

QUELLES FOURNITURES SCOLAIRES POUR UNE MEILLEURE QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR ?

TROUSS'AIR :
Aide au choix de fournitures scolaires
pour améliorer la qualité de l'air intérieur
– cas des écoles de la ville de Grenoble

RAPPORT FINAL



EXPERTISES

Janv.
2021

En partenariat avec :



CSTB
le futur en construction

REMERCIEMENTS

Isabelle AUGEVEN-BOUR (ADEME /SEQA)
Souad BOUALALLA-SELMY (ADEME/SEQA)
Florence CLÉMENT (ADEME/SMCM)
Emily SPIESSER (ADEME/SCP)
Maryline VIALLE (ADEME/SMCM)
Hugues FRADET (Ville de Grenoble)
Véronique JACQUIOT (Ville de Grenoble)

CITATION DE CE RAPPORT

DEOUX Suzanne, COEUDEVEZ Claire-Sophie, MEDIECO, MAUPETIT François, NICOLAS Mélanie, CSTB, ADEME. 2021. Quelles fournitures scolaires pour une meilleure qualité de l'air intérieur ? TROUSS'AIR : Aide au choix de fournitures scolaires pour améliorer la qualité de l'air intérieur – cas des écoles de la ville de Grenoble. Rapport. 158 pages.

Cet ouvrage est disponible en ligne www.ademe.fr/mediatheque

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'oeuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

Ce document est diffusé par l'ADEME

ADEME

20, avenue du Grésillé
BP 90 406 | 49004 Angers Cedex 01

Numéro de contrat : 1762C0032

Étude réalisée par la Ville de Grenoble avec MEDIECO, le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) et Illustré Presse pour ce projet cofinancé par l'ADEME

Projet de recherche coordonné par : MEDIECO
Appel à projet de recherche : AACT'AIR 2017

Coordination technique - ADEME : AUGEVEN-BOUR Isabelle
Direction Villes et Territoires Durables – Service Qualité de l'Air

SOMMAIRE

1. Contexte	7
1.1. Les enjeux sanitaires liés aux fournitures scolaires	7
1.2. Objectifs du projet TROUSS’AIR	7
2. Méthodologie	7
3. Apports des interviews d’experts	8
3.1. Objectifs des interviews	8
3.2. Experts interviewés.....	8
3.3. Apports méthodologiques des avis d’experts pour TROUSS’AIR	9
3.4. Conclusions des interviews d’experts.....	13
4. Analyse bibliographique des fournitures scolaires accessibles au consommateur	14
4.1. Contexte de l’analyse de fournitures scolaires accessibles aux consommateurs.....	14
4.2. Méthodologie de l’analyse des produits sélectionnés.....	14
4.3. Synthèse des analyses bibliographiques des familles de fournitures scolaires retenues.....	18
4.4. Conclusions	21
5. Caractérisation des émissions des polluants volatils de 34 fournitures scolaires	24
5.1. Choix des produits testés	25
5.2. Méthodologie des essais	25
5.3. Présentation des résultats.....	26
5.4. Analyse des émissions des polluants volatils des colles	26
5.5. Analyse des émissions des polluants volatils des feutres	34
5.6. Analyse des émissions des polluants volatils des stylos	39
5.7. Analyse des émissions des polluants volatils des correcteurs	45
5.8. Analyse des émissions des polluants volatils des marqueurs effaçables	50
5.9. Analyse des émissions de polluants volatils des peintures.....	55
5.10. Analyse des émissions des polluants volatils des surligneurs.....	65
5.11. Analyse des émissions de polluants volatils d’un effaceur-récrivain.....	67
5.12. Analyse des émissions des polluants volatils des papiers	68
6. Contribution des fournitures scolaires à la QAI	73
7. Faisabilité économique du choix de fournitures scolaires peu émissives	74
7.1. Analyse comparative des coûts des produits peu émissifs et émissifs	74
7.2. Conclusions	77
8. Indications concernant les clauses sanitaires pour le marché des fournitures scolaires de la collectivité	77
8.1. Clauses générales	77
8.2. Clauses spécifiques à chacune des différentes familles de produits.....	78
9. Élaboration d’un guide de sensibilisation à destination des acteurs	82
9.1. Objectifs.....	82
9.2. Modalités de réalisation	83

9.3.	Publication de deux documents	83
9.4.	Diffusion des outils de sensibilisation.....	83
10.	<i>Sensibilisation des acteurs au choix des fournitures scolaires</i>	83
10.1.	Contexte et enjeux	83
10.2.	Sensibilisation des élus.....	84
10.3.	Sensibilisation des enseignants et des parents d'élèves	84
11.	<i>Conclusions et perspectives</i>	85
ANNEXES	90
ANNEXE 1.	Informations complémentaires sur les labels des fournitures scolaires	91
ANNEXE 2.	RAPPORT CSTB n° SC-2019-025	101
ANNEXE 3.	INFOPRESSE.....	157

RÉSUMÉ

En 2020, plus de 12 millions d'élèves français utilisent chaque jour des fournitures scolaires qui peuvent participer à la dégradation de la qualité de l'air à l'intérieur des 61 900 établissements qui les accueillent. Ces produits ne relèvent d'aucune réglementation spécifique, pas plus d'une directive européenne que d'un texte national. Par manque d'information, les collectivités locales ne peuvent introduire, dans leurs marchés publics, des exigences pour fournir aux enfants des produits biocompatibles et faiblement émissifs.

