéthanol, méthylisobutylcétone (MIBK), par exemple. Certaines fournitures scolaires testées, comme la peinture acrylique, l'encre de Chine, le feutre effaçable à sec, la gouache liquide et la peinture vitrail, ont attiré l'attention car les émissions de certains COV et/ou aldéhydes étaient plus élevées que pour les autres produits testés.

Pour le volet « étude des compositions », les données de 8 produits sur les 23 testés ne sont pas disponibles (absence de réponse des fabricants ou difficulté à identifier les interlocuteurs). En l'absence de réponse du fabricant, la consultation des fiches de données de sécurité peut permettre d'apporter des éléments sur la composition. Toutefois ces fiches n'apportent pas d'informations exhaustives sur la composition, et ne sont pas toutes de qualité équivalente. Il est donc aujourd'hui nécessaire d'améliorer l'accès à l'information relative aux compositions des produits susceptibles d'émettre des substances dans les environnements intérieurs.

L'analyse des compositions a montré la présence très fréquente d'isothiazolinones dans les fournitures scolaires, non détectées dans les émissions au cours de cette étude. Ces substances sont des sensibilisants cutanés potentiellement responsables d'allergies cutanées chez les jeunes enfants. Utilisées comme conservateurs dans de nombreux produits présents dans l'environnement des jeunes enfants, la survenue de manifestations allergiques cutanées peut être facilitée par l'utilisation simultanée de plusieurs produits en contenant. Il conviendrait d'évaluer les risques associés à la présence d'isothiazolinones dans des produits manipulés de façon habituelle en milieu scolaire.

On soulignera ici certaines limites méthodologiques dans cette étude exploratoire liées notamment aux contraintes d'échantillonnage des produits dans les écoles (prélèvements des produits présents, déjà utilisés, stockés ensemble, parfois différents des produits initialement recensés) et au choix des méthodes analytiques existantes développées pour les produits de construction (l'objet de l'étude n'étant pas de faire un développement méthodologique dédié aux fournitures scolaires).

Cette étude fournit un premier éclairage sur quelques fournitures scolaires et produits d'entretien. Elle appelle à la poursuite des travaux dans ce domaine tant pour la réalisation de protocoles d'essais d'émission adaptés aux fournitures scolaires et produits d'entretien, qu'à l'accès *a priori* à des données de composition actualisées et exhaustives.

SOMMAIRE

RESUME.....	3
LISTE DES TABLEUX	7
LISTE DES FIGURES	8
LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES	8
1. CONTEXTE ET OBJECTIFS	9
2. DONNEES DISPONIBLES DANS LA LITTERATURE SCIENTIFIQUE.....	9
2.1. DONNEES D'EMISSION.....	9
2.2. DONNEES DE COMPOSITION	11
3. ÉVALUATION DES EMISSIONS : MATERIEL ET METHODES	12
3.1. CHOIX DES PRODUITS TESTES	12
3.2. PROTOCOLES D'ESSAIS.....	14
3.3. CHAMBRE D'ESSAIS D'EMISSIONS.....	14
3.4. METROLOGIE	21
3.4.1. Mesure des COV	21
3.4.2. Mesure des aldéhydes.....	22
4. ÉVALUATION DES EMISSIONS : RESULTATS	23
4.1. FOURNITURES SCOLAIRES	25
4.1.1. Pinceau	25
4.1.2. Papier.....	25
4.1.3. Gommettes.....	26
4.1.4. Peinture métallique	27
4.1.5. Gouache liquide.....	29
4.1.6. Gouache liquide concentrée.....	31
4.1.7. Encre de Chine.....	33
4.1.8. Peinture acrylique	35
4.1.9. Marqueur T-shirt	37
4.1.10. Tampon encreur	38
4.1.11. Colle liquide	39
4.1.12. Ruban adhésif.....	40
4.1.13. Feutre effaçable pour tableau	41
4.1.14. Crayon feutre effaçable	42
4.1.15. Feutre or	42
4.1.16. Pastel gras.....	43
4.1.17. Mini-pastels	43
4.1.18. Pâte à modeler	44
4.1.19. Peinture vitrail	45
4.2. PRODUITS D'ENTRETIEN.....	47
4.2.1. Décapant et produit d'émulsion pour sols	47
4.2.2. Détergent vitres et surfaces	49
4.2.3. Détergent de sols.....	50
5. ANALYSE DES DONNEES DE COMPOSITION : MATERIEL ET METHODES	51
5.1. RECUEIL DES DONNEES DE COMPOSITION	51
5.2. CRITERES DE SELECTION DES DONNEES DE COMPOSITION ET D'EMISSION	51
5.2.1. Sélection des données de composition	51
5.2.2. Sélection des données d'émission.....	51
5.2.3. Présentation des résultats.....	51
6. ANALYSE DES DONNEES DE COMPOSITION : RESULTATS	52
6.1. BILAN DU RECUEIL DES DONNEES DE COMPOSITION	52
6.2. ANALYSE POUR 9 FOURNITURES SCOLAIRES ET 4 PRODUITS D'ENTRETIEN	52
6.2.1. Papier.....	52
6.2.2. Gommettes.....	53

6.2.3.	Peinture métallique	54
6.2.4.	Gouache liquide.....	55
6.2.5.	Colle liquide	56
6.2.6.	Feutre effaçable pour tableau	57
6.2.7.	Mini-pastels	58
6.2.8.	Pâte à modeler	58
6.2.9.	Peinture vitrail	59
6.2.10.	Décapant et émulsion pour sols	60
6.2.11.	Détergent vitres et surfaces	61
6.2.12.	Détergent de sols.....	61
6.3.	ANALYSE PLUS SUCCINCTE POUR 10 FOURNITURES SCOLAIRES	62
6.3.1.	Pinceau	62
6.3.2.	Gouache liquide concentrée.....	62
6.3.3.	Encre de Chine.....	62
6.3.4.	Peinture acrylique	62
6.3.5.	Marqueur T-shirt	62
6.3.6.	Tampon encreur	62
6.3.7.	Ruban adhésif.....	63
6.3.8.	Crayon feutre effaçable	63
6.3.9.	Feutre or.....	63
6.3.10.	Pastel gras.....	63
7.	DISCUSSION SUR LES RELATIONS EMISSIONS – COMPOSITION	64
7.1.	LIMITES	64
7.2.	PERSPECTIVES.....	65
8.	CONCLUSION	66
9.	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	67
10.	ANNEXE.....	69

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Principaux COV émis par les fournitures scolaires étudiées dans une enceinte expérimentale	11
Tableau 2 : Liste des produits évalués en chambre d'essai d'émission	13
Tableau 3 : Paramètres d'essai	15
Tableau 4 : Conditions analytiques pour la mesure des COV par TD/GC/MS/FID	22
Tableau 5 : Conditions analytiques pour des aldéhydes par HPLC	22
Tableau 6 : Paramètres d'essais et taux de ventilation spécifiques	24
Tableau 7 : Débits d'émission spécifiques pour un pinceau ($\mu\text{g}/\text{unité}/\text{h}$)	25
Tableau 8 : Débits d'émission spécifiques pour une feuille ($\mu\text{g}/\text{unité}/\text{h}$)	25
Tableau 9 : Débits d'émissions spécifiques par g de gommettes ($\mu\text{g}/\text{g}/\text{h}$)	26
Tableau 10 : Débits d'émission spécifiques par g de peinture évaporée « essai A » ($\mu\text{g}/\text{g}/\text{h}$)	27
Tableau 11 : Débits d'émission spécifiques par g de peinture évaporée « essai B » ($\mu\text{g}/\text{g}/\text{h}$)	28
Tableau 12 : Débits d'émission spécifiques par g de gouache évaporée « essai A » ($\mu\text{g}/\text{g}/\text{h}$)	29
Tableau 13 : Débits d'émission spécifiques par g de gouache évaporée « essai B » ($\mu\text{g}/\text{g}/\text{h}$)	30
Tableau 14 : Débits d'émissions spécifiques par g de gouache évaporée « essai A » ($\mu\text{g}/\text{g}/\text{h}$)	31
Tableau 15 : Débits d'émission spécifiques par g de gouache évaporée « essai B » ($\mu\text{g}/\text{g}/\text{h}$)	32
Tableau 16 : Débits d'émission spécifiques par g d'encre de Chine évaporée « essai A » ($\mu\text{g}/\text{g}/\text{h}$)	33
Tableau 17 : Débits d'émission spécifiques par g d'encre de Chine évaporée « essai B » ($\mu\text{g}/\text{g}/\text{h}$)	34
Tableau 18 : Débits d'émission spécifiques par g de peinture évaporée « essai A » ($\mu\text{g}/\text{g}/\text{h}$)	35
Tableau 19 : Débits d'émission spécifiques par g de peinture évaporée « essai B » ($\mu\text{g}/\text{g}/\text{h}$)	36
Tableau 20 : Débits d'émission spécifiques pour un t-shirt « essai A » ($\mu\text{g}/\text{unité}/\text{h}$)	37
Tableau 21 : Débits d'émission spécifiques pour un t-shirt décoré « essai B » ($\mu\text{g}/\text{unité}/\text{h}$)	37
Tableau 22 : Débits d'émission spécifiques pour un tampon encreur ($\mu\text{g}/\text{unité}/\text{h}$)	38
Tableau 23 : Débits d'émissions spécifiques pour par g de colle ($\mu\text{g}/\text{g}/\text{h}$)	39
Tableau 24 : Débits d'émission spécifiques pour par g de ruban adhésif ($\mu\text{g}/\text{g}/\text{h}$)	40
Tableau 25 : Débits d'émission spécifiques pour un feutre ($\mu\text{g}/\text{unité}/\text{h}$)	41
Tableau 26 : Débits d'émission spécifiques pour un feutre ($\mu\text{g}/\text{unité}/\text{h}$)	42
Tableau 27 : Débits d'émission spécifiques pour un feutre ($\mu\text{g}/\text{unité}/\text{h}$)	42
Tableau 28 : Débits d'émission spécifiques pour un pastel ($\mu\text{g}/\text{unité}/\text{h}$)	43
Tableau 29 : Débits d'émission spécifiques pour un mini-pastel ($\mu\text{g}/\text{unité}/\text{h}$)	43
Tableau 30 : Débits d'émission spécifiques par g de pâte à modeler ($\mu\text{g}/10\text{g}/\text{h}$)	44
Tableau 31 : Débits d'émission spécifiques par g de peinture vitrail évaporée « essai A » ($\mu\text{g}/\text{g}/\text{h}$)	45
Tableau 32 : Débits d'émission spécifiques par g de peinture vitrail évaporée « essai B » ($\mu\text{g}/\text{g}/\text{h}$)	46
Tableau 33 : Débits d'émission spécifiques par m^2 de surface décapée, « essai jour de l'application » ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	47
Tableau 34 : Débits d'émission spécifiques par m^2 de surface décapée, « essai J+7 » ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	48
Tableau 35 : Débits d'émission spécifiques par m^2 de surface de vitre nettoyée ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	49
Tableau 36 : Débits d'émission spécifiques par m^2 de surface nettoyée ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	50
Tableau 37 : Paramètres d'essais et taux de ventilation spécifiques (2)	69
Tableau 38 : Débits d'émission spécifiques par g de peinture appliquée « essai B » ($\mu\text{g}/\text{g}/\text{h}$)	69

Tableau 39 : Débits d'émission spécifiques par g de gouache appliquée « essai B » (µg/g/h)	70
Tableau 40 : Débits d'émission spécifiques par g de gouache appliquée « essai B » (µg/g/h)	71
Tableau 41 : Débits d'émission spécifiques par g d'encre de Chine appliquée « essai B » (µg/g/h)	72
Tableau 42 : Débits d'émission spécifiques par g de peinture appliquée « essai B » (µg/g/h)	73
Tableau 43 : Débits d'émission spécifiques par g de peinture vitrail appliquée « essai B » (µg/g/h)	74

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Chambre d'essais d'émissions	15
---	----

LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES

ADEME	: Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
ANAH	: Agence nationale de l'habitat
Anses	: Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
BNPC	: Base Nationale des Produits et Compositions
CAPTIV	: Centre antipoison et de toxicovigilance
CCTV	: Comité de coordination de toxicovigilance
Ciguë	: Centrale d'Information et de Gestion en Urgence des Empoisonnements
CLP	: Classification, labelling and packaging (Classification, étiquetage et emballage)
CMR	: Cancérogène, mutagène, reprotoxique
COV	: Composés organiques volatils
COSV	: Composés organiques semi-volatils
COVT	: Composés organiques volatils totaux
CSTB	: Centre scientifique et technique du bâtiment
EN	: Norme européenne
FDS	: Fiche de données de sécurité
ISO	: International Standard Organisation
LHVP	: Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris
NF	: Norme française
OQAI	: Observatoire de la qualité de l'air intérieur
PVC	: Polychlorure de vinyle
Sicap	: Système d'information des centres antipoison

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

Dans le cadre de son programme d'actions 2009-2010, l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) a mené une étude exploratoire sur la contribution des fournitures scolaires et des produits d'entretien à la pollution de l'air intérieur dans les écoles. Les objectifs de cette étude exploratoire étaient d'obtenir de premières données relatives aux composés organiques volatils (COV) et aux aldéhydes pouvant être émis par une sélection de produits d'entretien et de fournitures scolaires, puis de confronter les résultats de ces analyses aux données de composition transmises par les industriels à la Base nationale des produits et compositions (BNPC) du Système d'information des centres antipoison et de toxicovigilance (SICAP).

Pour des raisons de faisabilité, le recensement des fournitures scolaires et des produits d'entretien a été réalisé dans une seule école et un nombre limité de produits ont finalement été sélectionnés. Ainsi, ce sont 19 fournitures scolaires et 4 produits d'entretien qui ont fait l'objet d'essais d'émissions, réalisés dans des chambres d'essai d'émissions selon la série des normes ISO 16000 utilisées pour la caractérisation des émissions de polluants volatils des produits de construction et de décoration.

L'OQAI a associé le Comité de coordination de toxicovigilance (CCTV) le 4 février 2011 à cette étude, afin de disposer des compositions des 19 fournitures scolaires et 4 produits d'entretien sélectionnés et de réaliser une analyse avec les résultats des essais d'émission.

Cette étude exploratoire n'avait pas vocation à fournir un inventaire exhaustif sur la nature et la quantité de fournitures scolaires et produits d'entretien utilisés dans les écoles, les émissions de ces derniers, ni à procéder à une évaluation des risques sanitaires.

2. DONNEES DISPONIBLES DANS LA LITTERATURE SCIENTIFIQUE

Les moteurs de recherche sur internet tels que « Science Direct », « Google Scholar », « BASE », « PubMed », « Scirus », « Compendex », « Pascal », « Web of science » et « Google » ont été consultés. Les mots-clés suivants : *indoor air emission, indoor air quality, indoor pollution, indoor air, hazard, emission testing, volatile organic compounds, aldehydes* ont été croisés avec un deuxième niveau de mots-clés : *school supplies, children, school activities, hobby and craft products, hobby activities, art and craft, cleaning supplies, cleaning product*. Des mots-clés en langue française ont également été utilisés : art plastique, fournitures scolaires, activités manuelles ainsi que COV dans les écoles, lien activités et QAI école.

Seules les publications postérieures à 1990 ont été sélectionnées.

2.1. DONNEES D'EMISSION

Globalement très peu de données ont été recensées dans la littérature scientifique.

Une étude spécifique aux émissions de vingt produits d'entretien utilisés dans les écoles californiennes a été réalisée par l'EWG (*Environmental Working Group*) (EWG, 2009). Dans cette étude, les composés émis par 21 produits conventionnels ou écologiques ont été comparés. Au total, 457 substances étaient libérées par les produits. Des liens avec l'asthme et le cancer seraient connus pour 24 de ces composés. Les résultats montrent, qu'en moyenne, les produits conventionnels émettaient 38 substances, alors que les produits écologiques en libéraient 8.

Deux publications scientifiques concernant les émissions issues de fournitures ont été recensées. Une première, récente et bien documentée, porte sur l'analyse de 15 fournitures neuves (Kataoka *et al.*, 2012). Une seconde, plus ancienne, est issue d'une étude du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris (LHVP) de 1990 et est moins documentée (Laurent, 2005).

Kataoka *et al.* (2012) ont étudié 15 fournitures scolaires neuves : des produits de papeterie (crayon de bois, colles, tampon encreur, ruban adhésif, gomme) et des produits d'activités manuelles (encre de Chine, pâte à modeler, crayon de cire et peinture). Globalement, huit familles chimiques ont été identifiées à l'émission : les hydrocarbures aromatiques, les alcanes, les organochlorés, les alcools, les esters, les aldéhydes, les cétones et les terpènes. Les essais ont été réalisés par analyse d'espace de tête à partir de

15 g de produit et d'un prélèvement de 180 L d'air (500 mL/min pendant 6 heures). Les débits d'émission sont ainsi rapportés pour 180L et 15g.

Quel que soit le produit testé, les alcanes étaient les composés majoritaires et plus particulièrement le *n*-hexane dont le facteur d'émission était le plus élevé pour plusieurs produits.

Pour les articles de papeterie, la gomme, la colle et le crayon de bois sont les produits pour lesquels le nombre et la quantité de COV émis étaient les plus importants. Ainsi pour le crayon, le *n*-butanol avait un facteur d'émission de 207 µg/180L/15g, suivi par le *n*-octane et l'acétate butyle autour de 84 µg/180L/15g. Les composés suivants dont le facteur d'émission était supérieur à 1 µg/180L/15g étaient principalement des hydrocarbures aromatiques. Pour la colle, le facteur d'émission du *n*-hexane était de 110 µg/180L/15g et seulement l'acétate d'éthyle et le *n*-nonanal avaient des facteurs d'émission supérieurs à 1 µg/180L/15g. Le *n*-hexane avait le facteur d'émission le plus élevé (71 µg/180L/15g) pour la gomme. Le chloroforme, l'acétate d'éthyle et des hydrocarbures aromatiques avaient des facteurs qui se situaient entre 1,1 et 5,6 µg/180L/15g. Le tampon encreur, la colle liquide et le ruban adhésif émettaient moins de COV : le ruban adhésif avait des facteurs d'émission supérieurs à 1 µg/180L/15g pour le toluène, le *n*-hexane, le *n*-heptane et l'acétate d'éthyle (de 62 à 1,4 µg/180L/15g) alors que ceux de la colle liquide et du tampon encreur étaient plus faibles.

En ce qui concerne les produits d'activités manuelles, la pâte à modeler émettait 31 COV. Ainsi le *n*-hexane avait un facteur d'émission de 34 µg/180L/15g, suivi des hydrocarbures aromatiques (de 2,7 à 1,0 µg/180L/15g). Pour l'encre de Chine, le *n*-hexane était également le COV ayant le facteur d'émission le plus élevé (9,5 µg/180L/15g) suivi du 1,2-dichloroéthane (4,7 µg/180L/15g), du *n*-tridécane (2,1 µg/180L/15g) et du *n*-décanal (1,7 µg/180L/15g). Pour les crayons de cire, les émissions changeaient selon leur couleur. Ainsi, le crayon rouge émettait des COV en plus grande quantité et en grand plus nombre (31 COV) que les crayons jaune (23 COV), bleu (21 COV) et noir (24 COV). Les séries d'alcanes (*n*-undécane, *n*-décane, *n*-dodécane, *n*-hexane) étaient présentes dans les émissions de tous les coloris, avec des facteurs d'émission le plus souvent supérieurs à 1 µg/180L/15g. La couleur rouge différait légèrement avec des émissions supplémentaires de chloroforme. Enfin pour les peintures, d'un point de vue qualitatif, les composés émis étaient relativement semblables pour toutes les peintures testées (blanche, noire ou rouge). Cependant, le nombre de composés émis était supérieur pour les peintures rouge (24 COV) et noire (25 COV) par rapport à la peinture blanche (20 COV) mais peu d'entre eux étaient supérieurs à 1 µg/180L/15g. Les émissions en COV de la peinture rouge étaient plus élevées que celles de la peinture noire ou blanche, en particulier pour le *n*-hexane, qui était émis à 36 µg/180L/15g, au lieu de 2,3 et 4,1 µg/180L/15g respectivement pour les peintures blanche et noire. Entre les peintures noire et blanche, les trois mêmes premiers composés y étaient présents mais à des niveaux différents : le *n*-butanol (4,1 et 0,07 µg/180L/15g respectivement), le *n*-hexane (2,4 et 2,3 µg/180L/15g) et le chloroforme (1,6 et 1,3 µg/180L/15g).

L'autre étude a été réalisée par le LHVP durant l'année scolaire 1990-1991, Les émissions de trois fournitures (feutres marqueurs, colles et produits effaceurs) ont été testées en chambre expérimentale. Les résultats sont présentés dans le Tableau 1. Ainsi, les feutres-marqueurs et les colles émettaient des composés en plus grand nombre que les produits effaceurs. Alors que les feutres-marqueurs émettaient principalement des cétones, puis des hydrocarbures aromatiques et des esters, les colles émettaient une plus grande variété de familles chimique avec des aldéhydes, des alcanes, des esters, des cétones et des hydrocarbures aliphatiques chlorés. Enfin, les émissions des produits effaceurs se distinguaient par la présence de 1,1,1-trichloroéthane et d'hydrocarbures aromatiques.

Tableau 1 : Principaux COV émis par les fournitures scolaires étudiées dans une enceinte expérimentale

Feutres-marqueurs	Colles	Produits effaceurs
Acétone	Acétate de méthyle	1,1,1-Trichloroéthane
4-Méthyl-2-pentanone (MIBK)	Méthylbutanone	Hydrocarbures aromatiques
Toluène	Benzaldéhyde	
Acétate de butyle	Nonanal	
1-Méthoxy-2-propanone	Trichloroéthylène	
	Alcanes	

2.2. DONNEES DE COMPOSITION

Les compositions de colles scolaires (Nilson et Staal Jensen, 2003), de peintures vitrail (Mikkelsen *et al.*, 2005), de feutres et d'une peinture acrylique (Hansen *et al.*, 2008) ont été étudiées. Tous les produits testés étaient neufs et donc, dans leur emballage d'origine.

Les colles scolaires (Nilson et Staal Jensen, 2003) étaient pour la plupart à base d'alcool ou d'acétate de polyvinyle sous forme polymérisée. L'analyse spécifique des aldéhydes a révélé la présence de formaldéhyde et d'acétaldéhyde dans certaines colles.

Les peintures vitrail (Mikkelsen *et al.*, 2005) contenaient des hydrocarbures aromatiques (benzène-toluène-éthylbenzène-xylènes (BTEX), styrène), des alcanes (dodécane et inconnus), des terpènes (terpinéol, menthénol), des imines (2-butanone oxime), des esters (ester dibutylique de l'acide pentanoïque) des glycols (1,2-propanediol) et des éthers de glycol (butoxyéthoxyéthanol). De l'anhydride phtalique provenant probablement d'une présence de phtalates dans la peinture a également été détecté.

Dans les feutres (Hansen *et al.*, 2008), les composés le plus souvent présents dans la composition étaient le propylène glycol, le diéthylène glycol, la glycérine et le triacétate de 1,2,3-propanetriol. En ce qui concerne les autres composés, ils différaient d'une marque à une autre mais appartenaient aux mêmes familles (hydrocarbures aromatiques, alcools, esters, alcanes, cétones, éthers de glycol, aldéhydes). Cette étude révélait également que la composition différait selon la couleur du feutre au sein d'une même marque. Ainsi, un feutre vert contenait neuf composés et un feutre noir seulement trois.

Concernant la peinture acrylique, les composés le plus souvent présents étaient des esters de l'acide propanoïque. D'autres esters (de l'acide benzoïque, de l'acide hexanedioïque) ont également été identifiés. Des glycols (propylène glycol), des éthers de glycol (2-butoxyéthanol) et des alcools (1-dodécanol) ont également été détectés (Hansen *et al.*, 2008).

Les substances contenues dans les désodorisants (Pors et Fuhlendorff, 2003) et les composés parfumés dans les produits d'entretien (Rastogi, 2002) ont également fait l'objet d'études. Les principaux composés trouvés dans ces deux études étaient des terpènes, ce qui est cohérent pour des produits odorants. Concernant les parfums dans les produits d'entretien : 67% d'entre eux contenaient du D-limonène, 56% du Lilial®. Dans les désodorisants, le linalol était le composé le plus souvent présent et en plus grande quantité. L'analyse des solvants entrant dans la composition des produits d'entretien a montré des esters (acétate d'isoamyle) et des alcools (isopropanol).

3. ÉVALUATION DES EMISSIONS : MATERIEL ET METHODES

3.1. CHOIX DES PRODUITS TESTES

Les produits ont été fournis au laboratoire Pollem du CSTB par l'équipe technique de l'OQAI. Certains coloris ou marques de produits initialement recensés (références transmises au CCTV) n'étant plus disponibles au moment de l'échantillonnage dans la classe, des produits de même catégorie mais de coloris ou marque différent ont été récupérés à leur place (il s'agit de la peinture acrylique et de la gouache liquide concentrée).

Il est important de noter que les produits testés correspondent à des échantillons réels prélevés dans la salle de classe. Il n'a en effet pas été possible de prélever des produits neufs, à réception par l'école. Ainsi, les produits testés ont pu avoir été utilisés et reconditionnés avant leurs prélèvements pour analyse, ce qui a pu entraîner des contaminations extérieures. De plus, les conditions de stockage de ces produits à l'école n'étant pas maîtrisées, des contaminations croisées ont pu également être possibles. En tout état de cause, l'objectif de cette étude exploratoire étant de fournir des informations sur les émissions de composés volatils liées à l'utilisation en conditions réelles des fournitures scolaires ; les essais d'émissions ont été conduits sur ces échantillons réalistes. Les résultats de cette étude exploratoire ne sont donc en aucun cas représentatifs des émissions mesurées dans les classes maternelles de France.

La liste des 23 produits évalués au cours de 30 essais est présentée dans le Tableau 2. Sont indiquées les caractéristiques des 19 produits liés aux activités scolaires et des 4 produits d'entretien.

Chaque produit a fait l'objet d'un seul essai sauf les produits suivants : les peintures, l'encre de Chine et le marqueur pour tissu. En effet, pour ces produits, il a été considéré que les enfants pouvaient être exposés au cours de leurs activités mais également après, lors de la phase de « séchage » de leur dessin, souvent réalisée dans la salle de classe. Ainsi pour ces produits, deux essais ont été réalisés :

- le premier consistait à déposer le produit (pot de peinture, flacon d'encre de Chine, marqueur...) ouvert à côté du support à décorer (feuille à dessiner, plaque de verre...) - cet essai est appelé « essai A » ;
- pour le second essai, seul le support décoré (feuille dessinée, tee-shirt avec inscription...) en cours de séchage était présent dans la chambre d'essai- cet essai est appelé « essai B ».

Pour le décapant et l'émulsion pour sols, utilisés une seule fois par an en période de vacances scolaires, une première série de mesures a été effectuée après application successive de ces deux produits d'entretien, conformément aux recommandations d'usage indiquées sur les flacons, sur une dalle de sol plastique. La dalle de sol nettoyée a été conservée dans des conditions contrôlées pendant 7 jours, période à l'issue de laquelle une seconde série de mesures, identique à la première, a été réalisée.

Tableau 2 : Liste des produits évalués en chambre d'essai d'émission

Référence laboratoire	Numéro OQAI	Désignation	Conditions d'essai	Prélèvements
FRN-0		pinceau	Pinceau seul	0-90min (30min)
FRN-1	134	papier	Feuille seule	0-90min (30min)
FRN-2	117	gommettes adhésives	Pose de gommettes sur la feuille, déchollage et repose sur une moitié de la feuille	0-90min (30min)
FRN-3A	13	peinture métallique acrylique	Feuille + pot ouvert	0-90min (30min)
FRN-3B			Feuille décorée en cours de séchage	0-120min (30min)
FRN-4A	56	gouache liquide	Feuille + pot ouvert	0-90min (30min)
FRN-4B			Feuille décorée en cours de séchage	0-120min (30min)
FRN-5A	55	gouache liquide concentrée	Feuille + pot ouvert	0-90min (30min)
FRN-5B			Feuille décorée en cours de séchage	0-120min (30min)
FRN-6A	11	encre de Chine	Feuille + pot ouvert	0-90min (30min)
FRN-6B			Feuille décorée en cours de séchage	0-120min (30min)
FRN-7A	7	peinture acrylique	Feuille + pot ouvert	0-90min (30min)
FRN-7B			Feuille décorée en cours de séchage	0-120min (30min)
FRN-8A	145	marqueur t-shirt	Marqueur ouvert + T-shirt	0-90min (30min)
FRN-8B			T-shirt décoré en cours de séchage	0-120min (30min)
FRN-9	96	tampon encreur	Tampon encreur ouvert	0-90min (30min)
FRN-10	201	colle liquide	Encollage de plusieurs morceaux de feuille sur autre une feuille	0-120min (30min)
FRN-11	105	ruban adhésif transparent	Bandes de ruban adhésif fixées à l'envers (côté adhésif vers l'extérieur) sur une feuille	0-90min (30min)
FRN-12	41	feutre effaçable	Feutres ouverts	0-90min (30min)
FRN-13	156	crayons feutres effaçables	Feuille + feutres ouverts	0-90min (30min)
FRN-14	181	feutre marqueur	Feuille + feutres ouverts	0-90min (30min)
FRN-15	147	pastel gras à la cire	Feuille décorée + pastel	0-90min (30min)
FRN-16	52	mini pastels	Feuille décorée + pastel	0-90min (30min)
FRN-17	74	pâte à modeler	Pâte à modeler malaxée	0-90min (30min)
FRN-18A	84	peinture vitrail	Plaque de verre + pot ouvert	0-90min (30min)
FRN-18B			Plaque de verre décorée en cours de séchage	0-120min (30min)
FRN-19A	186	décapant pour sol	Dalle de sol PVC nettoyée selon les indications présentes sur les flacons	J0= 0-120min (30min)
FRN-19B	188	émulsion pour sol		J7= 0-120min (30min)
FRN-20	191	détergent vitres et surfaces	Plaque de verre nettoyée à l'aide d'un papier imbibée de produit	0-180min (30min)
FRN-21	196	détergent de sol parfum citron vert	Plaque de verre nettoyée à l'aide d'une serpillière imbibée de produit	0-180min (30min)

3.2. PROTOCOLES D'ESSAIS

Dans le cadre de cette étude exploratoire, les protocoles de caractérisation des émissions de polluants volatils par les produits de construction (série des normes ISO 16000), avaient déjà été appliqués à d'autres sources de polluants des environnements intérieurs (Solal *et al.*, 2008 ; Maupetit et Squinazi, 2009) : ameublement, désodorisants d'intérieur, produits d'entretien. Ils ont été appliqués tels quels à la problématique des fournitures scolaires et des produits d'entretien utilisés dans une école.

Depuis 2010, le CSTB a mis en place une démarche qualité pour les essais de caractérisation des émissions des produits de construction qui a abouti en 2013 par l'accréditation COFRAC de ces essais (accréditation n°1-1542, portée disponible sur www.cofrac.fr).

Chaque essai a été précédé d'un prélèvement « blanc » avant de s'assurer que le bruit de fond de la chambre d'essais respectait les recommandations des normes NF EN ISO 16000-9 et FprCEN/TS 16516 qui fixent les valeurs limites pour les blancs de chambre à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les composés individuels et à $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour la concentration en COVT. Ces valeurs de blanc ont été respectées lors de ces essais.

Après mise en chambre des produits, plusieurs prélèvements de COV et d'aldéhydes ont été réalisés toutes les 30 minutes par pompage de l'air sur des adsorbants spécifiques. La durée de l'essai variait de 120 à 180 minutes.

Les conditions de mise en œuvre dans la chambre d'essai d'émission sont également précisées dans le Tableau 2. La durée de l'essai est indiquée dans la dernière colonne ainsi que la fréquence des prélèvements qui est précisée entre parenthèses.

3.3. CHAMBRE D'ESSAIS D'EMISSIONS

Les expérimentations ont été réalisées des chambres d'essais d'émissions en verre d'un volume de 51 litres, conformément aux exigences de la norme NF EN ISO 16000-9, Les chambres d'essais d'émissions sont balayées par un air propre, contrôlé en humidité relative. Elles sont disposées dans un local climatisé permettant ainsi de contrôler et de maintenir la température stable lors de l'essai. Les produits à tester sont introduits dans la chambre d'essais d'émissions et mis en place au centre sur des supports inertes. Les paramètres d'essai utilisés sont présentés dans le Tableau 3.

Le principe de la chambre d'essais d'émissions est de caractériser le facteur d'émission surfacique (ou massique, ou unitaire) du produit testé. Ce facteur d'émission peut ensuite être traduit en concentration résultante dans une pièce de référence définie en termes de surfaces émissives, de volume et de taux de renouvellement d'air (TRA). La norme FprCEN/TS 16516 définit ainsi une pièce de référence avec un volume de 30 m^3 , un TRA de $0,5 \text{ h}^{-1}$ et les scénarii conventionnels d'usages des différents produits de construction et de décoration. Par contre, il n'existe pas actuellement de scénarii conventionnels d'utilisation des fournitures scolaires et des produits d'entretien dans une salle de classe de référence.



Figure 1 : Chambre d'essais d'émissions

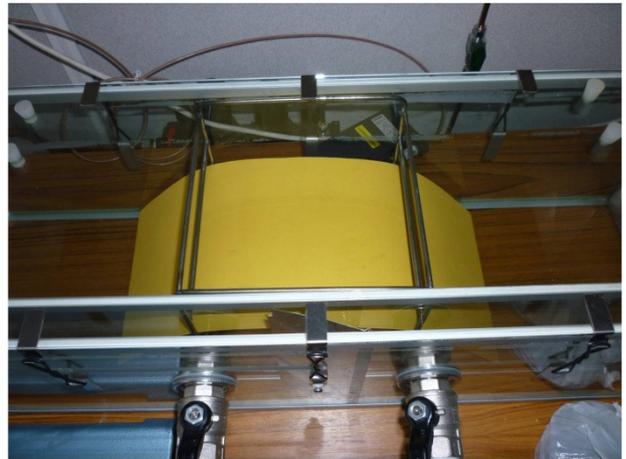
Tableau 3 : Paramètres d'essai

Paramètres d'essai	Conditions d'essai
Chambre d'essai d'émission	CLIMPAQ (verre)
Volume	0,0509 m ³
Température	23 ± 2 °C
Humidité relative	50 ± 5 %
Débit d'air	2 L/min

Les 30 essais réalisés sont illustrés sur les photographies suivantes :



Pinceau



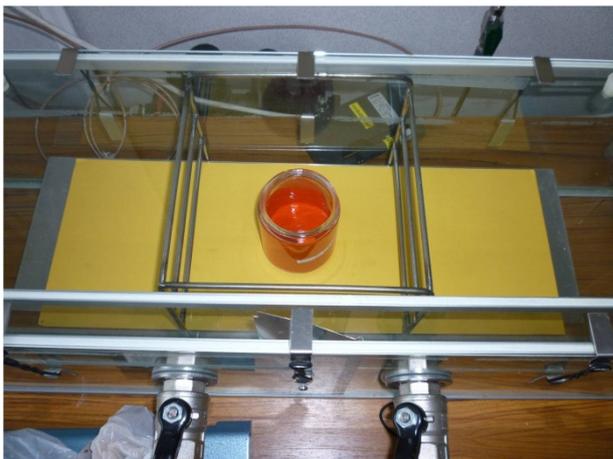
Feuille



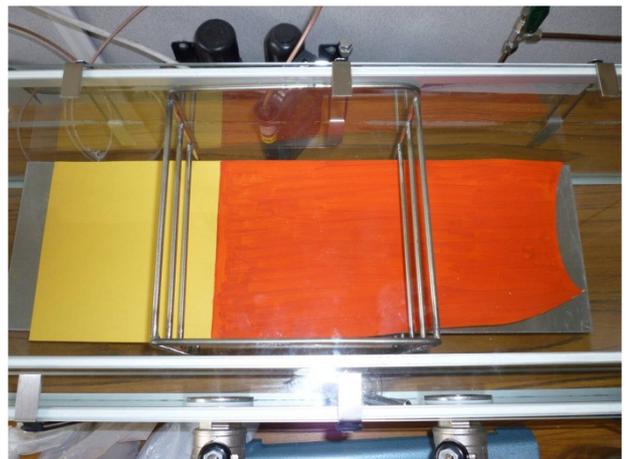
Peinture métallique



Peinture métallique appliquée



Gouache liquide



Gouache liquide appliquée



Gouache liquide



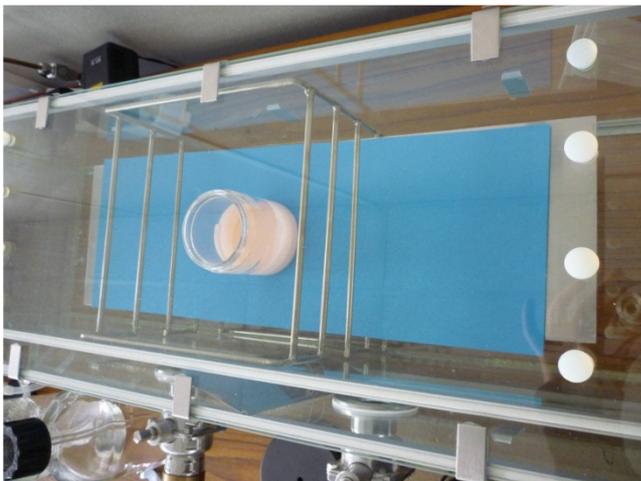
Gouache liquide appliquée



Encre de Chine



Encre de Chine appliquée



Peinture acrylique



Peinture acrylique appliquée



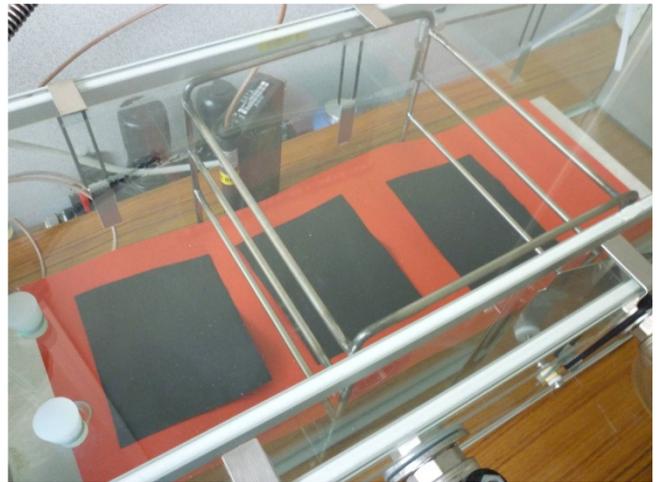
Marqueur T-shirt



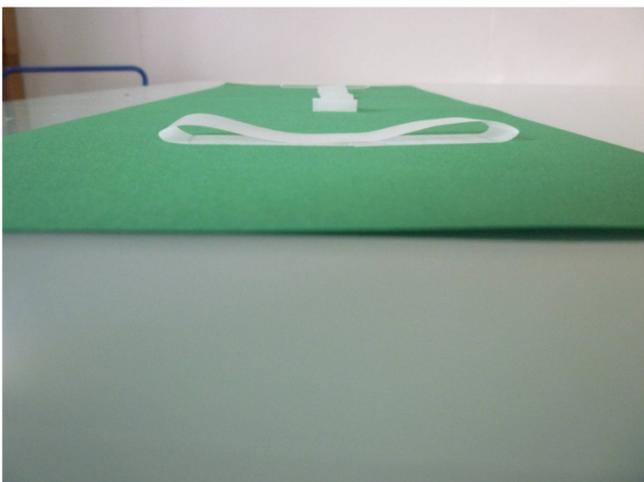
Marqueur T-shirt appliqué



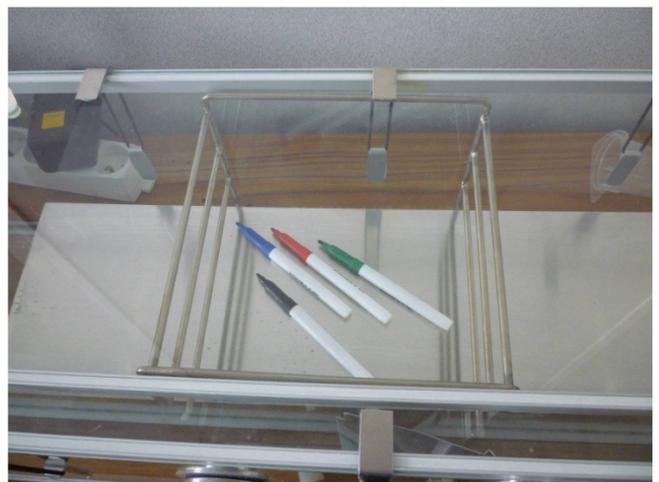
Tampon encreur



Colle liquide



Ruban adhésif



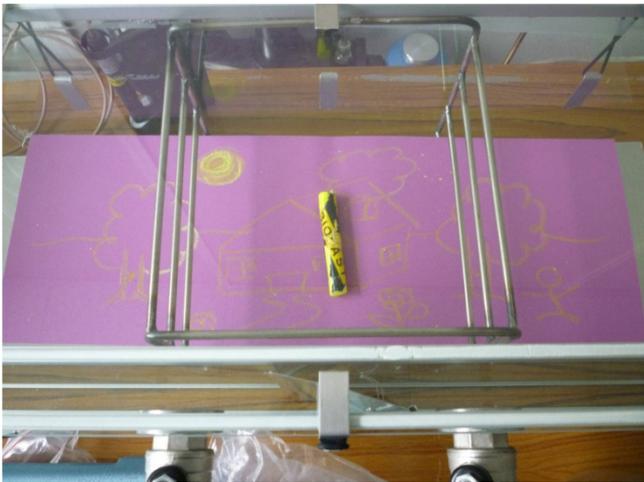
Feutres effaçables tableau



Crayons feutres effaçables



Feutre marqueur



Pastel gras et feuille décorée



Mini-pastel et feuille décorée



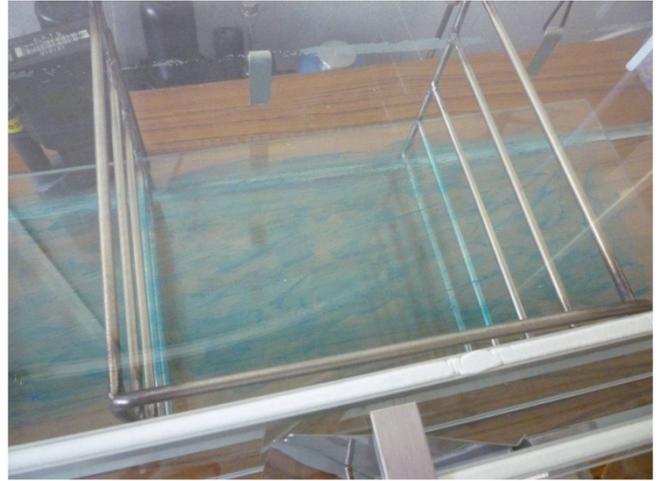
Gommettes



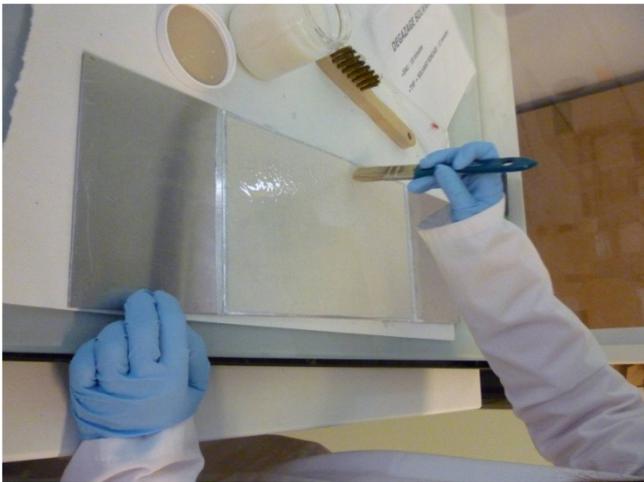
Pâte à modeler



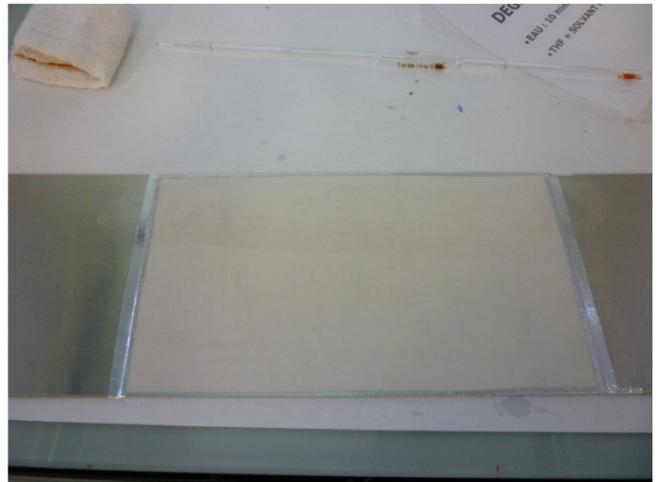
Peinture vitrail



Peinture vitrail appliquée



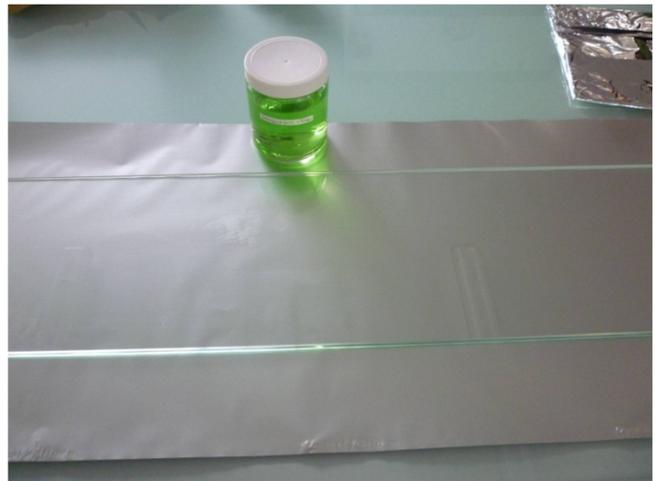
Décapant sols - Application



Décapant sols



Détergent vitres et surfaces



Détergent sols

3.4. METROLOGIE

3.4.1. Mesure des COV

Les concentrations en COV ont été mesurées selon la norme NF ISO 16000-6, au niveau de la zone de brassage de l'air de la chambre d'essai d'émission.