La Ville de GRENOBLE, qui a déjà défini un plan de gestion de la QAI dans les ERP, a souhaité initier une réflexion sur les fournitures scolaires afin de proposer aux enseignants un catalogue de produits respectueux de la qualité de l'air intérieur, c'est-à-dire moins émissifs en composés organiques volatils.

Grâce au projet TROUSS'AIR, deux types d'actions ont été menées :

- La première conduisant à l'élaboration de clauses sanitaires pour chaque famille de produits à intégrer dans son cahier des charges pour le marché des fournitures scolaires,
- La deuxième avec la mise en place d'actions de sensibilisation des élus, des enseignants et des parents d'élèves.

La définition des clauses sanitaires s'est appuyée sur :

- La consolidation des données bibliographiques préalablement obtenues par l'analyse sanitaire de 115 produits,
- Des avis d'experts,
- Une analyse de 52 fournitures scolaires complémentaires accessibles aux parents d'élèves auprès de la grande distribution,
- La caractérisation des émissions de substances volatils en chambre d'essais, réalisées dans le cadre de ce projet par le CSTB (Centre scientifique et technique du bâtiment), pour 34 fournitures scolaires appartenant aux familles les plus émissives. Les résultats, exprimés sous la forme de facteur d'émission surfacique, ont permis de calculer les concentrations en polluants volatils dans l'air intérieur liées à l'utilisation des fournitures scolaires considérées, à partir des caractéristiques d'une salle de classe typique et du taux de renouvellement d'air.
- La faisabilité économique du choix de produits moins émissifs

La sensibilisation des acteurs au choix de fournitures scolaires biocompatibles et faiblement émissives a intégré la rédaction d'une Fiche pratique ADEME « Choisir des fournitures scolaires sans risque pour la santé » dans la série « Clés pour agir », d'une infographie « Fournitures scolaires : comment équiper ses enfants sans risque ? » et enfin, l'organisation de différents ateliers de sensibilisation à destination des élus, des enseignants et des parents d'élèves.

ABSTRACT

In 2020, over 12 million french pupils regularly use school supplies which may contribute to the deterioration of the indoor air quality of the 61,900 schools that welcome them daily. Such products do not fall within any specific regulations nor do they abide by any European or even national instructions. Due to a lack of information, the local authorities are not able to include such requirements in their public markets in order to provide children with biocompatible, low-emitting products.

The City of GRENOBLE has already set up a indoor air quality management plan in their public buildings and now intends to start reflecting on the matter of school supplies in order to offer teachers a range of products that take the quality of indoor air into account. Thanks to the TROUSS'AIR Project, two types of action have already been carried out. The first one concerns the development of specific health standards for each group of products to be included in their schedule of conditions related to school supplies. The second one concerns the implementation of specific actions with a view to raising awareness among elected officials, teachers and students' parents.

The definition of health standards is based on :

- A large number of bibliographic data previously obtained after analysing the sanitary conditions of 115 products,
- Experts advice,
- The analysis of 52 additional school supplies available to parents within mass marketing,
- The economic feasibility of choosing less emissive products,
- The characterisation of emissions, practiced during this project by the CSTB (Centre scientifique et technique du bâtiment), in the test chambers of 34 school supplies ranging among the most emissive groups. The results expressed in terms of area emission factor and mass emission factor led to the calculation of indoor air pollutants concentrations obtained from the characteristics of a typical classroom and air change.

Raising awareness among the stakeholders as to their choice of biocompatible and low-emitting school supplies also involves the drafting of an ADEME practical sheet entitled « Choosing school supplies with no health hazard » in the « Keys to Act » series, an infographic entitled « School supplies : how to equip your children with no health hazard ? » as well as the setting up of various workshops for elected officials, teachers and students' parents.

1. Contexte

Pour tous, petits et grands, le bâtiment est notre premier environnement. L'air des espaces bâtis est notre relation directe avec l'environnement. Les enfants passent quotidiennement 30 à 45 % de leur temps dans les classes. Les enfants inhalent deux fois plus d'air que les adultes relativement à leur poids et leur métabolisme d'élimination des substances toxiques est plus faible.