Le principe du prélèvement et de l'analyse des COV selon la norme NF ISO 16000-6 consiste à prélever les COV par pompage (prélèvement actif) sur un support adsorbant (Tenax TA), à réaliser la désorption thermique du tube Tenax TA suivie de l'analyse par chromatographie en phase gazeuse (GC) avec double détection par ionisation de flamme et spectrométrie de masse. Les équipements utilisés dans le laboratoire du CSTB sont un thermo-désorbeur Perkin Elmer ATD 400 et un chromatographe en phase gazeuse VARIAN Saturn 3800, couplé à un spectromètre de masse pour l'identification et à un détecteur à ionisation de flamme pour la quantification.

La méthode de prélèvement et d'analyse est optimisée pour les composés non polaires et légèrement polaires et notamment pour ceux dont l'élution se produit entre le n-hexane et le n-hexadécane (cf. définition du COVT selon la norme NF ISO 16000-6). Par exemple, le méthanol et l'éthanol, solvants fréquemment rencontrés dans la composition des produits d'entretien, sont considérés comme des composés organiques très volatils et ne sont pas détectables par la technique analytique employée.

Les COV ont été identifiés par comparaison avec des bibliothèques de spectres de masses internes au laboratoire et internationales. Les principaux COV identifiés ont été quantifiés en utilisant leur propre facteur de réponse (étalonnage spécifique) ou, par défaut, en utilisant le facteur de réponse du toluène (concentration exprimée en équivalent toluène).

La limite d'identification (LI) correspond à la valeur à partir de laquelle tous les composés détectés sont identifiés et quantifiés. Elle a été fixée à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en équivalent toluène pour le premier prélèvement réalisé pour chaque essai, pour l'ensemble des produits testés à l'exception de l'encre de Chine et du feutre effaçable pour tableau (LI fixée à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

La concentration en COV totaux (COVT) a été calculée selon la définition de la norme NF ISO 16000-6, pour les composés éluant entre le n-hexane et le n-hexadécane (inclus), comme la somme des COV identifiés et non identifiés quantifiés avec le facteur de réponse du toluène.

A titre indicatif, la somme totale des composés organiques semi-volatils (COSV) est également précisée, en équivalent toluène.

Les prélèvements ont été réalisés au cours de cette étude à un débit de 100 mL/min durant 30 minutes pour les COV.

L'incertitude liée à la mesure des COV selon la norme NF ISO 16000-6 est estimée à 15 %, d'après les résultats de différents essais interlaboratoires annuels auxquels le laboratoire Pollem participe avec succès.

Les conditions analytiques classiques sont présentées dans le Tableau 4.

Tableau 4 : Conditions analytiques pour la mesure des COV par TD/GC/MS/FID

Paramètres	Conditions analytiques
Thermo désorbeur	Perkin Elmer ATD 400
Température et durée de désorption	260°C – 15 min
Débit d'azote	50 mL/min
Température du piège secondaire	280°C
Chromatographe gaz / Spectromètre de masse	VARIAN GC 3800 / MS Saturn 2000
Cycle de température	40°C pendant 5 min. 2,5°C / min. jusqu'à 170 °C 7,5°C / min. jusqu'à 250 °C 250°C pendant 13 min.
Colonne capillaire	DB-5 ms longueur : 60 m diamètre interne : 0,25 mm épaisseur de la phase : 1 µm
Température FID	270°C
Paramètres du spectromètre de masse	Trappe (MS Saturn 2000) 70 eV / 33-425 amu

3.4.2. Mesure des aldéhydes

Les concentrations en aldéhydes ont été mesurées selon la norme NF ISO 16000-3, au niveau de la zone de brassage de l'air de la chambre d'essai d'émission.

Le principe du prélèvement et de l'analyse des aldéhydes selon la norme NF ISO 16000-3 repose sur des prélèvements actifs par pompage sur des cartouches contenant du gel de silice garnies de 2,4-dinitrophénylhydrazine (DNPH). Après élution dans l'acétonitrile, les prélèvements sont analysés par chromatographie liquide hautes performances (HPLC) sur un système WATERS Alliance équipé d'une détection UV. Les conditions analytiques utilisées sont présentées dans le Tableau 5.

Les prélèvements ont été réalisés au cours de cette étude à un débit de 900 mL/min durant 30 minutes pour les aldéhydes.

L'incertitude liée à la mesure des aldéhydes selon la norme NF ISO 16000-3 est estimée à 15 %, d'après les résultats de différents essais interlaboratoires annuels auxquels le laboratoire Pollem participe avec succès.

Tableau 5 : Conditions analytiques pour des aldéhydes par HPLC

Paramètres	Conditions analytiques
Chromatographe liquide hautes performances	WATERS Alliance
Détecteur	UV (longueur d'ondes : 360 nm)
Colonne capillaire	WATERS Novapack C18 longueur : 150 mm diamètre interne : 3,9 mm épaisseur de la phase : 4 µm diamètre des pores : 60 Å
Débit d'élution	1,5 mL.mn ⁻¹
Phase mobile	Acétonitrile Eau ultrapure THF
Température colonne	35°C

4. ÉVALUATION DES EMISSIONS : RESULTATS

Les résultats présentés correspondent à la moyenne arithmétique des deux échantillons prélevés et analysés. Ils sont corrigés de la valeur du blanc de chambre mesurée avant le début de l'essai. Les normes NF EN ISO 16000-9 et FprCEN/TS 16516 fixent les valeurs limites pour les blancs de chambre à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les composés individuels et à $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour la concentration en COVT.

Selon les recommandations des normes NF EN ISO 16000-9 et FprCEN/TS 16516, les résultats des essais peuvent être exprimés sous la forme de :

- débits d'émission spécifiques massiques, pour les produits présentant une phase d'évaporation durant l'essai (i.e. peintures) ou pour les produits de masses constantes (i.e. pâte à modeler) ;
- débits d'émissions spécifiques surfaciques pour les produits appliqués sur une surface (i.e. produits d'entretien) ;
- débits d'émission spécifiques unitaires, pour les autres produits (i.e. pinceau).

Le débit d'émission spécifique massique se calcule d'après la formule suivante :

$$Q_m = C_m \times Q_{spé.m}$$

avec Q_m , le débit d'émission spécifique massique ($\mu\text{g}/\text{g}/\text{h}$) ; C_m , la concentration mesurée dans la chambre d'essai d'émission ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ; $Q_{spé.m}$, le taux de ventilation spécifique massique dans la chambre d'essai d'émission ($\text{m}^3/(\text{m}.\text{h})$).

Le taux de ventilation spécifique massique se définit comme :

$$Q_{spé.m} = \frac{TRA \times V}{m}$$

avec TRA , le taux de renouvellement d'air dans la chambre d'essai (h^{-1}) ; m , la masse de produit évaporée ou la masse de produit mise en place dans la chambre d'essai d'émission (g) ; V , le volume de la chambre d'essai d'émission (m^3).

Le débit d'émission spécifique surfacique se calcule d'après la formule suivante :

$$Q_s = C_s \times Q_{spé.s}$$

avec Q_s , le débit d'émission spécifique surfacique ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$) ; C_s , la concentration mesurée dans la chambre d'essai d'émission ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ; $Q_{spé.s}$, le taux de ventilation spécifique surfacique dans la chambre d'essai d'émission ($\text{m}^3/(\text{m}.\text{h})$).

Le taux de ventilation spécifique surfacique se définit comme :

$$Q_{spé.s} = \frac{TRA \times V}{s}$$

avec TRA , le taux de renouvellement d'air dans la chambre d'essai (h^{-1}) ; s , la surface de l'éprouvette sur laquelle le produit a été appliqué (m^2) ; V , le volume de la chambre d'essai d'émission (m^3).

Le débit d'émission spécifique unitaire se calcule d'après la formule suivante :

$$Q_u = C_u \times Q_{spé.u}$$

avec Q_u , le débit d'émission spécifique unitaire ($\mu\text{g}/\text{unité}/\text{h}$) ; C_u , la concentration mesurée dans la chambre d'essai d'émission ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ; $Q_{spé.u}$, le taux de ventilation spécifique surfacique dans la chambre d'essai d'émission ($\text{m}^3/(\text{m}.\text{h})$).

Le taux de ventilation spécifique unitaire se définit comme :

$$Q_{spé.u} = \frac{TRA \times V}{u}$$

avec *TRA*, le taux de renouvellement d'air dans la chambre d'essai (h⁻¹) ; *u*, le nombre d'unités mises en place dans la chambre d'essai d'émission ; *V*, le volume de la chambre d'essai d'émission (m³).

Le Tableau 6 regroupe les valeurs des variables utilisées pour déterminer les débits d'émissions spécifiques des produits testés.

Tableau 6 : Paramètres d'essais et taux de ventilation spécifiques

Référence Laboratoire	Désignation	Masse (g)	Surface (m ²)	Nombre d'unités	Taux de ventilation spécifique
FRN-0	pinceau	-	-	1	0,12
FRN-1	papier	-	-	1	0,12
FRN-2	gommettes adhésives	1,5	-	-	0,08
FRN-3A	peinture métallique acrylique	0,5	-	-	0,24
FRN-3B	peinture métallique acrylique	1,2	-	-	0,07
FRN-4A	gouache liquide	0,5	-	-	0,24
FRN-4B	gouache liquide	0,6	-	-	0,11
FRN-5A	gouache liquide concentrée	0,2	-	-	0,60
FRN-5B	gouache liquide concentrée	1,8	-	-	0,06
FRN-6A	encre de Chine	0,5	-	-	0,24
FRN-6B	encre de Chine	1,6	-	-	0,06
FRN-7A	peinture acrylique	0,5	-	-	0,24
FRN-7B	peinture acrylique	2,7	-	-	0,04
FRN-8A	marqueur t-shirt	-	-	1	0,12
FRN-8B	marqueur t-shirt	-	-	1	0,12
FRN-9	tampon encreur	-	-	1	0,12
FRN-10	colle liquide	0,6	-	-	0,20
FRN-11	ruban adhésif transparent	0,6	-	-	0,20
FRN-12	feutre effaçable	-	-	4	0,03
FRN-13	crayons feutres effaçables	-	-	12	0,01
FRN-14	feutre marqueur	-	-	1	0,12
FRN-15	pastel gras à la cire	-	-	1	0,12
FRN-16	mini pastels	-	-	1	0,12
FRN-17	pâte à modeler	68,0	-	-	0,002
FRN-18A	peinture vitrail	0,5	-	-	0,24
FRN-18B	peinture vitrail	0,7	-	-	0,17
FRN-19A	décapant pour sol	-	0,07	-	1,67
FRN-19B	émulsion pour sol	-	0,07	-	1,67
FRN-20	détergent vitres et surfaces	-	0,14	-	0,85
FRN-21	détergent de sols parfum citron vert	-	0,14	-	0,85

Dans la suite du rapport, les débits d'émission spécifiques déterminés pour chaque composé identifié lors des essais sont présentés.

En complément des débits d'émissions massiques exprimés par masse de produit évaporée (pour les produits présentant des phases d'évaporation), les débits d'émissions massiques par quantité totale de produit appliqué sont également présentés en Annexe pour les essais « B » des produits liquides.

Un composé détecté mais dont l'aire de pic est inférieure à la limite de quantification définie dans la norme NF ISO 16000-6 est noté LQ. Un composé dont le pic est faiblement détectable sur le chromatogramme, donc inférieur à la limite de détection, est noté LD.

Conformément aux recommandations de la norme FprCEN/TS 16516 et compte-tenu des incertitudes analytiques associées aux mesures, les débits d'émission spécifiques qui apparaissent dans les tableaux de résultats sont présentés avec un chiffre significatif après la virgule.

4.1. FOURNITURES SCOLAIRES

4.1.1. Pinceau

Tableau 7 : Débits d'émission spécifiques pour un pinceau ($\mu\text{g}/\text{unité}/\text{h}$)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	90-120min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-9)						
71-43-2	benzène	0,1	<0,1	<0,1	LQ	spécifique
108-88-3	toluène	0,1	LQ	LQ	LQ	spécifique
124-18-5	décane	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	spécifique
124-13-0	octanal	0,1	0,1	<0,1	<0,1	spécifique
104-76-7	2-éthylhexanol	0,6	0,4	0,2	0,2	spécifique
5989-27-5	limonène	0,1	0,1	0,1	0,1	spécifique
1120-21-4	undécane	0,1	LQ	LQ	<0,1	spécifique
124-19-6	nonanal	0,2	<0,1	LQ	<0,1	spécifique
112-31-2	décanal	0,2	0,1	LQ	0,1	spécifique
-	COVT	1,9	0,1	LQ	LQ	équivalent toluène
-	COSV	0,1	LQ	LQ	<0,1	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)						
50-00-0	formaldéhyde	0,8	0,2	0,1	0,1	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	0,3	0,1	0,1	0,1	spécifique
67-64-1	acétone	1,9	0,8	0,5	LQ	spécifique
123-38-6	propionaldéhyde	LQ	LQ	0,5	0,4	spécifique
100-52-7	benzaldéhyde	LQ	LQ	0,1	0,1	spécifique
66-25-1	hexaldéhyde	0,1	<0,1	0,2	<0,1	spécifique

4.1.2. Papier

Tableau 8 : Débits d'émission spécifiques pour une feuille ($\mu\text{g}/\text{unité}/\text{h}$)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	90-120min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-9)						
71-43-2	benzène	LQ	LQ	LQ	LQ	spécifique
108-88-3	toluène	LQ	LQ	LQ	LQ	spécifique
111-76-2	2-butoxyéthanol	LD	0,2	0,3	0,4	spécifique
124-19-6	nonanal	0,2	0,1	0,2	0,2	équivalent toluène
112-31-2	décanal	0,3	0,2	0,4	0,5	spécifique
-	COVT	0,5	LQ	0,2	0,3	équivalent toluène
-	COSV	0,2	LQ	LQ	0,2	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)						
50-00-0	formaldéhyde	2,9	3,6	3,9	3,9	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	0,2	<0,1	<0,1	LQ	spécifique
67-64-1	acétone	1,2	0,4	0,3	0,2	spécifique
123-38-6	propionaldéhyde	LQ	LQ	LQ	0,4	spécifique
100-52-7	benzaldéhyde	LQ	LQ	0,1	0,2	spécifique
620-23-5	m/p-tolualdéhyde	0,1	LQ	0,2	0,1	spécifique
66-25-1	hexaldéhyde	0,2	0,2	0,2	0,1	spécifique

4.1.3. Gommettes

Tableau 9 : Débits d'émissions spécifiques par g de gommettes ($\mu\text{g/g/h}$)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-9)					
71-36-3	1-butanol	0,9	0,9	0,7	spécifique
71-43-2	benzène	LQ	LQ	LQ	spécifique
108-88-3	toluène	<0,1	LQ	LQ	spécifique
111-71-7	heptanal	0,1	0,3	0,3	spécifique
110-93-0	6-méthyl-5-heptèn-2-one	0,1	0,1	LD	équivalent toluène
124-18-5	décane	0,1	0,1	0,1	spécifique
124-13-0	octanal	0,1	0,1	0,1	spécifique
104-76-7	2-éthylhexanol	12,4	19,1	18,3	spécifique
470-82-6	eucalyptol	0,1	0,1	0,1	équivalent toluène
1120-21-4	undécane	0,1	0,1	0,1	spécifique
124-19-6	nonanal	0,4	0,3	0,2	spécifique
103-09-3	2-éthylhexanol-acétate	0,6	0,8	0,7	équivalent toluène
2216-51-5	menthol	0,1	0,1	0,1	équivalent toluène
112-31-2	décanal	0,3	0,3	0,3	spécifique
-	acide inconnu	0,3	0,4	0,4	équivalent toluène
-	COVT	11,5	15,5	14,3	équivalent toluène
-	COSV	0,1	0,4	0,2	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)					
50-00-0	formaldéhyde	1,8	2,0	1,9	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	0,3	0,2	0,1	spécifique
67-64-1	acétone	1,3	0,6	0,4	spécifique
123-38-6	propionaldéhyde	0,4	LQ	<0,1	spécifique
4170-30-3	crotonaldéhyde	0,3	LQ	LQ	spécifique
123-72-8	butyraldéhyde	0,8	0,1	LQ	spécifique
100-52-7	benzaldéhyde	1,2	1,0	0,1	spécifique
590-86-3	isovaléraldéhyde	0,1	0,2	0,1	spécifique
110-62-3	valéraldéhyde	0,2	0,5	0,3	spécifique
529-20-4	o-tolualdéhyde	LQ	0,3	0,3	spécifique
620-23-5	m/p-tolualdéhyde	LQ	0,3	0,2	spécifique
66-25-1	hexaldéhyde	<0,1	0,1	1,0	spécifique

4.1.4. Peinture métallique

Tableau 10 : Débits d'émission spécifiques par g de peinture évaporée « essai A » ($\mu\text{g/g/h}$)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-9)					
110-54-3	hexane	0,6	0,2	0,1	spécifique
78-83-1	2-méthylpropanol	0,6	0,6	0,6	spécifique
71-43-2	benzène	1,3	1,3	1,2	spécifique
108-88-3	toluène	0,4	0,1	LQ	spécifique
51200-87-4	4-4-diméthylloxazolidine	0,2	0,3	0,4	équivalent toluène
111-76-2	2-butoxyéthanol	0,2	1,1	2,2	spécifique
62-53-3	aniline	0,2	0,2	0,3	équivalent toluène
124-18-5	décane	0,6	0,5	0,7	spécifique
124-13-0	octanal	0,3	0,3	0,3	spécifique
104-76-7	2-éthylhexanol	0,7	0,5	0,5	spécifique
1120-21-4	undécane	0,5	0,2	0,2	spécifique
43,9min	inconnu	LD	0,3	0,7	équivalent toluène
124-19-6	nonanal	0,4	0,4	0,3	spécifique
112-31-2	décanal	0,6	0,5	0,2	spécifique
-	COVT	9,0	7,2	9,1	équivalent toluène
-	COSV	LQ	0,3	0,6	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)					
50-00-0	formaldéhyde	5,9	8,1	8,8	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	1,4	1,6	1,5	spécifique
67-64-1	acétone	17,7	14,1	11,0	spécifique
123-72-8	butyraldéhyde	0,4	0,5	0,3	spécifique
100-52-7	benzaldéhyde	LQ	0,7	LQ	spécifique
110-62-3	valéraldéhyde	0,3	0,4	0,5	spécifique
529-20-4	o-tolualdéhyde	0,3	0,3	0,4	spécifique
620-23-5	m/p-tolualdéhyde	0,2	0,2	0,2	spécifique
66-25-1	hexaldéhyde	0,4	0,7	0,6	spécifique

Tableau 11 : Débits d'émission spécifiques par g de peinture évaporée « essai B » (µg/g/h)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	90-120min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-9)						
71-36-3	1-butanol	16,1	11,8	8,1	5,7	spécifique
71-43-2	benzène	0,1	0,1	<0,1	0,1	spécifique
57-55-6	1,2-propanediol	102,4	46,4	42,8	33,8	spécifique
108-88-3	toluène	0,1	LQ	LQ	LQ	spécifique
123-86-4	butyl acétate	1,1	1,0	0,7	0,5	spécifique
100-41-4	éthylbenzène	0,2	0,2	0,1	0,1	spécifique
7379-12-6	2-méthyl, 3-hexanone	0,3	0,3	0,2	0,2	équivalent toluène
142-96-1	n-butyl éther	4,3	5,1	4,0	3,1	spécifique
590-01-2	n-butyl propionate	4,1	4,0	3,2	2,4	spécifique
13475-82-6	2,2,4,6,6,- pentaméthylheptane	0,2	0,2	0,2	0,1	spécifique
109-21-7	n-butyl butyrate	0,1	0,1	0,1	0,1	équivalent toluène
104-76-7	2-éthylhexanol	0,2	0,1	0,1	0,1	spécifique
124-19-6	nonanal	0,1	<0,1	0,1	0,1	spécifique
-	COVT	36,1	22,1	17,9	13,6	équivalent toluène
-	COSV	0,8	0,1	0,4	0,4	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)						
50-00-0	formaldéhyde	1,1	1,1	1,1	1,0	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	0,5	0,6	0,5	0,4	spécifique
67-64-1	acétone	7,4	3,5	1,6	0,9	spécifique
123-38-6	propionaldéhyde	1,8	0,2	2,7	1,7	spécifique
123-72-8	butyraldéhyde	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	spécifique
100-52-7	benzaldéhyde	0,4	0,2	0,2	0,2	spécifique
590-86-3	isovaléraldéhyde	0,2	0,1	<0,1	0,1	spécifique
110-62-3	valéraldéhyde	0,1	0,2	<0,1	0,1	spécifique
529-20-4	o-tolualdéhyde	0,1	0,1	LQ	0,1	spécifique
620-23-5	m/p-tolualdéhyde	0,3	0,3	0,2	0,1	spécifique
66-25-1	hexaldéhyde	0,1	0,1	0,2	0,1	spécifique

4.1.5. Gouache liquide

Tableau 12 : Débits d'émission spécifiques par g de gouache évaporée « essai A » (µg/g/h)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-9)					
110-54-3	hexane	0,6	0,3	0,1	spécifique
71-36-3	1-butanol	452,0	507,0	431,0	spécifique
71-43-2	benzène	LQ	LQ	LQ	spécifique
547-63-7	méthyl isobutyrate	1,9	1,4	1,0	équivalent toluène
80-62-6	méthyl méthacrylate	1,6	1,6	1,3	équivalent toluène
289-95-2	1,3-diazine	0,6	0,8	0,8	équivalent toluène
57-55-6	1,2-propanediol	91,6	28,3	21,1	spécifique
108-88-3	toluène	LQ	LQ	LQ	spécifique
763-89-3	4-méthyl-3-pentèn-2-one	0,5	0,4	0,3	équivalent toluène
123-86-4	butyl acétate	10,6	8,7	4,9	spécifique
123-19-3	4-heptanone	2,7	2,4	1,8	équivalent toluène
142-96-1	n-butyléther	10,7	8,9	6,8	spécifique
590-01-2	n-butyl propionate	10,9	9,6	7,4	équivalent toluène
104-76-7	2-éthylhexanol	3,3	0,3	0,3	spécifique
124-19-6	nonanal	0,3	0,1	0,2	spécifique
-	COVT	283,9	289,4	242,7	équivalent toluène
-	COSV	0,6	0,2	LQ	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)					
50-00-0	formaldéhyde	31,8	43,6	47,5	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	0,4	LQ	LQ	spécifique
67-64-1	acétone	9,6	7,2	4,7	spécifique
123-38-6	propionaldéhyde	0,8	4,7	1,9	spécifique
100-52-7	benzaldéhyde	0,7	1,1	1,3	spécifique
590-86-3	isovaléraldéhyde	0,2	0,1	0,2	spécifique
110-62-3	valéraldéhyde	0,3	0,2	0,5	spécifique
529-20-4	o-tolualdéhyde	LQ	0,1	0,3	spécifique
620-23-5	m/p-tolualdéhyde	LQ	0,7	0,3	spécifique

Tableau 13 : Débits d'émission spécifiques par g de gouache évaporée « essai B » (µg/g/h)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	90-120min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-9)						
110-54-3	hexane	0,1	0,1	LD	LD	spécifique
-	benzène + 1-butanol	0,4	0,6	0,4	0,4	équivalent toluène
547-63-7	méthyl isobutyrate	0,1	0,2	0,1	0,2	équivalent toluène
57-55-6	1,2-propanediol	59,4	82,0	65,4	66,7	spécifique
108-88-3	toluène	0,1	LQ	LQ	LQ	spécifique
51200-87-4	4,4-diméthylloxazolidine	0,4	0,3	0,2	0,1	équivalent toluène
111-76-2	2-butoxyéthanol	4,1	5,0	2,7	1,5	spécifique
590-01-2	n-butyl propionate	LD	LD	LD	LD	équivalent toluène
62-53-3	aniline	0,3	0,2	0,1	0,1	équivalent toluène
124-18-5	décane	0,5	0,8	0,5	0,3	spécifique
104-76-7	2-éthylhexanol	0,3	0,5	0,3	0,2	spécifique
100-51-6	benzyl alcool	0,5	0,8	0,5	0,3	spécifique
43,9min	inconnu	1,0	2,2	2,1	1,6	équivalent toluène
124-19-6	nonanal	0,6	0,4	0,3	0,2	spécifique
112-31-2	décanal	0,6	0,3	0,5	0,5	spécifique
-	COVT	17,8	24,9	18,7	16,7	équivalent toluène
-	COSV	0,7	0,2	LQ	0,2	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)						
50-00-0	formaldéhyde	623,9	374,1	301,5	266,4	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	3,6	2,8	2,8	2,2	spécifique
67-64-1	acétone	145,9	45,5	17,7	9,2	spécifique
123-38-6	propionaldéhyde	270,9	226,2	124,4	35,7	spécifique
4170-30-3	crotonaldéhyde	1,7	1,5	0,9	0,3	spécifique
123-72-8	butyraldéhyde	7,2	5,0	3,0	0,8	spécifique
100-52-7	benzaldéhyde	LQ	1,4	1,3	LQ	spécifique
590-86-3	isovaléraldéhyde	0,8	1,6	2,3	1,4	spécifique
110-62-3	valéraldéhyde	0,5	1,8	2,4	0,6	spécifique
529-20-4	o-tolualdéhyde	LQ	2,9	1,9	0,8	spécifique
620-23-5	m/p-tolualdéhyde	LQ	6,5	7,3	3,3	spécifique
66-25-1	hexaldéhyde	1,5	2,8	2,3	2,0	spécifique

4.1.6. Gouache liquide concentrée

Tableau 14 : Débits d'émissions spécifiques par g de gouache évaporée « essai A » ($\mu\text{g/g/h}$)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-9)					
142-82-5	alcane C7	2,3	2,8	2,1	spécifique
71-43-2	benzène	1,7	1,4	1,1	spécifique
107-98-2	1-méthoxy-2-propanol	6,6	11,2	11,7	équivalent toluène
123-91-1	1,4-dioxane	1,3	1,9	1,8	équivalent toluène
108-88-3	toluène	2,8	0,9	0,3	spécifique
80-56-8	alpha-pinène	1,3	0,4	0,2	spécifique
5794-03-6	d-camphène	1,1	0,4	0,2	équivalent toluène
79-92-5	camphène	4,4	1,4	0,6	équivalent toluène
470-67-7	1,4-cinéole	15,9	11,3	7,5	équivalent toluène
104-76-7	2-éthylhexanol	1,1	1,2	1,1	spécifique
5989-27-5	limonène	2,0	0,9	0,7	spécifique
470-82-6	eucalyptol	39,5	31,0	21,2	équivalent toluène
124-19-6	nonanal	0,7	0,7	1,1	spécifique
1632-73-1	fenchol	1,5	2,1	2,0	équivalent toluène
586-82-3	1-terpinéol	1,2	2,0	2,2	équivalent toluène
138-87-4	béta-terpinéol	3,3	5,5	6,3	équivalent toluène
98-55-5	alpha-terpinéol	2,3	3,4	4,1	équivalent toluène
-	COVT	100,4	87,4	74,9	équivalent toluène
-	COSV	LQ	LQ	0,5	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)					
50-00-0	formaldéhyde	11,8	15,0	18,3	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	3,3	3,5	4,4	spécifique
67-64-1	acétone	11,8	5,6	4,6	spécifique
123-38-6	propionaldéhyde	LQ	LQ	6,5	spécifique
100-52-7	benzaldéhyde	LQ	0,6	2,2	spécifique
590-86-3	isovaléraldéhyde	0,2	LQ	0,5	spécifique
110-62-3	valéraldéhyde	LQ	0,2	1,0	spécifique
620-23-5	m/p-tolualdéhyde	0,7	LQ	1,8	spécifique
66-25-1	hexaldéhyde	LQ	0,2	0,6	spécifique

Tableau 15 : Débits d'émission spécifiques par g de gouache évaporée « essai B » (µg/g/h)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	90-120min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-9)						
71-43-2	benzène	0,1	0,1	0,1	<0,1	spécifique
107-98-2	1-méthoxy-2-propanol	3,9	2,3	1,1	0,6	équivalent toluène
57-55-6	1,2-propanediol	16,4	19,5	14,6	13,8	spécifique
108-88-3	toluène	0,1	0,1	0,1	<0,1	spécifique
111-75-2	2-butoxyéthanol	4,5	4,2	2,0	1,2	spécifique
100-52-7	benzaldéhyde	0,3	0,2	0,2	0,1	spécifique
124-18-5	décane	0,5	0,5	0,3	0,2	spécifique
13429-07-7	1-(2-méthoxypropoxy)-2-propanol	0,2	0,2	0,1	0,1	équivalent toluène
104-76-7	2-éthylhexanol	0,3	0,3	0,2	0,1	spécifique
100-51-6	benzyl alcool	0,5	0,3	0,3	0,2	spécifique
1120-21-4	undécane	0,2	0,1	0,1	<0,1	spécifique
124-19-6	nonanal	0,5	0,3	0,3	0,2	spécifique
586-82-3	1-terpinéol	0,2	0,1	0,1	<0,1	équivalent toluène
138-87-4	béta-terpinéol	0,4	0,3	0,2	0,1	équivalent toluène
112-40-3	dodécane	0,4	0,2	0,1	0,1	spécifique
98-55-5	alpha-terpinéol	0,5	0,4	0,4	0,3	équivalent toluène
629-51-1	tridécane	0,2	0,1	0,1	<0,1	spécifique
-	COVT	14,2	11,7	7,4	4,8	équivalent toluène
-	COSV	0,4	0,7	0,2	0,2	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)						
50-00-0	formaldéhyde	2,2	2,5	2,2	1,9	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	0,3	0,2	0,1	<0,1	spécifique
67-64-1	acétone	1,2	0,7	0,6	0,4	spécifique
123-38-6	propionaldéhyde	10,9	2,0	2,8	1,5	spécifique
100-52-7	benzaldéhyde	0,5	0,3	0,3	0,3	spécifique
590-86-3	isovaléraldéhyde	0,1	0,1	0,1	0,1	spécifique
110-62-3	valéraldéhyde	0,1	0,1	0,1	0,1	spécifique
529-20-4	o-tolualdéhyde	0,3	0,1	<0,1	0,1	spécifique
620-23-5	m/p-tolualdéhyde	0,2	0,2	LQ	0,2	spécifique

4.1.7. Encre de Chine

Tableau 16 : Débits d'émission spécifiques par g d'encre de Chine évaporée « essai A » ($\mu\text{g/g/h}$)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6) - LI=5$\mu\text{g}/\text{m}^3$					
64-19-7	acide acétique	152,4	193,8	202,3	équivalent toluène
108-21-4	isopropyl acétate	3,4	2,4	1,9	équivalent toluène
71-36-3	1-butanol	5,8	8,0	6,4	spécifique
108-88-3	toluène	LQ	2,9	6,1	spécifique
123-86-4	n-butyl acétate	1,5	1,3	0,9	équivalent toluène
124-19-6	nonanal	1,4	2,2	1,2	spécifique
112-34-5	2-(2-butoxyéthoxy)-éthanol	17,1	17,7	9,2	équivalent toluène
112-40-3	dodécane	39,8	43,8	36,6	spécifique
-	COVT	223,3	273,8	267,3	équivalent toluène
-	COSV	0,9	0,6	1,0	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)					
50-00-0	formaldéhyde	89,7	106,7	110,1	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	6,1	5,3	4,0	spécifique
67-64-1	acétone	141,7	152,7	117,6	spécifique
123-38-6	propionaldéhyde	0,6	0,6	3,5	spécifique
4170-30-3	crotonaldéhyde	0,3	0,5	0,3	spécifique
100-52-7	benzaldéhyde	0,3	0,3	1,3	spécifique
590-86-3	isovaléraldéhyde	0,1	0,1	0,3	spécifique
110-62-3	valéraldéhyde	LQ	0,2	0,1	spécifique
620-23-5	m/p-tolualdéhyde	0,2	0,3	0,4	spécifique

Tableau 17 : Débits d'émission spécifiques par g d'encre de Chine évaporée « essai B » ($\mu\text{g/g/h}$)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	90-120min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6) - LI=5$\mu\text{g}/\text{m}^3$						
64-19-7	acide acétique	14,3	18,8	14,9	12,7	équivalent toluène
-	benzène+ 1-butanol	0,1	0,1	<0,1	<0,1	équivalent toluène
13min	inconnu	0,7	1,0	0,9	0,8	équivalent toluène
108-88-3	toluène	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	spécifique
111-76-2	2-butoxyéthanol	1,9	1,4	1,0	0,7	spécifique
110-98-5	dipropylène glycol	0,3	0,4	0,5	0,4	équivalent toluène
100-51-6	benzyl alcool	0,6	0,8	0,9	0,8	spécifique
124-19-6	nonanal	0,5	0,3	0,2	0,1	spécifique
112-34-5	2-(2-butoxyéthoxy)- éthanol	16,1	19,2	16,9	13,8	équivalent toluène
112-40-3	dodécane	4,7	4,4	3,7	3,1	spécifique
124-17-4	butoxyéthoxyéthyl acétate	0,9	1,4	1,3	1,2	équivalent toluène
-	COVT	40,8	48,6	41,5	34,8	équivalent toluène
-	COSV	1,0	0,6	0,4	0,4	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)						
50-00-0	formaldéhyde	24,0	21,3	19,0	16,9	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	0,1	0,1	0,1	<0,1	spécifique
67-64-1	acétone	0,8	0,4	0,3	0,2	spécifique
123-38-6	propionaldéhyde	3,0	0,5	1,2	1,2	spécifique
100-52-7	benzaldéhyde	0,2	LQ	0,1	0,1	spécifique
590-86-3	isovaléraldéhyde	<0,1	LQ	0,1	0,1	spécifique
110-62-3	valéraldéhyde	0,1	<0,1	LQ	<0,1	spécifique
529-20-4	o-tolualdéhyde	0,1	0,1	0,1	0,1	spécifique
620-23-5	m/p-tolualdéhyde	0,2	0,1	0,1	0,1	spécifique

4.1.8. Peinture acrylique

Tableau 18 : Débits d'émission spécifiques par g de peinture évaporée « essai A » ($\mu\text{g/g/h}$)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)					
64-19-7	acide acétique	81,8	83,5	68,9	équivalent toluène
141-78-6	Ethyl acétate	34,1	28,9	20,3	spécifique
71-43-2	benzène	0,7	0,9	0,6	spécifique
626-68-6	2-méthyl-1,3-dioxane	1,4	1,3	1,0	équivalent toluène
497-26-7	2,2-diméthyl-1,3-dioxalane	0,8	0,8	0,6	équivalent toluène
57-55-6	1,2-propanediol	122,5	137,0	136,6	spécifique
626-93-7	2-hexanol	0,5	0,6	0,5	équivalent toluène
-	dérivé dioxane #1	1,0	1,1	1,0	équivalent toluène
-	dérivé dioxane #2	0,7	0,8	0,7	équivalent toluène
10138-17-7	2,6-diméthyl-1,4-dioxane	0,8	1,0	0,9	équivalent toluène
15176-21-3	2,5-diméthyl-1,4-dioxane	0,8	1,0	0,9	équivalent toluène
124-19-6	nonanal	1,3	0,8	0,7	spécifique
112-40-3	dodécane	0,9	0,5	0,5	spécifique
-	COVT	44,5	48,6	48,1	équivalent toluène
-	COSV	2,2	1,3	1,4	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)					
50-00-0	formaldéhyde	27,2	32,6	31,9	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	39,2	34,6	26,9	spécifique
67-64-1	acétone	80,2	75,1	59,5	spécifique
123-38-6	propionaldéhyde	0,5	0,4	0,4	spécifique
4170-30-3	crotonaldéhyde	0,2	LQ	LQ	spécifique
100-52-7	benzaldéhyde	1,5	0,4	0,5	spécifique
590-86-3	isovaléraldéhyde	0,4	0,1	0,1	spécifique
110-62-3	valéraldéhyde	0,6	0,1	0,2	spécifique
529-20-4	o-tolualdéhyde	0,1	0,2	0,2	spécifique
620-23-5	m/p-tolualdéhyde	0,1	0,3	0,4	spécifique
66-25-1	hexaldéhyde	0,2	0,2	0,3	spécifique

Tableau 19 : Débits d'émission spécifiques par g de peinture évaporée « essai B » (µg/g/h)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	90-120min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)						
71-43-2	benzène	0,1	0,1	0,1	0,1	spécifique
71-36-3	1-butanol	0,5	0,3	0,1	0,1	spécifique
110-54-3	hexane	0,2	0,1	0,1	LD	spécifique
57-55-6	1,2-propanediol	17,3	31,3	51,7	57,0	spécifique
626-93-7	2-hexanol	0,1	0,1	<0,1	LD	équivalent toluène
108-88-3	toluène	0,1	0,2	0,2	0,2	spécifique
-	dérivé dioxane #1	0,2	0,1	0,1	<0,1	équivalent toluène
10138-17-7	2,6-diméthyl-1,4-dioxane	0,2	0,1	<0,1	LD	équivalent toluène
15176-21-3	2,5-diméthyl-1,4-dioxane	0,2	0,1	<0,1	LD	équivalent toluène
21460-36-6	allyloxy-2-propanol	0,5	0,4	0,3	0,2	équivalent toluène
25,9min	inconnu	0,2	0,2	0,2	0,1	équivalent toluène
111-76-2	2-butoxyéthanol	1,1	2,2	2,2	1,7	spécifique
100-52-7	benzaldéhyde	0,4	0,3	0,2	0,2	spécifique
104-76-7	2-éthylhexanol	0,3	0,4	0,2	0,2	spécifique
100-51-6	benzyl alcool	0,3	0,4	0,4	0,4	spécifique
124-19-6	nonanal	0,3	0,3	0,2	0,1	spécifique
112-31-2	décanal	0,1	0,1	0,1	0,1	spécifique
2315-68-6	propylbenzoate	0,2	0,2	0,2	0,1	équivalent toluène
-	méthylbiphényle	0,3	0,3	0,3	0,3	équivalent toluène
-	COVT	9,0	11,9	13,0	14,7	équivalent toluène
-	COSV	0,2	0,2	0,1	0,2	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)						
50-00-0	formaldéhyde	8,8	5,6	4,1	3,4	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	0,4	0,2	0,1	<0,1	spécifique
67-64-1	acétone	0,4	0,5	0,5	0,3	spécifique
123-38-6	propionaldéhyde	<0,1	<0,1	LQ	LD	spécifique
100-52-7	benzaldéhyde	0,1	0,2	0,1	0,1	spécifique
529-20-4	o-tolualdéhyde	<0,1	<0,1	LD	LD	spécifique
620-23-5	m/p-tolualdéhyde	LQ	0,1	LD	LD	spécifique
66-25-1	hexaldéhyde	<0,1	<0,1	<0,1	LQ	spécifique

4.1.9. Marqueur T-shirt

Tableau 20 : Débits d'émission spécifiques pour un t-shirt « essai A »(µg/unité/h)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)					
71-43-2	benzène	0,2	0,2	0,4	spécifique
108-88-3	toluène	LQ	LQ	LQ	spécifique
110-93-0	6-méthyl-5-heptèn-2-one	0,2	0,1	0,1	équivalent toluène
124-13-0	octanal	0,1	0,1	0,1	spécifique
124-19-6	nonanal	0,3	0,2	0,2	spécifique
112-31-2	décanal	0,6	0,6	0,6	spécifique
-	COVT	0,8	0,6	1,4	équivalent toluène
-	COSV	1,1	0,3	0,8	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)					
50-00-0	formaldéhyde	1,0	0,9	1,0	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	0,2	0,2	0,2	spécifique
67-64-1	acétone	1,5	0,7	0,5	spécifique
100-52-7	benzaldéhyde	0,3	0,4	0,7	spécifique
590-86-3	isovaléraldéhyde	LQ	0,1	0,2	spécifique
110-62-3	valéraldéhyde	0,1	0,1	0,2	spécifique
66-25-1	hexaldéhyde	0,1	<0,1	<0,1	spécifique

Tableau 21 : Débits d'émission spécifiques pour un t-shirt décoré « essai B » (µg/unité/h)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	90-120min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)						
71-43-2	benzène	0,2	LQ	LQ	LQ	spécifique
108-88-3	toluène	0,1	LQ	LQ	LQ	spécifique
110-93-0	6-méthyl-5-heptèn-2-one	0,2	0,1	0,1	0,1	équivalent toluène
124-13-0	octanal	0,2	0,2	0,1	0,1	spécifique
124-19-6	nonanal	0,3	0,4	0,4	0,3	spécifique
112-31-2	décanal	0,4	0,8	0,8	0,7	spécifique
-	COVT	1,4	1,7	1,3	1,4	équivalent toluène
-	COSV	0,2	0,4	0,9	1,2	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)						
50-00-0	formaldéhyde	1,2	1,1	1,2	1,2	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	0,3	0,2	LQ	0,1	spécifique
67-64-1	acétone	1,7	1,2	0,3	0,8	spécifique
100-52-7	benzaldéhyde	0,5	0,4	LD	LQ	spécifique
110-62-3	valéraldéhyde	0,1	LQ	LD	LQ	spécifique
66-25-1	hexaldéhyde	0,1	LQ	LD	LQ	spécifique

4.1.10. Tampon encreur

Tableau 22 : Débits d'émission spécifiques pour un tampon encreur ($\mu\text{g}/\text{unité}/\text{h}$)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)					
141-78-6	éthyl acétate	1,4	0,3	0,7	spécifique
71-43-2	benzène	0,2	0,1	0,1	spécifique
108-88-3	toluène	0,1	LQ	LQ	spécifique
124-18-5	décane	0,1	0,4	0,4	spécifique
95-63-6	1,2,4-triméthylbenzène	0,1	0,1	0,1	spécifique
110-98-5	dipropylène glycol	0,2	3,7	3,5	équivalent toluène
104-76-7	2-éthylhexanol	0,2	0,3	0,3	spécifique
470-82-6	eucalyptol	0,2	1,3	1,4	équivalent toluène
124-19-6	nonanal	0,2	0,2	0,2	spécifique
112-31-2	décanal	0,3	0,5	0,5	spécifique
104-55-2	cinnamaldéhyde	0,7	2,4	2,0	spécifique
-	COVT	4,3	14,0	13,5	équivalent toluène
-	COSV	0,1	0,4	0,3	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)					
50-00-0	formaldéhyde	1,5	1,4	1,3	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	0,8	0,5	0,3	spécifique
67-64-1	acétone	1,3	0,5	0,3	spécifique
123-38-6	propionaldéhyde	0,1	0,1	<0,1	spécifique
100-52-7	benzaldéhyde	0,3	0,3	0,3	spécifique
110-62-3	valéraldéhyde	0,1	0,2	0,1	spécifique
620-23-5	m/p-tolualdéhyde	0,1	0,2	0,1	spécifique
66-25-1	hexaldéhyde	0,1	0,1	0,1	spécifique

4.1.11. Colle liquide

Tableau 23 : Débits d'émissions spécifiques pour par g de colle ($\mu\text{g/g/h}$)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	90-120min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)						
71-43-2	benzène	0,3	0,3	LQ	LQ	spécifique
108-88-3	toluène	LQ	LQ	LQ	LQ	spécifique
111-76-2	2-butoxyéthanol	13,5	10,9	8,3	6,0	spécifique
5131-66-8	1-butoxy-2-propanol	1,0	0,8	0,5	0,4	équivalent toluène
124-18-5	décane	0,3	0,4	0,4	0,3	spécifique
124-13-0	octanal	0,4	0,2	0,1	0,1	spécifique
13429-07-7	1-(2-méthoxypropoxy)-2-propanol	0,6	0,7	0,7	0,5	équivalent toluène
104-76-7	2-éthylhexanol	0,3	0,3	0,3	0,1	spécifique
124-19-6	nonanal	1,1	0,4	0,3	0,2	spécifique
112-31-2	décanal	0,8	LQ	0,2	0,2	spécifique
6846-50-0	TXIB	0,2	0,3	0,4	0,4	équivalent toluène
-	COVT	9,1	5,2	3,2	0,9	équivalent toluène
-	COSV	LQ	LQ	LQ	LQ	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)						
50-00-0	formaldéhyde	10,4	9,8	8,5	7,4	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	0,5	0,3	0,2	0,2	spécifique
67-64-1	acétone	3,1	1,9	1,3	1,0	spécifique
123-38-6	propionaldéhyde	0,2	0,1	0,1	LQ	spécifique
4170-30-3	crotonaldéhyde	0,7	0,1	0,1	0,1	spécifique
123-72-8	butyraldéhyde	0,5	LQ	LQ	LQ	spécifique
100-52-7	benzaldéhyde	1,1	1,2	0,7	1,4	spécifique
110-62-3	valéraldéhyde	0,2	0,6	0,2	0,3	spécifique
620-23-5	m/p-tolualdéhyde	0,2	0,3	0,2	0,2	spécifique
66-25-1	hexaldéhyde	0,2	0,1	0,1	0,1	spécifique
5779-94-2	2,5-diméthylbenzaldéhyde	0,3	0,2	0,2	0,1	spécifique

4.1.12. Ruban adhésif

Tableau 24 : Débits d'émission spécifiques pour par g de ruban adhésif ($\mu\text{g/g/h}$)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)					
71-36-3	1-butanol	4,0	2,5	1,6	spécifique
71-43-2	benzène	0,4	0,5	0,4	spécifique
108-88-3	toluène	LQ	LQ	LQ	spécifique
142-96-1	n-butyl éther	0,5	0,4	0,2	spécifique
110-93-0	6-méthyl-5-heptèn-2-one	0,2	0,1	0,2	équivalent toluène
104-76-7	2-éthylhexanol	0,4	0,4	0,3	spécifique
470-82-6	eucalyptol	0,4	0,2	0,2	équivalent toluène
124-19-6	nonanal	0,6	0,3	0,4	spécifique
112-31-2	décanal	0,5	0,1	0,6	spécifique
-	COVT	4,7	2,2	2,8	équivalent toluène
-	COSV	0,5	LQ	1,9	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)					
50-00-0	formaldéhyde	4,5	5,3	5,9	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	0,3	0,2	0,1	spécifique
67-64-1	acétone	1,4	0,6	0,4	spécifique
620-23-5	m/p-tolualdéhyde	0,2	0,2	0,2	spécifique

4.1.13. Feutre effaçable pour tableau

Tableau 25 : Débits d'émission spécifiques pour un feutre ($\mu\text{g}/\text{unité}/\text{h}$)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6) - LI = 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
141-78-6	éthyl acétate	2,1	2,0	1,6	équivalent toluène
108-21-4	isopropyl acétate	0,2	0,2	0,1	équivalent toluène
-	butanol + benzène	0,2	0,2	0,1	équivalent toluène
105-57-7	diéthyl acétate	0,9	0,8	0,6	équivalent toluène
3744-02-3	isopropénylacétone	5,5	4,9	4,2	équivalent toluène
141-79-7	MIBK	92,1	79,6	57,7	équivalent toluène
4744-08-5	propionaldéhyde diacétal	0,2	0,1	0,1	équivalent toluène
123-86-4	acétate de butyle	0,2	0,2	0,1	équivalent toluène
142-82-5	alcane C8	0,3	0,3	0,2	équivalent toluène
123-42-2	alcool diacétone	16,2	16,3	10,2	équivalent toluène
142-82-5	alcane C8	0,4	0,3	0,2	équivalent toluène
3658-95-5	butyraldéhyde diacétal	0,5	0,5	0,3	équivalent toluène
107-70-0	pentoxone	2,1	1,8	1,2	équivalent toluène
-	inconnu	0,3	0,3	0,2	équivalent toluène
2035-08-7	2-méthyl-2-(2-méthylpropyl)-1,3-dioxalane	22,3	20,9	14,5	équivalent toluène
6321-14-8	3-hydroxy-3,5-diméthyl-2-hexanone	0,7	0,8	0,6	équivalent toluène
34590-94-8	dipropylèneglycol méthyléther	0,3	0,4	0,4	équivalent toluène
-	dérivé furanone	0,3	0,4	0,3	équivalent toluène
13429-07-7	1-(2-méthoxypropoxy)-2-propanol	0,3	0,6	0,5	équivalent toluène
104-76-7	2-éthylhexanol	0,4	0,6	0,6	équivalent toluène
1120-21-4	alcane C11	0,2	0,2	0,1	équivalent toluène
1120-21-4	undécane	0,3	0,3	0,2	équivalent toluène
112-40-3	dodécane	0,2	0,2	0,2	équivalent toluène
111-11-5	méthylcaprylate	1,5	1,7	1,4	équivalent toluène
106-32-1	éthylcaprylate	13,4	18,5	16,4	équivalent toluène
5458-59-3	isopropyl ester acide octanoïque	0,6	0,8	0,7	équivalent toluène
110-42-9	méthylcaprinate	0,2	0,3	0,3	équivalent toluène
110-38-3	éthylcaprinate	1,0	2,0	2,3	équivalent toluène
-	COVT	167,2	159,9	118,8	équivalent toluène
-	COSV	0,4	1,0	0,3	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)					
50-00-0	formaldéhyde	0,5	0,3	0,3	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	9,4	9,5	8,9	spécifique
67-64-1	acétone	63,3	64,7	57,7	spécifique
123-38-6	propionaldéhyde	0,3	0,2	0,3	spécifique
123-72-8	butyraldéhyde	1,0	1,4	0,8	spécifique
110-62-3	valéraldéhyde	19,4	23,6	17,1	spécifique
529-20-4	o-tolualdéhyde	13,5	13,9	11,7	spécifique
620-23-5	m/p-tolualdéhyde	9,3	7,8	7,2	spécifique
66-25-1	hexaldéhyde	2,0	2,0	1,8	spécifique

4.1.14. Crayon feutre effaçable

Tableau 26 : Débits d'émission spécifiques pour un feutre ($\mu\text{g}/\text{unité}/\text{h}$)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)					
71-36-3	1-butanol	0,2	0,1	0,1	spécifique
71-43-2	benzène	<0,1	<0,1	<0,1	spécifique
108-88-3	toluène	LQ	LQ	LQ	spécifique
142-96-1	n-butyl éther	<0,1	<0,1	<0,1	spécifique
110-93-0	6-méthyl-5-heptèn-2-one	<0,1	<0,1	<0,1	équivalent toluène
104-76-7	2-éthylhexanol	<0,1	<0,1	<0,1	spécifique
470-82-6	eucalyptol	<0,1	<0,1	<0,1	équivalent toluène
1120-21-4	undécane	<0,1	LQ	LQ	spécifique
124-19-6	nonanal	<0,1	<0,1	<0,1	spécifique
112-31-2	décanal	<0,1	<0,1	<0,1	spécifique
-	COVT	0,2	0,1	0,1	équivalent toluène
-	COSV	<0,1	LQ	0,1	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)					
50-00-0	formaldéhyde	0,2	0,3	0,3	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	<0,1	<0,1	<0,1	spécifique
67-64-1	acétone	0,1	<0,1	<0,1	spécifique
123-38-6	propionaldéhyde	<0,1	<0,1	<0,1	spécifique
620-23-5	m/p-tolualdéhyde	<0,1	<0,1	<0,1	spécifique

4.1.15. Feutre or

Tableau 27 : Débits d'émission spécifiques pour un feutre ($\mu\text{g}/\text{unité}/\text{h}$)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)					
71-43-2	benzène	0,2	0,1	0,1	spécifique
108-88-3	toluène	0,3	LQ	LQ	spécifique
1678-91-7	éthylcyclohexane	25,7	11,0	6,6	équivalent toluène
100-41-4	éthylbenzène	0,3	0,1	0,1	spécifique
108-38-3	m-xylène	0,4	0,1	0,1	spécifique
106-42-3	p-xylène	0,2	0,1	LQ	spécifique
95-47-6	o-xylène	0,2	0,1	LQ	spécifique
124-19-6	nonanal	0,2	0,1	0,2	spécifique
112-31-2	décanal	0,3	0,2	0,3	spécifique
-	COVT	28,8	11,8	7,2	équivalent toluène
-	COSV	1,1	LQ	<0,1	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)					
50-00-0	formaldéhyde	3,1	3,4	3,6	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	0,3	0,1	0,1	spécifique
67-64-1	acétone	1,3	0,7	0,6	spécifique
123-38-6	propionaldéhyde	LQ	0,3	LQ	spécifique
100-52-7	benzaldéhyde	0,2	0,3	0,4	spécifique
590-86-3	isovaléraldéhyde	<0,1	0,1	0,1	spécifique
110-62-3	valéraldéhyde	0,1	0,2	LQ	spécifique
529-20-4	o-tolualdéhyde	0,1	0,1	0,1	spécifique
620-23-5	m/p-tolualdéhyde	0,1	0,2	0,6	spécifique

4.1.16. Pastel gras

Tableau 28 : Débits d'émission spécifiques pour un pastel ($\mu\text{g}/\text{unité}/\text{h}$)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)					
71-43-2	benzène	0,2	0,1	<0,1	spécifique
108-88-3	toluène	0,3	<0,1	LQ	spécifique
124-13-0	octanal	0,1	0,1	0,1	spécifique
124-19-6	nonanal	0,2	0,2	0,2	spécifique
112-40-3	dodécane	0,2	0,2	0,2	spécifique
-	COVT	2,6	0,1	0,3	équivalent toluène
-	COSV	1,2	LQ	0,8	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)					
50-00-0	formaldéhyde	2,7	2,7	2,8	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	0,3	0,1	0,1	spécifique
67-64-1	acétone	1,3	0,7	0,5	spécifique
123-38-6	propionaldéhyde	LD	0,2	0,1	spécifique
100-52-7	benzaldéhyde	0,1	0,1	0,1	spécifique
110-62-3	valéraldéhyde	0,1	LD	LQ	spécifique
620-23-5	m/p-tolualdéhyde	0,1	0,2	0,2	spécifique

4.1.17. Mini-pastels

Tableau 29 : Débits d'émission spécifiques pour un mini-pastel ($\mu\text{g}/\text{unité}/\text{h}$)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)					
71-43-2	benzène	0,2	0,1	0,1	spécifique
107-98-2	1-méthoxy-2-propanol	1,6	1,8	1,8	spécifique
108-88-3	toluène	0,1	<0,1	LQ	spécifique
111-71-7	heptanal	0,1	0,1	0,1	spécifique
124-13-0	octanal	0,3	0,3	0,4	spécifique
124-19-6	nonanal	0,6	0,4	0,5	spécifique
112-40-3	dodécane	0,2	0,2	0,3	spécifique
-	COVT	2,2	1,7	3,4	équivalent toluène
-	COSV	LQ	1,2	1,9	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)					
50-00-0	formaldéhyde	2,8	3,0	3,1	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	0,3	0,2	0,1	spécifique
67-64-1	acétone	1,8	1,0	0,7	spécifique
100-52-7	benzaldéhyde	0,1	0,2	0,4	spécifique
110-62-3	valéraldéhyde	0,4	0,4	0,4	spécifique
620-23-5	m/p-tolualdéhyde	0,1	0,3	0,3	spécifique
66-25-1	hexaldéhyde	0,3	0,4	0,4	spécifique

4.1.18. Pâte à modeler

Tableau 30 : Débits d'émission spécifiques par g de pâte à modeler ($\mu\text{g}/10\text{g}/\text{h}$)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)					
71-43-2	benzène	<0,1	<0,1	<0,1	spécifique
71-41-0	pentanol	0,2	0,3	0,2	équivalent toluène
111-71-7	heptanal	0,4	0,5	0,5	spécifique
111-70-6	heptanol	0,1	0,1	0,1	équivalent toluène
124-13-0	octanal	0,7	0,8	0,8	spécifique
1669-44-9	3-octanone	<0,1	<0,1	<0,1	équivalent toluène
2548-87-0	2-octéanal	0,1	0,1	0,1	équivalent toluène
111-87-5	octanol	0,1	0,1	0,1	équivalent toluène
124-19-6	nonanal	0,3	0,4	0,4	spécifique
112-31-2	décanal	0,2	0,3	0,3	spécifique
13466-78-9	3-carène	<0,1	<0,1	<0,1	équivalent toluène
3913-81-3	2-décéanal	<0,1	<0,1	<0,1	équivalent toluène
-	alcane C13	0,1	0,1	0,1	équivalent toluène
-	COVT	4,6	5,5	5,3	équivalent toluène
-	COSV	<0,1	<0,1	<0,1	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)					
50-00-0	formaldéhyde	LQ	LQ	LQ	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	<0,1	<0,1	<0,1	spécifique
67-64-1	acétone	0,1	LQ	LQ	spécifique
123-38-6	propionaldéhyde	<0,1	<0,1	0,2	spécifique
123-72-8	butyraldéhyde	LQ	LQ	LQ	spécifique
100-52-7	benzaldéhyde	<0,1	<0,1	<0,1	spécifique
590-86-3	isovaléraldéhyde	<0,1	<0,1	<0,1	spécifique
110-62-3	valéraldéhyde	0,6	0,7	0,6	spécifique
66-25-1	hexaldéhyde	3,2	3,7	3,5	spécifique

4.1.19. Peinture vitrail

Tableau 31 : Débits d'émission spécifiques par g de peinture vitrail évaporée « essai A » ($\mu\text{g/g/h}$)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)					
78-93-3	2-butanone	18,2	24,8	25,4	spécifique
1445-45-0	méthylorthoacétate	7,9	7,6	5,7	équivalent toluène
9,4min	inconnu	18354,4	19993,7	22451,9	équivalent toluène
625-74-1	2-méthyl-1-nitropropane	16,7	19,4	22,5	équivalent toluène
109-99-9	tétrahydrofurane	8,9	8,7	8,1	équivalent toluène
497-26-7	2-méthyl-1,3-dioxolane	0,9	1,0	1,2	équivalent toluène
108-21-4	isopropyl ester acide acétique	202,6	257,2	310,3	équivalent toluène
10471-14-4	méthyl, éthyl, acétyl-acétaldéhyde	31,4	38,3	43,4	équivalent toluène
110-82-7	cyclohexane	56,5	63,7	59,1	équivalent toluène
462-95-3	diéthoxy-méthane	15,2	20,1	23,8	équivalent toluène
591-87-7	2-propénylacétate	0,5	0,7	0,8	équivalent toluène
105-37-3	éthyl propionate	8,5	12,0	14,4	équivalent toluène
108-21-4	2-propylacétate	1,3	1,9	2,2	équivalent toluène
105-57-7	diéthylacétal, acétaldéhyde	422,5	583,7	701,5	équivalent toluène
108-10-1	MIBK	0,9	1,2	1,4	équivalent toluène
108-88-3	toluène	0,5	0,5	0,6	spécifique
105-46-4	2-butyl acétate	4,1	6,1	7,2	équivalent toluène
109-86-4	2-méthoxyéthanol	0,8	1,1	1,1	équivalent toluène
141-78-6	acétate d'éthyle	4,9	5,4	6,5	équivalent toluène
43min	inconnu	0,7	0,7	0,7	équivalent toluène
124-19-6	nonanal	0,7	0,1	0,2	spécifique
50,9min	inconnu	0,8	0,7	0,8	équivalent toluène
71-43-2	benzène	0,5	0,6	1,0	spécifique
-	COVT	19195,0	21086,0	23739,6	équivalent toluène
-	COSV	0,8	0,6	1,5	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)					
50-00-0	formaldéhyde	5,6	6,4	6,6	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	683,6	1136,6	1233,8	spécifique
67-64-1	acétone	160,6	196,9	174,0	spécifique
123-38-6	propionaldéhyde	0,6	0,9	1,0	spécifique
4170-30-3	crotonaldéhyde	9,0	12,0	11,9	spécifique
123-72-8	butyraldéhyde	0,6	0,7	0,9	spécifique
110-62-3	valéraldéhyde	0,4	0,4	0,4	spécifique
529-20-4	o-tolualdéhyde	0,2	0,1	0,1	spécifique
620-23-5	m/p-tolualdéhyde	0,3	0,3	0,4	spécifique
66-25-1	hexaldéhyde	0,2	0,1	0,2	spécifique

Tableau 32 : Débits d'émission spécifiques par g de peinture vitrail évaporée « essai B » (µg/g/h)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	90-120min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)						
78-93-3	2-butanone	9,7	6,1	2,7	1,4	spécifique
9,4min	inconnu	2763,6	1285,4	583,6	311,6	équivalent toluène
-	alcane C7	37,5	11,6	4,9	2,5	spécifique
507-09-5	acide méthancarbothiolique	1533,2	1211,5	739,7	442,3	équivalent toluène
71-36-3	1-butanol	18,5	7,1	9,4	7,5	spécifique
591-87-7	2-propénylacétate	0,6	0,7	0,7	0,8	équivalent toluène
105-37-3	éthyl propionate	3,2	1,2	0,5	0,2	équivalent toluène
108-21-4	2-propylacétate	0,3	LD	LD	LD	équivalent toluène
14,8min	alcool	2,4	1,2	0,5	0,3	équivalent toluène
105-57-7	diéthylacétal, acétaldéhyde	44,8	15,2	5,8	2,8	équivalent toluène
108-10-1	MIBK	0,5	0,2	LD	LD	équivalent toluène
108-88-3	toluène	0,2	0,1	LQ	LQ	spécifique
105-46-4	2-butyl acétate	1,6	0,5	0,2	0,1	équivalent toluène
109-86-4	2-méthoxyéthanol	1,9	4,9	0,5	0,2	équivalent toluène
141-78-6	acétate d'éthyle	0,7	0,3	0,2	0,1	équivalent toluène
43min	inconnu	1,1	0,3	0,1	0,1	équivalent toluène
124-19-6	nonanal	0,3	0,4	0,4	0,4	spécifique
50,9min	inconnu	0,3	0,3	0,4	0,5	équivalent toluène
71-43-2	benzène	0,4	0,4	0,4	0,3	spécifique
-	COVT	4421,4	2546,9	1348,3	769,0	équivalent toluène
-	COSV	3,1	2,8	0,9	1,5	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)						
50-00-0	formaldéhyde	103,2	77,7	49,2	34,2	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	439,4	196,5	73,5	29,6	spécifique
67-64-1	acétone	9,9	4,6	2,0	1,0	spécifique
123-38-6	propionaldéhyde	0,4	0,1	LQ	0,1	spécifique
4170-30-3	crotonaldéhyde	3,8	2,0	1,0	0,6	spécifique
123-72-8	butyraldéhyde	0,8	0,5	0,2	0,5	spécifique
100-52-7	benzaldéhyde	1,1	0,6	0,1	LQ	spécifique
590-86-3	isovaléraldéhyde	0,9	0,7	0,3	0,2	spécifique
110-62-3	valéraldéhyde	1,5	1,0	0,9	0,7	spécifique
529-20-4	o-tolualdéhyde	1,8	1,1	0,5	0,2	spécifique
620-23-5	m/p-tolualdéhyde	0,7	0,5	0,3	0,3	spécifique
66-25-1	hexaldéhyde	37,3	7,3	0,9	LQ	spécifique
5779-94-2	2,5-diméthylbenzaldéhyde	14,0	2,0	0,2	0,1	spécifique

4.2. PRODUITS D'ENTRETIEN

4.2.1. Décapant et produit d'émulsion pour sols

Pour mémoire, conformément aux recommandations, ces produits sont utilisés successivement.

Tableau 33 : Débits d'émission spécifiques par m² de surface décapée, « essai jour de l'application »
(µg/m²/h)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	90-120min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)						
71-43-2	benzène	2,8	2,3	1,3	0,9	spécifique
108-01-0	n,n-diméthylaminoéthanol	13,7	70,7	73,6	80,4	équivalent toluène
27970-32-7	3-méthylloxazolidine	6,2	14,6	20,5	17,0	équivalent toluène
108-88-3	toluène	LQ	LQ	LQ	LQ	spécifique
100-41-4	éthylbenzène	29,8	31,1	20,8	14,2	spécifique
108-38-3	m-xylène	41,9	43,9	29,4	20,1	spécifique
106-42-3	p-xylène	12,8	13,5	9,0	6,3	spécifique
142-96-1	n-butyl éther	12,5	13,2	8,8	6,0	spécifique
95-47-6	o-xylène	12,6	12,6	9,0	6,3	spécifique
111-76-2	2-butoxyéthanol	135,3	182,3	155,2	132,4	spécifique
33,2min	inconnu	4,3	5,0	4,6	5,5	équivalent toluène
103-65-1	propylbenzène	4,3	4,7	3,5	2,6	équivalent toluène
34590-94-8	dipropylène glycol méthyl éther (1)	514,9	595,7	442,8	330,1	équivalent toluène
34590-94-8	dipropylène glycol méthyl éther (2)	540,2	632,2	473,3	355,3	équivalent toluène
112-50-5	triéthylène glycol monoéthyl éther	482,6	539,0	467,2	394,0	équivalent toluène
4353-28-0	tétraéthylène glycol diéthyl éther	9035,6	11880,9	9597,6	7684,4	équivalent toluène
37,9min	éther de glycol	1569,3	1504,0	1463,2	1402,8	équivalent toluène
13588-28-8	2-(2-méthoxypropoxy)-1-propanol (1)	57,3	68,9	58,5	46,3	équivalent toluène
13588-28-8	2-(2-méthoxypropoxy)-1-propanol (2)	55,6	71,7	60,3	48,0	équivalent toluène
872-50-4	m-pyrol	130,3	179,2	156,1	133,6	équivalent toluène
124-19-6	nonanal	2,1	1,9	2,5	3,3	spécifique
112-31-2	décanal	2,3	1,6	2,9	7,0	spécifique
64,8min	dérivé acide phosphorique	10,8	71,7	116,5	144,7	équivalent toluène
-	COVT	12605,5	15880,1	13127,8	10797,4	équivalent toluène
-	COSV	LQ	LQ	0,8	8,3	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)						
50-00-0	formaldéhyde	LQ	7,4	3,8	3,0	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	LQ	7,3	5,6	6,7	spécifique
67-64-1	acétone	4,0	15,6	14,5	14,6	spécifique
123-38-6	propionaldéhyde	LQ	1,2	5,1	5,3	spécifique
529-20-4	o-tolualdéhyde	1,0	2,6	1,9	1,7	spécifique

Tableau 34 : Débits d'émission spécifiques par m² de surface décapée, « essai J+7 » (µg/m²/h)

N° CAS	Composé	0-60min	60-120min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)				
71-43-2	benzène	1,6	0,6	spécifique
108-01-0	n,n-diméthylaminoéthanol	6,8	12,8	équivalent toluène
27970-32-7	3-méthylloxazolidine	2,4	2,5	équivalent toluène
57-55-6	1,2-propanediol	121,4	123,1	équivalent toluène
108-88-3	toluène	LQ	LQ	spécifique
100-41-4	éthylbenzène	5,6	3,3	spécifique
108-38-3	m-xylène	3,1	2,2	spécifique
95-47-6	o-xylène	1,7	0,9	spécifique
111-76-2	2-butoxyéthanol	202,7	121,2	spécifique
34590-94-8	dipropylène glycol méthyl éther (1)	47,4	36,0	équivalent toluène
34590-94-8	dipropylène glycol méthyl éther (2)	48,9	39,1	équivalent toluène
112-50-5	triéthylène glycol monoéthyl éther	202,3	207,4	équivalent toluène
4353-28-0	tétraéthylène glycol diéthyl éther	856,1	787,0	équivalent toluène
37,9min	éther de glycol	247,9	208,0	équivalent toluène
13588-28-8	2-(2-méthoxypropoxy)-1-propanol (1)	6,8	5,9	équivalent toluène
13588-28-8	2-(2-méthoxypropoxy)-1-propanol (2)	7,1	6,5	équivalent toluène
104-76-7	2-éthylhexanol	12,1	10,0	équivalent toluène
872-50-4	m-pyrol	17,3	18,2	équivalent toluène
122-99-6	2-phénoxyéthanol	3,0	1,8	équivalent toluène
64,8min	dérivé de l'acide phosphorique	25,3	29,8	équivalent toluène
-	COVT	1599,0	1431,5	équivalent toluène
-	COSV	LQ	LQ	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)				
50-00-0	formaldéhyde	3,1	LQ	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	1,6	LQ	spécifique
67-64-1	acétone	2,8	LQ	spécifique
529-20-4	o-tolualdéhyde	1,4	0,6	spécifique
66-25-1	hexaldéhyde	2,3	2,9	spécifique

4.2.2. Détergent vitres et surfaces

Tableau 35 : Débits d'émission spécifiques par m² de surface de vitre nettoyée (µg/m²/h)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	90-120min	120-150min	150-180min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)								
71-43-2	benzène	0,7	0,4	0,3	LQ	0,4	LQ	spécifique
108-88-3	toluène	0,5	LQ	LQ	LQ	LQ	LQ	spécifique
5131-66-8	1-butoxy-2-propanol	40,8	10,6	5,3	4,0	3,2	3,1	spécifique
110-93-0	6-méthyl-5-heptèn-2-one	0,9	0,3	LD	LD	LD	LD	équivalent toluène
124-18-5	décane	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1	spécifique
124-19-6	nonanal	1,1	1,1	0,4	0,9	0,8	1,0	spécifique
112-31-2	décanal	2,0	3,1	0,9	2,2	1,2	2,1	spécifique
-	COVT	22,0	13,8	1,6	LQ	LQ	0,6	équivalent toluène
-	COSV	LQ	6,3	4,4	3,1	2,2	2,6	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)								
50-00-0	formaldéhyde	5,2	1,8	1,0	1,3	0,9	1,1	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	2,8	0,8	0,7	0,5	0,5	0,5	spécifique
67-64-1	acétone	10,4	2,8	2,0	1,6	1,6	1,9	spécifique
123-38-6	propionaldéhyde	LQ	LQ	2,4	1,6	1,6	2,2	spécifique
100-52-7	benzaldéhyde	LQ	1,2	LQ	LQ	0,8	0,9	spécifique
529-20-4	o-tolualdéhyde	LQ	LQ	0,8	LQ	0,6	LQ	spécifique
620-23-5	m/p-tolualdéhyde	LQ	0,6	2,4	2,1	1,8	1,8	spécifique

4.2.3. Détergent de sols

Tableau 36 : Débits d'émission spécifiques par m² de surface nettoyée (µg/m²/h)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	90-120min	120-150min	150-180min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)								
71-43-2	benzène	0,8	0,3	0,9	LQ	LQ	LQ	spécifique
5131-66-8	1-butoxy-2-propanol	4,7	LD	LD	LD	LD	LD	équivalent toluène
110-98-5	dipropylèneglycol	14,0	10,3	2,7	2,0	1,4	1,6	équivalent toluène
5989-27-5	limonène	7,2	7,6	2,1	2,3	1,5	1,5	spécifique
18479-58-8	dihydromyrcénol	7,3	7,1	2,0	2,1	1,6	1,9	équivalent toluène
106-62-7	dipropylène glycol	3,8	3,4	0,8	0,9	0,8	0,4	équivalent toluène
124-19-6	nonanal	0,8	1,4	0,4	2,0	1,4	1,0	spécifique
112-40-3	dodécane	1,1	1,0	LQ	1,0	0,7	0,7	spécifique
-	COVT	63,4	41,3	17,6	26,2	10,3	23,6	équivalent toluène
-	COSV	4,1	12,1	1,8	4,3	3,0	4,7	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)								
50-00-0	formaldéhyde	5,9	1,6	0,6	0,6	0,8	LQ	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	2,3	1,1	0,8	0,8	0,8	LQ	spécifique
67-64-1	acétone	8,8	3,3	2,5	2,9	3,3	LQ	spécifique
123-38-6	propionaldéhyde	LQ	LQ	2,1	2,7	4,3	LQ	spécifique
100-52-7	benzaldéhyde	0,6	1,4	1,4	0,7	2,5	LQ	spécifique
590-86-3	isovaléraldéhyde	0,8	0,7	0,8	0,8	1,5	LQ	spécifique
620-23-5	m/p-tolualdéhyde	LQ	1,1	1,2	3,1	1,9	LQ	spécifique
66-25-1	hexaldéhyde	1,0	LQ	LQ	LQ	LQ	LQ	spécifique

5. ANALYSE DES DONNEES DE COMPOSITION : MATERIEL ET METHODES

Une analyse des données de composition avec les résultats d'essais d'émission a été effectuée, pour chaque fourniture scolaire et chaque produit d'entretien (hormis le décapant et l'émulsion pour sols, utilisés de façon successive). La méthode de recueil des données de composition ainsi que la sélection des informations considérées comme les plus pertinentes, dans le cadre de ce travail, est décrite ci-dessous.

5.1. RECUEIL DES DONNEES DE COMPOSITION

Les Centres antipoison et de toxicovigilance (CAPTV) de Nancy, Paris, Lyon et Lille ont extrait les données de composition à partir de la Base nationale des produits et compositions (BNPC) ou de Ciguë (base de données lilloise). A défaut, les Fiches de données de sécurité (FDS) ont été consultées.

Ces recherches ont été conduites entre septembre 2010 et septembre 2011.

5.2. CRITERES DE SELECTION DES DONNEES DE COMPOSITION ET D'EMISSION

L'analyse des données de composition et des résultats d'émission a été réalisée pour une sélection des informations disponibles, tant pour les essais d'émission que pour les données de composition disponibles.

5.2.1. Sélection des données de composition

Pour les fournitures scolaires et les produits d'entretien disposant de données de composition détaillées (hors FDS), seuls certains éléments entrant dans leurs formulations ont été sélectionnés et retranscrits dans cette étude. Les éléments suivants ont ainsi été retenus, quelle que soit leur concentration dans le produit :

- tout élément semi-volatile ou volatil présent dans la composition, pouvant ainsi potentiellement être émis dans l'air ;
- tout libérateur de formaldéhyde, permettant d'expliquer une émission de formaldéhyde ;
- toute substance CMR (cancérogène, mutagène, toxique pour la reproduction) ;
- toute substance sensibilisante.

L'application de ces critères permet également de garantir la confidentialité des données transmises par les industriels, en limitant la publication d'informations relatives à leurs formulations.

Pour les fournitures scolaires ne disposant d'aucune ou de peu de données de composition, toutes les informations disponibles ont été considérées (FDS, informations mentionnées sur l'emballage du produit).

5.2.2. Sélection des données d'émission

A partir des résultats d'essais d'émission réalisés par le CSTB (cf. chapitre 4), une analyse avec les données de composition a été réalisée : analyse qualitative pour les composés organiques volatils (COV) et les aldéhydes ; analyse quantitative pour les COV et les aldéhydes mesurés en étalon spécifique.

5.2.3. Présentation des résultats

Pour chacune des fournitures scolaires et produits d'entretien testés, des tableaux ont été proposés, mentionnant la liste des éléments de composition répondant aux critères du chapitre 5.2.1 d'une part, et la liste des substances détectées à l'émission d'autre part.

La source d'information ayant permis d'identifier les éléments de composition a également été indiquée.

6. ANALYSE DES DONNEES DE COMPOSITION : RESULTATS

6.1. BILAN DU RECUEIL DES DONNEES DE COMPOSITION

Sur les 23 fournitures scolaires et produits d'entretien testés dans cette étude, seules 15 compositions ont pu être obtenues : 11 compositions sur 19 pour les fournitures scolaires, et 4 compositions sur 4 pour les produits d'entretien. Parmi les 11 fournitures, 3 compositions proviennent de FDS seulement, dont 2 ont été transmises par le fabricant.

Toutefois, pour 2 des 11 fournitures pour lesquelles les données de composition ont été obtenues, les essais d'émission ont été réalisés sur des produits de même catégorie mais de coloris ou de marque différents (peinture acrylique et gouache liquide concentrée), les produits initialement recensés n'étant plus disponibles le jour de l'échantillonnage dans la salle de classe par l'équipe technique de l'OQAI.

Pour les 8 autres fournitures scolaires, aucune information n'a pu être trouvée pour les raisons suivantes : absence de réponse du fabricant, impossibilité d'identifier précisément le fabricant, impossibilité d'identifier précisément la référence de la fourniture testée.

6.2. ANALYSE POUR 9 FOURNITURES SCOLAIRES ET 4 PRODUITS D'ENTRETIEN

L'analyse des données d'émission et de composition a été réalisée pour les 9 fournitures et 4 produits d'entretien disposant de données détaillées de composition et pour lesquels les essais d'émissions ont été réalisés sur les produits initialement recensés.

Pour le décapant et l'émulsion pour sols, l'analyse a été réalisée à partir des essais d'émission de l'emploi successif de ces deux produits, conformément aux recommandations d'utilisation du fabricant.

6.2.1. Papier

Source d'information pour la composition : BNPC.

Données de composition	Données d'émission
Monopropylèneglycol	Benzène
Chlorure de (3-chloro-2-hydroxypropyl)triméthylammonium	Toluène
Chlorure de 2,3-époxypropyltriméthylammonium	2-Butoxyéthanol
Epichlorhydrine	Nonanal
Triéthanolamine (composé avec poly(oxyéthylène) tristyrylphényléther)	Décanal
2-bromo-2-nitropropane-1,3-diol (Bronopol)	Formaldéhyde
1,2-benzisothiazol-3(2H)-one, sel de sodium	Acétaldéhyde
	Acétone
	Propionaldéhyde
	Benzaldéhyde
	m/p-tolualdéhyde
	Hexaldéhyde

La pâte à papier représente 93 % des éléments en masse de la composition d'une feuille. Le fabricant n'a pas fourni d'informations détaillées sur les constituants de cette pâte à papier. Elle pourrait constituer une source de libération de formaldéhyde (conservateur), en plus du Bronopol déjà présent dans la formulation.

Les données de composition des feuilles de papier à grain indiquent la présence de différents colorants selon la teinte des feuilles, qui peuvent influencer les profils d'émission.

6.2.2. Gommettes

Source d'information pour la composition : BNPC.

Données de composition	Données d'émission
<u>Feuillet coloré</u> Laurate d'isopropyle Colophane polymérisée avec formaldéhyde, nonylphénol et pentaérythritol Ether monoéthylique du diéthylène glycol 2-Butoxyéthanol Colophane, polymère avec dicyclopentadiène, formaldéhyde et nonylphénol Butanamide, 2-[[[3,3-dichloro-4[[1-[[[(2,4-diméthylphényl)amino]carbonyl]-2-oxopropyl]azo] [1,1-biphen]]* 2,6-di-tert-butyl-p-crésol <u>Feuillet adhésif</u> Acide 2-propénoïque butyl ester, homopolymère Dibenzoate d'oxydiéthylène Ammoniaque 2-méthyl-4-isothiazolin-3-one (MIT) 1,2-benzisothiazole-3(2H)-one	1-Butanol Benzène Toluène Heptanal 6-Méthyl-5-heptèn-2-one Décane Octanal 2-Ethylhexanol Eucalyptol Undécane Nonanal Acétate de 2-éthylhexanol Menthol Formaldéhyde Acétaldéhyde Acétone Propionaldéhyde Crotonaldéhyde Butyraldéhyde Benzaldéhyde Isovaléraldéhyde Valéraldéhyde o-Tolualdéhyde m/p-Tolualdéhyde Hexaldéhyde

Les feuillets de couleur des gommettes contiennent des polymères du formaldéhyde, ce qui pourrait expliquer les émissions détectées.

Des émissions de 2-éthylhexanol sont détectées alors que cette substance n'est pas mentionnée dans la composition. La présence d'éthylhexanoate (bis(2-éthylhexanoate de cobalt dans l'encre des gommettes) pourrait peut-être expliquer cette émission (après réduction en 2-éthylhexanol).

Les essais d'émissions mettent en évidence la présence de certains COV caractéristiques de préparations parfumées, dont la présence pourrait résulter d'une contamination de l'échantillon dans la salle de classe, puisqu'ils n'apparaissent pas dans la composition du produit.

6.2.3. Peinture métallique

Source d'information pour la composition : FDS.

Données de composition	Données d'émission – Essai « A »	Données d'émission – Essai « B »
Pigment en dispersion propanediol 2-Amino-2-méthylpropanol Mélange de 5-chloro-2-méthyl-2H- isothiazol-3-one et 2-méthyl-2H- isothiazol-3-one	hexane 2-méthylpropanol benzène toluène 4-4-diméthylloxazolidine 2-butoxyéthanol aniline décane octanal 2-éthylhexanol undécane nonanal décanal formaldéhyde acétaldéhyde acétone butyraldéhyde benzaldéhyde valéraldéhyde m/p/o-tolualdéhyde hexaldéhyde	1-butanol benzène 1,2-propanediol toluène butylacétate éthylbenzène 2-méthyl, 3-hexanone n-butyl éther n-butyl propionate 2,2,4,6,6-pentaméthylheptane n-butyl butyrate 2-éthylhexanol nonanal formaldéhyde acétaldéhyde acétone propionaldéhyde butyraldéhyde benzaldéhyde isovaléraldéhyde valéraldéhyde m/p/o-tolualdéhyde hexaldéhyde

Le colorant jaune de la peinture est dispersé dans une solution de propanediol, ce qui peut expliquer les émissions de 1,2-propanediol.

Le propionaldéhyde est détecté en concentration significative durant l'essai « B-dessin » uniquement.

Les essais d'émissions mettent en évidence la présence de nombreux COV, qui n'apparaissent pas dans la composition fournie.

Le 2-amino-2-méthylpropanol présenté dans la composition ne peut être détecté par la technique analytique utilisée.

Enfin, les émissions de formaldéhyde détectées correspondent probablement aux émissions de la feuille de papier.

6.2.4. Gouache liquide

Source d'information pour la composition : BNPC.

Données de composition	Données d'émission – Essai « A »	Données d'émission – Essai « B »
3-hydroxy-4-[(4-méthyl-2-sulfonatophényl)azo]-2-naphtoate de calcium Hydroxypropyl-2, amidon Carboxyméthyléther d'amidon pré-gélatinisé -épichlorhydrine Phénoxyéthanol 5-chloro-2-méthyl-3(2H)-isothiazolinone et 2-méthyl-3(2H)-isothiazolinone	hexane 1-butanol benzène méthylisobutyrate méthylméthacrylate 1,3-diazine 1,2-propanediol toluène 4-méthyl-3-pentèn-2-one butyl acétate 4-heptanone n-butyléther n-butylpropionate 2-éthylhexanol nonanal formaldéhyde acétaldéhyde acétone propionaldéhyde benzaldéhyde isovaléraldéhyde valéraldéhyde m/p/o-tolualdéhyde	hexane 1-butanol benzène méthylisobutyrate 1,2-propanediol toluène 4,4-diméthylloxazolidine 2-butoxyéthanol n-butylpropionate aniline décane 2-éthylhexanol Benzyl alcool nonanal décanal formaldéhyde acétaldéhyde acétone propionaldéhyde crotonaldéhyde butyraldéhyde benzaldéhyde isovaléraldéhyde valéraldéhyde m/p/o-tolualdéhyde hexaldéhyde

Les données de composition ont été recueillies auprès du fabricant. Pour autant, la composition fournie ne peut être considérée comme exhaustive. En effet, la formulation fait état de présence d'amidon carboxyméthyle-épichlorhydrine qui signifie que le composé contient des résines époxy, non signalées par le fabricant.

Des émissions de 1-butanol sont observées pendant l'essai « A-peinture + papier », alors que les débits d'émissions spécifiques deviennent quasiment nuls pendant l'essai « B-dessin ».

Des émissions de 1,2-propanediol sont détectées et constantes pour les 2 scenarii alors qu'il n'y en a pas dans la composition.

Les émissions en formaldéhyde augmentent avec le temps pendant l'essai « A-peinture + papier », et sont plus élevées pendant l'essai « B-dessin » que pendant l'essai « A-peinture + papier ». Il n'y a pas d'explication d'après les données de composition mais la présence d'un libérateur de formaldéhyde dans la composition, non signalée par le fabricant, pourrait être envisagée.

Les émissions du propionaldéhyde mesurées pendant l'essai « B-dessin » sont plus élevées que pendant l'essai « A-peinture + papier ». Cela pourrait être lié à un effet d'étalement.

6.2.5. Colle liquide

Source d'information pour la composition : BNPC.

Données de composition	Données d'émission
2-bromo-2-nitropropane-1,3-diol (Bronopol) Acide acétique 5-chloro-2-méthyl-3(2H)-isothiazolone avec 2-méthyl-3(2H)-isothiazolone 1,2-benzisothiazole-3(2H)-one 2-méthyl-4-isothiazolin-3-one (MIT)	benzène toluène 2-butoxyéthanol 1-butoxy-2-propanol décane octanal 1-(2-méthoxypropoxy)-2-propanol 2-éthylhexanol nonanal décanal TXIB formaldéhyde acétaldéhyde acétone propionaldéhyde crotonaldéhyde butyraldéhyde benzaldéhyde valéraldéhyde m/p-tolualdéhyde hexaldéhyde 2,5-diméthylbenzaldéhyde

Les émissions de formaldéhyde peuvent s'expliquer par les données de composition. En effet, elles mentionnent la présence d'un libérateur de formaldéhyde (Bronopol). Les émissions en formaldéhyde lié au libérateur s'ajoutent ainsi aux émissions en formaldéhyde de la feuille de papier.

Des émissions de 2-butoxyéthanol sont détectées, alors que cette substance n'est pas indiquée dans la composition.

6.2.6. Feutre effaçable pour tableau

Source d'information pour la composition : FDS.

Données de composition	Données d'émission
Ethanol n-Propanol Isopropanol	éthyl acétate isopropyl acétate 1-butanol + benzène diéthyl acétate isopropénylacétone MIBK propionaldéhyde diacétal acétate de butyle alcane C8 alcool diacétone butyraldéhyde diacétal pentoxone inconnus 2-méthyl-2-(2-méthylpropyl)-1,3-dioxalane 3-hydroxy-3,5-diméthyl-2-hexanone dipropylèneglycol méthyléther dérivé furanone 1-(2-méthoxypropoxy)-2-propanol 2-éthylhexanol alcane C11 undécane dodécane méthyl caprylate éthyl caprylate isopropyl ester acide octanoïque formaldéhyde acétaldéhyde acétone propionaldéhyde butyraldéhyde valéraldéhyde m/p/o-tolualdéhyde hexaldéhyde

Les émissions élevées d'acétone, par rapport aux autres substances mesurées, peuvent s'expliquer par la présence d'isopropanol dans les feutres, l'acétone étant un produit d'oxydation de l'isopropanol. D'autres hypothèses sont possibles, sans que les données de composition ne permettent de les vérifier : présence d'acétone dans les feutres comme solvant pour les colorants, ou encore impuretés d'acétone dans les alcools techniques (propanol et éthanol).

Des émissions de nombreux COV ont été détectées, indiquant la présence de solvants dans la composition de l'encre de ces feutres mais non retrouvés dans les données de composition.

Les caprylates sont très rarement retrouvés à l'émission, et la composition du produit ne les mentionne pas.

La MIBK (méthylisobutylcétone) est également détectée à l'émission. Les données de composition fournies (reposant sur la FDS donnée par le fabricant) n'indiquent pas la présence de MIBK. Toutefois, il s'agit d'une substance présente dans l'air intérieur des classes disposant de tableaux pour feutres effaçables. Sa présence lors des essais d'émissions est donc cohérente avec les autres données de la littérature.

Les émissions en formaldéhyde correspondent probablement aux émissions en formaldéhyde de la feuille de papier.

6.2.7. Mini-pastels

Source d'information pour la composition : FDS.

Données de composition	Données d'émission
Aucun élément volatil d'après la FDS	benzène 1-méthoxy-2-propanol toluène heptanal octanal nonanal dodécane formaldéhyde acétaldéhyde acétone benzaldéhyde valéraldéhyde m/p-tolualdéhyde hexaldéhyde

Bien que la composition du produit ne mentionne aucun composé volatil (FDS transmise par le fabricant), les mesures montrent que l'utilisation des mini-pastels se traduit par l'émission d'un certain nombre de composés volatils.

Les émissions en formaldéhyde correspondent probablement aux émissions en formaldéhyde de la feuille de papier.

6.2.8. Pâte à modeler

Source d'information pour la composition : BNPC.

Données de composition	Données d'émission
Alcools isodécylpolyéthoxylés Huile minérale blanche officinale Préparation parfumante	benzène pentanol heptanal heptanol octanal 3-octanone 2-octéanal octanol nonanal décanal 3-carène 2-décéanal alcane C13 et >C16 formaldéhyde acétaldéhyde acétone propionaldéhyde butyraldéhyde benzaldéhyde isovaléraldéhyde valéraldéhyde m/p-tolualdéhyde hexaldéhyde

Le fabricant précise que la pâte à modeler est « sans farine de blé ». Or les données de composition transmises par le fabricant indiquent la présence d'amidon de blé. Cette discordance peut provenir d'une erreur de traduction du terme « corn » pour « maïs », ou d'une erreur dans les données transmises par l'industriel. L'absence d'amidon de blé dans les pâtes à modeler vise à prévenir de possibles allergies alimentaires.

De nombreux aldéhydes sont émis par la pâte à modeler. Les données de composition indiquent la présence d'un odorisant / préparation parfumante à usage professionnel, sans plus de précisions. La composition de cette préparation parfumante pourrait être à l'origine des émissions en aldéhydes.

6.2.9. Peinture vitrail

Source d'information pour la composition : BNPC.

Données de composition	Données d'émission – Essai « A »	Données d'émission – Essai « B »
Résine alcool-polyvinylique Méthanol Acétate de soude Acétate de méthyle Benzylhémiformal	2-butanone méthylortho acétate 2-méthyl-1-nitropropane tetrahydrofurane 2-méthyl-1,3-dioxolane isopropylester acide acétique méthyl, éthyl, acétyl-acétaldéhyde cyclohexane diéthoxy-méthane 2-propénylacétate éthylpropionate 2-propylacétate diéthylacétal, acétaldéhyde MIBK toluène 2-butylacétate 2-méthoxyéthanol acétate d'éthyle nonanal benzène formaldéhyde acétaldéhyde acétone propionaldéhyde crotonaldéhyde butyraldéhyde valéraldéhyde m/p/o-tolualdéhyde hexaldéhyde	2-butanone alcane C7 acide méthancarbothiolique 1-butanol 2-propénylacétate éthylpropionate 2-propylacétate alcool diéthylacétal, acétaldéhyde MIBK toluène 2-butylacétate 2-méthoxyéthanol acétate d'éthyle nonanal benzène formaldéhyde acétaldéhyde acétone propionaldéhyde crotonaldéhyde butyraldéhyde benzaldéhyde isovaléraldéhyde valéraldéhyde m/p/o-tolualdéhyde hexaldéhyde 2,5-diméthylbenzaldéhyde

Pour cette peinture, de nombreux COV et aldéhydes ont été détectés lors des essais d'émissions. Pour certains aldéhydes, les débits d'émission sont plus élevés que ceux des autres substances (cas du formaldéhyde, de l'acétaldéhyde et de l'acétone).

Les émissions en formaldéhyde sont plus élevées pendant l'essai « B-dessin » que pendant l'essai « A-peinture + verre ». L'effet d'étalement et la présence d'un libérateur de formaldéhyde (benzylhémiformal) dans la composition, pourraient expliquer ce profil d'émission.

Les émissions d'acétaldéhyde augmentent pendant l'essai « A-peinture + verre » et sont plus élevées que celles mesurées pendant l'essai « B-dessin ». Par ailleurs, les émissions en acétaldéhyde diminuent avec le temps pendant l'essai « B-dessin », ce qui pourrait s'expliquer par le séchage de la peinture vitrail sur le verre.

Les émissions d'acétone sont plus élevées pendant l'essai « A-peinture + verre » que pendant l'essai « B-dessin ». Par ailleurs, les émissions en acétone diminuent avec le temps pendant l'essai « B-dessin », ce qui pourrait s'expliquer par le séchage de la peinture vitrail sur le verre.

Enfin, un plus grand nombre d'aldéhydes est émis pendant l'essai « B-dessin », ce qui pourrait s'expliquer par l'étalement de la peinture.

Le méthanol et l'éthanol ne sont pas détectables avec les techniques analytiques utilisées lors des essais d'émissions. Un nombre important de COV émis est mis en évidence lors des essais d'émissions, alors que le fabricant ne mentionne pas la présence de solvants dans sa composition.

Pour expliquer ces incohérences, soit l'exactitude de la formulation transmise par le fabricant peut être mise en doute, soit la référence commerciale de la peinture vitrail testée ne correspond pas à celle recherchée pour la composition.

6.2.10. Décapant et émulsion pour sols

Source d'information pour la composition : BNPC.

Données de composition	Données d'émission – Essai « A »	Données d'émission – Essai « B »
<u>Décapant</u>	benzène	benzène
2-Butoxyéthanol	n,n-diméthylaminoéthanol	n,n-diméthylaminoéthanol
Monoéthanolamine	3-méthylloxazolidine	3-méthylloxazolidine
<u>Emulsion</u>	toluène	1,2-propanediol
Polyuréthane	éthylbenzène	toluène
2-diméthylamino-éthanol	m-xylène	éthylbenzène
Copolymère éthylénique	p-xylène	m-xylène
Ether monoéthylique du diéthylène glycol	n-butyléther	o-xylène
Phosphate de tris(2-butoxyéthyle)	o-xylène	2-butoxyéthanol
Ether méthylique du dipropylène glycol	2-butoxyéthanol	dipropylène glycol méthyl éther (1)
Phosphate de triisobutyle	propylbenzène	dipropylène glycol méthyl éther (2)
Polymères fluorés dans un solvant composé d'isopropanol	dipropylène glycol méthyl éther (1)	triéthylène glycol monoéthyl éther
	dipropylène glycol méthyl éther (2)	tétraéthylène glycol diéthyl éther
	triéthylène glycol monoéthyl éther	éther de glycol
	tétraéthylène glycol diéthyl éther	2-(2-méthoxypropoxy)-1-propanol (1)
	éther de glycol	2-(2-méthoxypropoxy)-1-propanol (2)
	2-(2-méthoxypropoxy)-1-propanol (1)	2-éthylhexanol
	2-(2-méthoxypropoxy)-1-propanol (2)	m-pyrol
	m-pyrol	2-phénoxyéthanol
	nonanal	dérivé de l'acide phosphorique
	décanal	formaldéhyde
	dérivé acide phosphorique	acétaldéhyde
	formaldéhyde	acétone
	acétaldéhyde	o-tolualdéhyde
	acétone	hexaldéhyde
	propionaldéhyde	
	o-tolualdéhyde	

Des émissions de 2-butoxyéthanol sont détectées, ce qui est cohérent avec les données de composition qui mentionnent la présence de cette substance.

De nombreux éthers de glycol sont émis après application des deux produits, notamment le tétraéthylèneglycol diéthyléther. Or les données de composition du décapant n'indiquent pas la présence d'autres éthers de glycol que le 2-butoxyéthanol. L'émulsion contient des éthers de glycol qui ne sont pas retrouvés lors des essais d'émission (éther monoéthylique du diéthylène glycol).

D'après les essais d'émission, les débits d'émissions spécifiques sont plus faibles à J+7 qu'après application immédiate des 2 produits, ce qui peut s'expliquer par le séchage du produit. Seul le 2-butoxyéthanol est toujours émis à des débits constants, même à J+7.

6.2.11. Détergent vitres et surfaces

Source d'information pour la composition : BNPC.

Données de composition	Données d'émission
1,2-propylène glycol 1-monobutyl éther Ethanol	benzène toluène 1-butoxy-2-propanol 6-méthyl-5-heptèn-2-one décane nonanal décanal formaldéhyde acétaldéhyde acétone propionaldéhyde benzaldéhyde m/p/o-tolualdéhyde

L'éthanol ne peut être détecté par la technique analytique utilisée lors des essais d'émissions.

Le nombre de COV émis par ce produit est faible, relativement aux profils d'émission des autres produits d'entretien testés.

Des émissions de 1-butoxy-2-propanol sont détectées, ce qui est cohérent avec les données de composition, indiquant la présence de 1,2-propylèneglycol-1-monobutyléther.

Des émissions d'acétone sont détectées, sans explication d'après les données de composition. Il pourrait s'agir d'impuretés d'acétone dans les alcools techniques (propanol et éthanol), ou de sa présence non déclarée par le fabricant en tant que solvant.

Enfin, des émissions de formaldéhyde et de propionaldéhyde sont mises en évidence.

6.2.12. Détergent de sols

Source d'information pour la composition : BNPC.

Données de composition	Données d'émission
Ethylène glycol Octanal Nonanal 3,3-diméthyl-8,9-dinorbornane-2-ol 3,7-diméthyl-6-ènenitrile Acétate de géranyle 3,7-diméthyl-2,6-octadièn-1-ol 3,7-diméthyl-2,6-octadièn-1-ol, cis 3,7-diméthyl-2,6-octadiénal 3,7-diméthyl-6-octénal Isocyclocitral 2,4-diméthylcyclohex-3-ène-1-carbaldéhyde Extrait de <i>Citrus aurantium dulcis</i> Dec-9-ène-1-ol 2,6-diméthyl-7-ène-2-ol 1,1'-oxydipropane-2-ol Menthadiène 6-octénal	benzène 1-butoxy-2-propanol dipropylèneglycol limonène dihydromyrcénol dipropylèneglycol nonanal dodécane formaldéhyde acétaldéhyde acétone propionaldéhyde benzaldéhyde isovaléraldéhyde m/p-tolualdéhyde hexaldéhyde

De nombreux COV sont indiqués dans la formulation et ne sont pas retrouvés lors des essais d'émission, mis à part le limonène (substances parfumantes : géraniol, nérol, citral, etc., entrant dans la composition du parfum citron vert, indiqué sur l'emballage du produit). Il est à noter que ces composés sont des sensibilisants cutanés.

6.3. ANALYSE PLUS SUCCINCTE POUR 10 FOURNITURES SCOLAIRES

Pour 8 fournitures scolaires, aucune donnée de composition n'a pu être obtenue, tant auprès des fabricants que de la consultation des FDS. En l'absence de ces données, les informations figurant sur l'emballage du produit (informations fournies par le CSTB lors de l'échantillonnage des fournitures scolaires, cf. chapitre 1) ont été prises en compte.

Enfin, pour 2 fournitures, les essais d'émissions ont été réalisés sur des produits différents de ceux initialement recensés car ils n'étaient plus disponibles dans la salle de classe lors de l'échantillonnage : la gouache liquide concentrée et la peinture acrylique.

6.3.1. Pinceau

Les émissions du pinceau mettent en évidence la présence d'acétone et de 2-éthylhexanol, probablement lié au procédé de fabrication, et en particulier pour l'acétone, aux phases finales de nettoyage avant conditionnement dans l'emballage commercial.

6.3.2. Gouache liquide concentrée

De nombreux COV caractéristiques de préparations parfumées (eucalyptol, cinéole, terpinéols, limonène par exemple) sont émis pendant l'essai « A-peinture + papier », alors que les indications du fabricant ne précisent pas l'existence d'un parfum dans la gouache.

Les émissions de formaldéhyde, en plus de celles attribuables à la feuille de papier, pourraient s'expliquer par la présence de formaldéhyde ou d'un libérateur dans la composition.

6.3.3. Encre de Chine

Les essais d'émissions mettent en évidence la présence de nombreux composés volatils (acétone, alcanes), suggérant la présence, entre autre, de solvants dans la composition, alors que l'indication « sans solvants » figure sur l'emballage du produit. De plus, la présence de 1,2-dihydroxyanthraquinone (alizarine – pigment noir) est précisée par le fabricant.

Les émissions en formaldéhyde pourraient être expliquées par la présence d'un libérateur de formaldéhyde dans l'encre de Chine.

6.3.4. Peinture acrylique

Des éthers de glycol sont détectés et mesurés à l'émission, pouvant s'expliquer par leur présence dans la composition sans pouvoir le vérifier.

Enfin, les émissions de formaldéhyde, en plus de celles attribuables à la feuille de papier, pourraient s'expliquer par la présence de formaldéhyde ou d'un libérateur dans la composition de la peinture.

6.3.5. Marqueur T-shirt

Les émissions en COV sont quasiment absentes, ce qui peut être cohérent avec l'indication sur l'emballage du marqueur « Sans solvants ».

6.3.6. Tampon encreur

Les essais d'émissions mettent en évidence la présence de COV caractéristiques de préparations parfumantes, dont la présence dans cette fourniture scolaire reste à démontrer.

6.3.7. Ruban adhésif

Les essais d'émissions mettent en évidence la présence de COV caractéristiques de préparations parfumantes, dont la présence dans cette fourniture scolaire reste à démontrer.

Des émissions de formaldéhyde sont également détectées, pouvant être expliquées soit par les émissions à partir de la feuille de papier, soit à partir de la préparation adhésive du ruban.

6.3.8. Crayon feutre effaçable

Aucune information de composition n'est précisée sur le produit.

Des émissions de 1-butanol ont été mises en évidence lors de l'utilisation de ce crayon feutre effaçable. L'hypothèse de la présence de ce solvant dans l'encre des feutres peut être avancée.

Des émissions en formaldéhyde ont été détectées, qui pourraient être liées aux émissions à partir de la feuille de papier.

6.3.9. Feutre or

Aucune information de composition n'est précisée sur le produit.

Les essais d'émissions mettent en évidence, entre autre, la présence d'éthylcyclohexane lors de l'utilisation du feutre couleur or. L'hypothèse de la présence de ce solvant dans l'encre des feutres peut être avancée.

Des émissions en formaldéhyde ont été détectées, qui pourraient être liées aux émissions à partir de la feuille de papier.

6.3.10. Pastel gras

Des émissions en formaldéhyde ont été détectées, qui pourraient être liées aux émissions à partir de la feuille de papier.

7. DISCUSSION SUR LES RELATIONS EMISSIONS – COMPOSITION

7.1. LIMITES

Comme indiqué dans le chapitre 3.1, les produits et fournitures testés ont été échantillonnés dans la salle de classe et ne correspondaient pas à des produits neufs. Ainsi, ils ont pu être utilisés et reconditionnés avant leurs prélèvements pour analyse, ce qui a pu entraîner des contaminations extérieures. De plus, les conditions de stockage de ces produits à l'école n'étant pas maîtrisées, des contaminations croisées ont pu également être possibles. En outre, les résultats de cette étude exploratoire ne sont en aucun cas représentatifs de l'ensemble des fournitures scolaires et produits d'entretien utilisés dans les classes maternelles de France.

L'un des objectifs de cette étude était de mettre en perspective les résultats des tests d'émission avec les données de composition recueillies par les CAPTV. Cependant, une analyse comparative entre les données de composition et les mesures d'émission n'a pu être appliquée dans cette étude. Il faut noter que les données de composition et d'émission fournissent des informations différentes et sont donc complémentaires. En effet, les données de composition renseignent sur les dangers potentiels liés à l'utilisation des produits (par inhalation, ingestion ou contact cutané), alors les données d'émission documentent la contribution de l'utilisation de ces produits à la dégradation de la qualité de l'air intérieur. La différence entre données de composition et données d'émissions, déjà montrée lors de l'expertise de l'Anses sur le formaldéhyde (Afsset, 2009), s'explique pour de nombreuses raisons.

Concernant les données de composition :

- l'identification précise du produit est un pré requis nécessaire pour l'utilisation des données de la BNPC ;
- les limites d'accès aux formulations sont liées à la non-obligation de déclaration des compositions des articles¹, ce qui n'est pas le cas pour les mélanges². Ainsi, en l'absence d'obligation réglementaire, les fabricants ne sont tenus ni de déclarer les compositions de leurs articles, ni de les étiqueter ;
- pour certaines fournitures comme les gommettes, il a été difficile d'identifier les interlocuteurs, soit parce que la composition de ces fournitures associe deux feuillets de papier produits par des sociétés différentes (un feuillet adhésif et un feuillet de couleur), soit parce qu'elle contient des préparations incluses (« *mixtures in mixtures* »), provenant de sous-traitants qui ne transmettent pas les informations sur leurs compositions exactes ;
- en l'absence de réponse du fabricant, la consultation par défaut des fiches de données de sécurité n'apporte pas d'informations exhaustives sur la composition de l'article ou du produit. De plus, lorsque des données sont fournies, les concentrations associées sont indiquées sous la forme d'un intervalle de concentration peu précis. En deçà d'un seuil de concentration, il n'est pas demandé de mentionner la présence de la substance. Enfin, ces fiches ne sont pas toutes de qualité équivalente.

¹ Un article est un objet auquel sont donné, au cours du processus de fabrication, une forme, une surface ou un dessin particuliers qui sont plus déterminants pour sa fonction que sa composition chimique (rectificatif au règlement (CE) n°1907/2006 du Parlement européen et du Conseil du 18 décembre 2006, article 3, paragraphe 3).

² Un mélange correspond à une solution constituée de deux substances ou plus (règlement (CE) n°1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008). Ce terme a le même sens que le terme « préparation » précédemment utilisé dans la législation communautaire (règlement (CE) n°1907/2006 du Parlement européen et du Conseil du 18 décembre 2006).

Concernant les essais d'émission :

- la méthode utilisée est spécifique aux matériaux et produits de construction. Ainsi, les types de polluants émis par les fournitures scolaires et les produits d'entretien peuvent être différents de ceux émis par les produits de construction, ciblés par les normes associées. C'est notamment le cas pour les composés organiques très volatils et semi-volatils pour lesquels la norme NF ISO 16000-6 n'est pas optimisée. Par conséquent, certaines substances déclarées dans la composition ne pouvaient pas être identifiées par les techniques analytiques utilisées ;
- des contaminations croisées des produits lors de leur stockage et utilisation préalable dans l'école en amont de l'échantillonnage ont pu faire apparaître à l'émission des composés non présents initialement dans la composition du produit neuf (exemple des gommettes) ;
- les phénomènes de réactivité chimique donnent naissance à des composés secondaires, non présents dans la composition du produit mais mesurés à l'émission.

7.2. PERSPECTIVES

Cette étude exploratoire a permis d'identifier des axes d'amélioration méthodologique et analytique, dans l'objectif de poursuivre les travaux dans ce domaine :

- Le recueil des données de composition devrait être réalisé avant la réalisation des essais d'émission. En effet, en fonction des composés déclarés être présents dans la formulation, les méthodes analytiques employées pour caractériser les émissions pourraient être adaptées afin de rechercher certains types de composés pouvant être retrouvés à l'émission ;
- Le développement de méthodes analytiques adaptées aux composés organiques très volatils et semi-volatils est nécessaire, car pour l'heure les méthodes recommandées dans la norme NF ISO 16000-6 ne permettent pas l'identification de tels composés ;
- Concernant les fournitures scolaires, des scénarii d'émission adaptés à ce type d'article devraient être proposés afin que les paramètres des protocoles d'essais d'émission soient pertinents avec leurs usages en conditions réelles.

8. CONCLUSION

Cette étude avait pour objectif de fournir de premières données sur les émissions dans l'air de composés organiques volatils par les fournitures scolaires et les produits d'entretien. Les résultats obtenus ne sont pas représentatifs des émissions de l'ensemble des produits des mêmes types que ceux testés, tout comme les fournitures scolaires et produits d'entretien recensés dans une école ne sont pas à l'image des produits présents dans toutes les écoles françaises. En tout état de cause, cette première étude exploratoire a fourni des éclairages intéressants sur les émissions à partir de quelques fournitures scolaires et produits d'entretien aux concentrations de certains COV dans l'air intérieur des classes.

Les résultats des essais d'émission montrent que de nombreux COV sont émis lors de l'utilisation de produits liés aux activités scolaires et qu'ils sont très variés. Pour quelques produits, certaines substances détectées n'ont pu être identifiées avec précision, puisqu'elles ne figuraient pas dans les bibliothèques internationales de recherche. Des émissions de benzène et d'hexane ont été mesurées à des niveaux plus faibles que celles d'autres COV : n-butanol, propylène glycol, 2-éthylhexanol, 2-butoxyéthanol, méthylisobutylcétone (MIBK), par exemple. Certaines fournitures scolaires testées, comme la peinture acrylique, l'encre de Chine, le feutre effaçable à sec, la gouache liquide et la peinture vitrail, ont attiré l'attention car les émissions de certains COV et/ou aldéhydes étaient significativement plus élevées que pour les autres produits testés.

Pour le volet « étude des compositions », les données de 8 produits sur les 23 testés ne sont pas disponibles (absence de réponse des fabricants ou difficulté à identifier les interlocuteurs). En l'absence de réponse du fabricant, la consultation des fiches de données de sécurité peut permettre d'apporter des éléments d'information sur la composition. Toutefois ces fiches n'apportent pas d'informations exhaustives sur la composition de l'article ou du produit, et ne sont pas toutes de qualité équivalente. Il est donc aujourd'hui nécessaire d'améliorer l'accès à l'information relative aux compositions des produits susceptibles d'émettre des substances chimiques dans les environnements intérieurs.

L'absence de formaldéhyde ou de libérateurs de formaldéhyde dans les produits, tandis que des débits d'émissions spécifiques ont pu être déterminés pour le formaldéhyde, confirme la réactivité chimique entre les substances émises, qui conduit à former des composés secondaires parmi lesquels on trouve le formaldéhyde.

L'analyse des compositions a montré la présence très fréquente d'isothiazolinones dans les fournitures scolaires, non détectées dans les émissions au cours de cette étude. Ces substances sont des sensibilisants cutanés potentiellement responsables d'allergies cutanées chez les jeunes enfants. Utilisées comme conservateurs dans de nombreux produits présents dans l'environnement des jeunes enfants, la survenue de manifestations allergiques cutanées peut être facilitée par l'utilisation simultanée de plusieurs produits en contenant. Il conviendrait d'évaluer les risques associés à la présence d'isothiazolinones dans des produits manipulés de façon habituelle en milieu scolaire. Concernant les produits d'entretien, d'une façon générale, il convient d'attirer l'attention sur leur utilisation par les agents techniques en charge de l'entretien dans les écoles, en raison de la présence de sensibilisants cutanés dans la formulation (port de gants).

Cette étude fournit un premier éclairage sur quelques fournitures scolaires et produits d'entretien. Elle appelle à la poursuite des travaux dans ce domaine tant pour la réalisation de protocoles d'essais d'émission adaptés aux fournitures scolaires et produits d'entretien, qu'à l'accès *a priori* à des données de composition actualisées et exhaustives.

9. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Afsset). Mai 2009, Evaluation des risques sanitaires liés à la présence de formaldéhyde dans les environnements intérieurs et extérieurs. Etude de filières. Risques professionnels. Relation entre composition et émission.

Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Afsset). Juin 2009, Procédure de qualification des émissions de composés organiques volatils par les matériaux de construction et produits de décoration.

De Groot A, Flyvholm MA, Lensen G, Menné T, Coenraads PJ. 2009, Formaldehyde-releasers: relationship to formaldehyde contact allergy. Contact allergy to formaldehyde and inventory of formaldehyde-releasers. Contact Dermatitis, 61:63-85

Environmental Working Group (EWG). 2009, Greener school cleaning supplies: Fresh Air + Healthier Kids New Research Links School Air Quality to School Cleaning Supplies, Environmental Working Group

Hansen P, Tønning K, Malmgren-Hansen B and Jacobsen E. 2008, Survey and health assessment of chemical substances in hobby products for children. Survey of chemical substances in consumer products, Danish Technological Institute

Kataoka H, Ohashi Y, Mamiya T, Nami K, Saito K, Ohcho K et Takigawa T. 2012, Indoor Air Monitoring of Volatile Organic Compounds and Evaluation of Their Emission from Various Building Materials and Common Products by Gas Chromatography-Mass Spectrometry. Advanced Gas Chromatography - Progress in Agricultural, Biomedical and Industrial Applications, Intech: 162-184

Kireche M, Gimenez-Arnau E, Lepoittevin JP. 2010, Preservatives in cosmetics: reactivity of allergenic formaldehyde-releasers towards amino acids through breakdown products other than formaldehyde. Contact Dermatitis, 63:192-202

Laurent A.-M. 2005, Bilan de la qualité de l'air dans 10 écoles parisiennes. Paris, Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris

Maupetit F et Squinazi F. 2009, Caractérisation des émissions de benzène et de formaldéhyde lors de la combustion d'encens et de bougies d'intérieur : élaboration de scénarios d'exposition et conseils d'utilisation. Environnement, Risques & Santé, 8, 109-118

Mikkelsen S, Havelund S, Mogensen A and Stuer-Lauridsen F. 2005, Survey and assessment of chemical substances in glass and porcelain colours. Survey of chemical substances in consumer products, COWI

Nilson N and Staal Jensen M. 2003, Survey and assessment of chemical substances in hobby adhesives. Survey of chemical substances in consumer products, Danish Technological Institute-Centre for Environment and Waste

Norme ASTM D 4326, Standard Practice for Labeling Art Materials for Chronic health Hazards

Norme NF EN 71-1, Sécurité des jouets. Partie 1 : Propriétés mécaniques et physiques

Norme NF EN 71-2, Sécurité des jouets. Partie 2 : Inflammabilité

Norme NF EN 71-3, Sécurité des jouets. Partie 3 : Migration de certains éléments

Norme NF ISO 16000-3, Air intérieur – Partie 3 : Dosage du formaldéhyde et d'autres composés carbonylés – Méthode par échantillonnage actif

Norme NF ISO 16000-6, Air intérieur – Partie 6 : Dosage des composés organiques volatils dans l'air intérieur et enceintes d'essai par échantillonnage actif sur le sorbant Tenax TA®, désorption thermique et chromatographie en phase gazeuse utilisant MS/FID

Norme NF EN ISO 16000-9, Air intérieur – Partie 9 : Dosage de l'émission de composés organiques volatils de produits de construction et d'objets d'équipement – Méthode de la chambre d'essai d'émission

Norme NF EN ISO 16000-11, Air intérieur – Partie 11 : Dosage de l'émission de composés organiques volatils de produits de construction et d'objets d'équipement – Echantillonnage, conservation des échantillons et préparation d'échantillons pour essais

Pors J and Fuhlendorff R. 2003, Mapping of chemicals substances in air fresheners and other fragrance liberating products. Survey of chemical substances in consumer products

Projet définitif FprCEN/TS 16516, Produits de construction – Détermination des émissions de substances dangereuses – Détermination des émissions dans l'air intérieur (CEN, janvier 2013)

Rastogi S. 2002, Contents of selected fragrance materials in cleaning products and other consumer products. Survey of chemicals compounds in consumer products, National Environmental Research Institute

Solal C, Rousselle C, Mandin C, Manel J, Maupetit F. 2008, VOCs and formaldehyde emissions from cleaning products and air fresheners, Proceedings of the Indoor Air 2008 International Conference, 17-22 August 2008, Copenhagen, Denmark, paper ID 183.

10. ANNEXE

Dans cette annexe, sont présentés les débits d'émissions massiques par quantité de produit appliquée pour les essais « B » des produits liquides.

Les quantités de produit appliquées au cours de ces essais et les taux de ventilation spécifiques associés, utilisés pour déterminer les débits d'émissions massiques sont présentés dans le Tableau 37.

Tableau 37 : Paramètres d'essais et taux de ventilation spécifiques (2)

Référence Laboratoire	Désignation	Masse de produit appliquée (g)	Taux de ventilation spécifique
FRN-3B	peinture métallique acrylique	3,3	0,04
FRN-4B	gouache liquide	2,6	0,05
FRN-5B	gouache liquide concentrée	3,0	0,04
FRN-6B	encre de Chine	2,3	0,05
FRN-7B	peinture acrylique	6,6	0,02
FRN-18B	peinture vitrail	2,7	0,04

Tableau 38 : Débits d'émission spécifiques par g de peinture appliquée « essai B » ($\mu\text{g/g/h}$)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	90-120min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-9)						
71-36-3	1-butanol	8,3	6,1	4,2	2,9	spécifique
71-43-2	benzène	LQ	LQ	LQ	LQ	spécifique
57-55-6	1,2-propanediol	52,7	23,9	22,0	17,4	spécifique
108-88-3	toluène	LQ	LQ	LQ	LQ	spécifique
123-86-4	butyl acétate	0,6	0,5	0,4	0,3	spécifique
100-41-4	éthylbenzène	0,1	0,1	0,1	LQ	spécifique
7379-12-6	2-méthyl, 3-hexanone	0,2	0,2	0,1	0,1	équivalent toluène
142-96-1	n-butyl éther	2,2	2,6	2,1	1,6	spécifique
590-01-2	n-butyl propionate	2,1	2,1	1,6	1,2	spécifique
13475-82-6	2,2,4,6,6,-pentaméthylheptane	0,1	0,1	0,1	0,1	spécifique
109-21-7	n-butyl butyrate	0,1	0,1	0,1	LQ	équivalent toluène
104-76-7	2-éthylhexanol	0,1	0,1	LQ	LQ	spécifique
124-19-6	nonanal	0,1	LQ	LQ	LQ	spécifique
-	COVT	18,6	11,4	9,2	7,0	équivalent toluène
-	COSV	0,4	LQ	0,2	0,2	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)						
50-00-0	formaldéhyde	0,5	0,6	0,6	0,5	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	0,3	0,3	0,2	0,2	spécifique
67-64-1	acétone	3,8	1,8	0,8	0,5	spécifique
123-38-6	propionaldéhyde	0,9	0,1	1,4	0,9	spécifique
123-72-8	butyraldéhyde	0,1	LQ	LQ	LQ	spécifique
100-52-7	benzaldéhyde	0,2	0,1	0,1	0,1	spécifique
590-86-3	isovaléraldéhyde	0,1	0,1	LQ	LQ	spécifique
110-62-3	valéraldéhyde	0,1	0,1	LQ	0,1	spécifique
529-20-4	o-tolualdéhyde	0,1	LQ	LQ	LQ	spécifique
620-23-5	m/p-tolualdéhyde	0,1	0,1	0,1	LQ	spécifique
66-25-1	hexaldéhyde	LQ	LQ	0,1	0,1	spécifique

Tableau 39 : Débits d'émission spécifiques par g de gouache appliquée « essai B » (µg/g/h)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	90-120min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-9)						
110-54-3	hexane	0,1	LQ	LD	LD	spécifique
-	benzène + 1-butanol	0,2	0,2	0,2	0,2	équivalent toluène
547-63-7	méthyl isobutyrate	LQ	0,1	LQ	0,1	équivalent toluène
57-55-6	1,2-propanediol	25,1	34,7	27,7	28,2	spécifique
108-88-3	toluène	LQ	LQ	LQ	LQ	spécifique
51200-87-4	4,4-diméthylloxazolidine	0,2	0,1	0,1	LQ	équivalent toluène
111-76-2	2-butoxyéthanol	1,7	2,1	1,1	0,6	spécifique
590-01-2	n-butyl propionate	LD	LD	LD	LD	équivalent toluène
62-53-3	aniline	0,1	0,1	LQ	LQ	équivalent toluène
124-18-5	décane	0,2	0,3	0,2	0,1	spécifique
104-76-7	2-éthylhexanol	0,1	0,2	0,1	0,1	spécifique
100-51-6	benzyl alcool	0,2	0,4	0,2	0,1	spécifique
43,9min	inconnu	0,4	1,0	0,9	0,7	équivalent toluène
124-19-6	nonanal	0,2	0,2	0,1	0,1	spécifique
112-31-2	décanal	0,3	0,1	0,2	0,2	spécifique
-	COVT	7,5	10,5	7,9	7,1	équivalent toluène
-	COSV	0,3	0,1	LQ	0,1	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)						
50-00-0	formaldéhyde	623,9	374,1	301,5	266,4	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	3,6	2,8	2,8	2,2	spécifique
67-64-1	acétone	145,9	45,5	17,7	9,2	spécifique
123-38-6	propionaldéhyde	270,9	226,2	124,4	35,7	spécifique
4170-30-3	crotonaldéhyde	1,7	1,5	0,9	0,3	spécifique
123-72-8	butyraldéhyde	7,2	5,0	3,0	0,8	spécifique
100-52-7	benzaldéhyde	LQ	1,4	1,3	LQ	spécifique
590-86-3	isovaléraldéhyde	0,8	1,6	2,3	1,4	spécifique
110-62-3	valéraldéhyde	0,5	1,8	2,4	0,6	spécifique
529-20-4	o-tolualdéhyde	LQ	2,9	1,9	0,8	spécifique
620-23-5	m/p-tolualdéhyde	LQ	6,5	7,3	3,3	spécifique
66-25-1	hexaldéhyde	1,5	2,8	2,3	2,0	spécifique

Tableau 40 : Débits d'émission spécifiques par g de gouache appliquée « essai B » ($\mu\text{g/g/h}$)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	90-120min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-9)						
71-43-2	benzène	0,1	0,1	0,1	<0,1	spécifique
107-98-2	1-méthoxy-2-propanol	2,6	1,5	0,8	0,4	équivalent toluène
57-55-6	1,2-propanediol	10,9	13,0	9,7	9,2	spécifique
108-88-3	toluène	0,1	0,1	<0,1	<0,1	spécifique
111-75-2	2-butoxyéthanol	3,0	2,8	1,3	0,8	spécifique
100-52-7	benzaldéhyde	0,2	0,1	0,1	0,1	spécifique
124-18-5	décane	0,3	0,3	0,2	0,1	spécifique
13429-07-7	1-(2-méthoxypropoxy)-2-propanol	0,2	0,2	0,1	<0,1	équivalent toluène
104-76-7	2-éthylhexanol	0,2	0,2	0,1	0,1	spécifique
100-51-6	benzyl alcool	0,3	0,2	0,2	0,1	spécifique
1120-21-4	undécane	0,1	0,1	<0,1	<0,1	spécifique
124-19-6	nonanal	0,3	0,2	0,2	0,1	spécifique
586-82-3	1-terpinéol	0,1	0,1	<0,1	<0,1	équivalent toluène
138-87-4	béta-terpinéol	0,3	0,2	0,1	0,1	équivalent toluène
112-40-3	dodécane	0,2	0,1	0,1	<0,1	spécifique
98-55-5	alpha-terpinéol	0,3	0,3	0,3	0,2	équivalent toluène
629-51-1	tridécane	0,1	0,1	<0,1	<0,1	spécifique
-	COVT	9,5	7,8	4,9	3,2	équivalent toluène
-	COSV	0,3	0,4	0,1	0,2	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)						
50-00-0	formaldéhyde	1,5	1,7	1,5	1,2	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	0,2	0,1	0,1	<0,1	spécifique
67-64-1	acétone	0,8	0,5	0,4	0,3	spécifique
123-38-6	propionaldéhyde	7,3	1,3	1,9	1,0	spécifique
100-52-7	benzaldéhyde	0,3	0,2	0,2	0,2	spécifique
590-86-3	isovaléraldéhyde	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	spécifique
110-62-3	valéraldéhyde	<0,1	0,1	<0,1	0,1	spécifique
529-20-4	o-tolualdéhyde	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	spécifique
620-23-5	m/p-tolualdéhyde	0,2	0,1	LQ	0,1	spécifique

Tableau 41 : Débits d'émission spécifiques par g d'encre de Chine appliquée « essai B » ($\mu\text{g/g/h}$)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	90-120min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6) - LI=5$\mu\text{g}/\text{m}^3$						
64-19-7	acide acétique	13,1	17,2	13,6	11,6	équivalent toluène
-	benzène+ 1-butanol	LD	LD	LD	LD	équivalent toluène
13min	inconnu	0,7	0,9	0,8	0,8	équivalent toluène
108-88-3	toluène	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	spécifique
111-76-2	2-butoxyéthanol	1,8	1,2	0,9	0,6	spécifique
110-98-5	dipropylène glycol	0,2	0,4	0,4	0,4	équivalent toluène
100-51-6	benzyl alcool	0,5	0,8	0,8	0,7	spécifique
124-19-6	nonanal	0,5	0,3	0,2	0,1	spécifique
112-34-5	2-(2-butoxyéthoxy)-éthanol	14,7	17,5	15,4	12,6	équivalent toluène
112-40-3	dodécane	4,3	4,0	3,4	2,8	spécifique
124-17-4	butoxyéthoxyéthyl acétate	0,8	1,3	1,2	1,1	équivalent toluène
-	COVT	37,3	44,4	37,9	31,8	équivalent toluène
-	COSV	0,9	0,5	0,4	0,4	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)						
50-00-0	formaldéhyde	21,9	19,5	17,3	15,4	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	0,1	0,1	0,1	<0,1	spécifique
67-64-1	acétone	0,7	0,3	0,2	0,2	spécifique
123-38-6	propionaldéhyde	2,8	0,5	1,1	1,1	spécifique
100-52-7	benzaldéhyde	<0,1	<0,1	LQ	LQ	spécifique
590-86-3	isovaléraldéhyde	<0,1	LQ	<0,1	0,1	spécifique
110-62-3	valéraldéhyde	<0,1	<0,1	LQ	<0,1	spécifique
529-20-4	o-tolualdéhyde	0,1	<0,1	<0,1	0,1	spécifique
620-23-5	m/p-tolualdéhyde	0,2	0,1	0,1	0,1	spécifique

Tableau 42 : Débits d'émission spécifiques par g de peinture appliquée « essai B » (µg/g/h)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	90-120min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)						
71-43-2	benzène	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	spécifique
71-36-3	1-butanol	0,2	0,1	0,1	<0,1	spécifique
110-54-3	hexane	0,1	<0,1	<0,1	LD	spécifique
57-55-6	1,2-propanediol	7,1	12,8	21,2	23,3	spécifique
626-93-7	2-hexanol	0,1	<0,1	<0,1	LD	équivalent toluène
108-88-3	toluène	0,1	0,1	0,1	0,1	spécifique
-	dérivé dioxane #1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	équivalent toluène
10138-17-7	2,6-diméthyl-1,4-dioxane	LD	LD	LD	LD	équivalent toluène
15176-21-3	2,5-diméthyl-1,4-dioxane	0,1	<0,1	<0,1	LD	équivalent toluène
21460-36-6	allyloxy-2-propanol	0,2	0,2	0,1	0,1	équivalent toluène
25,9min	inconnu	0,1	0,1	0,1	<0,1	équivalent toluène
111-76-2	2-butoxyéthanol	0,5	0,9	0,9	0,7	spécifique
100-52-7	benzaldéhyde	0,2	0,1	0,1	0,1	spécifique
104-76-7	2-éthylhexanol	0,1	0,2	0,1	0,1	spécifique
100-51-6	benzyl alcool	0,1	0,2	0,2	0,2	spécifique
124-19-6	nonanal	0,1	0,1	0,1	0,1	spécifique
112-31-2	décanal	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	spécifique
2315-68-6	propylbenzoate	0,1	0,1	0,1	<0,1	équivalent toluène
-	méthylbiphényle	0,1	0,1	0,1	0,1	équivalent toluène
-	COVT	3,7	4,9	5,3	6,0	équivalent toluène
-	COSV	0,1	0,1	<0,1	0,1	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)						
50-00-0	formaldéhyde	3,6	2,3	1,7	1,4	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	0,2	0,1	<0,1	<0,1	spécifique
67-64-1	acétone	0,2	0,2	0,2	0,1	spécifique
123-38-6	propionaldéhyde	LQ	LQ	LQ	LD	spécifique
100-52-7	benzaldéhyde	<0,1	<0,1	LQ	LD	spécifique
529-20-4	o-tolualdéhyde	<0,1	<0,1	LD	LD	spécifique
620-23-5	m/p-tolualdéhyde	LQ	<0,1	LD	LD	spécifique
66-25-1	hexaldéhyde	<0,1	<0,1	<0,1	LQ	spécifique

Tableau 43 : Débits d'émission spécifiques par g de peinture vitrail appliquée « essai B » (µg/g/h)

N° CAS	Composé	0-30min	30-60min	60-90min	90-120min	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)						
78-93-3	2-butanone	2,5	1,6	0,7	0,4	spécifique
9,4min	inconnu	LD	LD	LD	LD	équivalent toluène
-	alcane C7	716,5	333,2	151,3	80,8	spécifique
12,5min	acide méthancarbothiolique	397,5	314,1	191,8	114,7	équivalent toluène
71-36-3	1-butanol	4,8	1,9	2,4	2,0	spécifique
591-87-7	2-propénylacétate	0,2	0,2	0,2	0,2	équivalent toluène
105-37-3	éthyl propionate	0,8	0,3	0,1	0,1	équivalent toluène
108-21-4	2-propylacétate	0,1	LD	LD	LD	équivalent toluène
14,8min	alcool	0,6	0,3	0,1	0,1	équivalent toluène
105-57-7	diéthylacétal, acétaldéhyde	11,6	3,9	1,5	0,7	équivalent toluène
108-10-1	MIBK	0,1	0,1	LD	LD	équivalent toluène
108-88-3	toluène	<0,1	<0,1	LQ	LQ	spécifique
105-46-4	2-butyl acétate	0,4	0,1	0,1	<0,1	équivalent toluène
79-33-4	2-méthoxyéthanol	0,5	1,3	0,1	0,1	équivalent toluène
141-78-6	acétate d'éthyle	0,2	0,1	<0,1	<0,1	équivalent toluène
43min	inconnu	0,3	0,1	<0,1	<0,1	équivalent toluène
124-19-6	nonanal	0,1	0,1	0,1	0,1	spécifique
50,9min	inconnu	0,1	0,1	0,1	0,1	équivalent toluène
71-43-2	benzène	0,1	0,1	0,1	0,1	spécifique
-	COVT	1146,3	660,3	349,5	199,4	équivalent toluène
-	COSV	0,8	0,7	0,2	0,4	équivalent toluène
Aldéhydes (NF ISO 16000-3)						
50-00-0	formaldéhyde	26,7	20,1	12,7	8,9	spécifique
75-07-0	acétaldéhyde	113,9	50,9	19,0	7,7	spécifique
67-64-1	acétone	2,6	1,2	0,5	0,3	spécifique
123-38-6	propionaldéhyde	0,1	<0,1	LQ	<0,1	spécifique
4170-30-3	crotonaldéhyde	1,0	0,5	0,3	0,1	spécifique
123-72-8	butyraldéhyde	0,2	0,1	0,1	0,1	spécifique
100-52-7	benzaldéhyde	0,3	0,1	<0,1	LQ	spécifique
590-86-3	isovaléraldéhyde	0,2	0,2	0,1	<0,1	spécifique
110-62-3	valéraldéhyde	0,4	0,3	0,2	0,2	spécifique
529-20-4	o-tolualdéhyde	0,5	0,3	0,1	0,1	spécifique
620-23-5	m/p-tolualdéhyde	0,2	0,1	0,1	0,1	spécifique
66-25-1	hexaldéhyde	9,7	1,9	0,2	LQ	spécifique
5779-94-2	2,5-diméthylbenzaldéhyde	3,6	0,5	0,1	<0,1	spécifique