1.1. Les enjeux sanitaires liés aux fournitures scolaires

La maîtrise de la qualité de l'air des locaux scolaires revêt donc une importance particulière afin de ne pas affecter la santé des élèves et du personnel, l'apprentissage des enfants et l'efficacité des enseignants.

Les causes de dégradation de la qualité de l'air intérieur sont nombreuses : de l'air extérieur à une insuffisance de renouvellement d'air, des contaminants du sol aux sources de combustion, des produits de construction et de finition au mobilier et aux produits d'entretien.

Une des sources d'exposition des enfants est moins analysée, moins contrôlée, moins accompagnée : il s'agit des fournitures scolaires, qui ne relèvent d'aucune réglementation spécifique, pas plus d'une directive européenne que d'un texte national.

L'utilisation des fournitures scolaires, à une grande proximité des voies respiratoires, augmente l'exposition des enfants qui peuvent ainsi inhaler des concentrations en polluants vraisemblablement plus élevées que celles mesurées dans l'air intérieur.

1.2. Objectifs du projet TROUSS'AIR

Si certains produits sont achetés par l'enseignant ou par les familles des élèves, la plupart des fournitures utilisées dans les salles de classe sont issues de marchés publics pour lesquels aucune clause sanitaire n'est intégrée par manque d'information et de réglementation.

En l'absence de réglementation spécifique, le projet TROUSS'AIR a apporté des réponses concrètes à la mise en œuvre d'actions d'amélioration de la qualité de l'air intérieur dans les écoles de la Ville de Grenoble en proposant :

- La réalisation d'une action exemplaire de prise en compte de la QAI par la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges pour le marché des fournitures scolaires,
- L'incitation aux bonnes pratiques de gestion de la qualité de l'air des ERP grâce aux actions de sensibilisation des élus, des enseignants et des parents d'élèves au choix de fournitures scolaires respectueuses de la QAI.

2. Méthodologie

Le projet TROUSS'AIR a été structuré autour de quatre tâches.

Les deux tâches opérationnelles visent :

- Pour la tâche 1, à définir les clauses sanitaires du cahier des charges du marché des fournitures scolaires en s'appuyant sur :
 - Des interviews d'experts,
 - Les analyses sanitaires des produits sur la base des avis de l'ANSES, de l'OMS, des structures scientifiques médicales et des données toxicologiques fournies par les outils de référence : Fiches toxicologiques de l'INRS, de l'INERIS, de la CNESST, etc (sigles et acronymes en page 88),
 - La caractérisation des émissions de polluants volatils de plus de 30 fournitures,
 - L'évaluation de la faisabilité économique du choix de fournitures plus saines
- Pour la tâche 2, à sensibiliser les différents acteurs au choix des fournitures scolaires.

Les tâches 3 et 4 concernent la valorisation des résultats et la coordination générale du projet.



3. Apports des interviews d'experts

Avant le lancement du projet TROUSS'AIR, une première Analyse Qualité Santé® (AQS) de 115 fournitures scolaires a été réalisée par MEDIECO pour la Ville de Grenoble. Sur cette base, l'avis d'experts a été sollicité afin d'orienter les choix de cette nouvelle étude.

3.1. Objectifs des interviews

Les données de la première AQS ont été obtenues à partir d'une revue de la littérature scientifique et d'une analyse approfondie des fiches techniques et fiches de données de sécurité recueillies par la Ville de GRENOBLE et par MEDIECO. Pour confirmer les conclusions de cette étude et valider les orientations des recommandations, MEDIECO a réalisé des entretiens avec des experts ayant effectué des travaux sur les fournitures scolaires. Les interviews réalisées ont consolidé les données sanitaires recueillies dans une première étude réalisée pour la Ville de Grenoble et apporté des éléments d'orientation pour établir les clauses sanitaires du cahier des charges.

3.2. Experts interviewés

Huit experts ont fait part de leurs différentes approches sur l'évaluation sanitaire des fournitures scolaires. Dans l'ordre de réalisation des entretiens, la synthèse des apports au projet TROUSS'AIR sont présentés ci-après.

3.2.1. Isabelle Farbos - Association Habitat Santé Environnement

Isabelle Farbos, docteur en génétique et biologie moléculaire et experte en santé environnementale.

Des informations et des conseils concernant différentes catégories de produits : les articles de papeterie, les colles, les instruments d'écriture, les instruments de dessin, les correcteurs, le petit matériel, les gommes, les peintures, les troussees et les cartables. Même s'il est difficile de connaître la composition exacte de nombreux produits, diverses caractéristiques permettent d'orienter les achats.

3.2.2. Élisabeth CHESNAIS et Mélanie MARCHAIS – Union fédérale des Consommateurs Que Choisir

Élisabeth CHESNAIS, journaliste enquêtes, et Mélanie MARCHAIS, rédactrice technique, ont apporté leur éclairage sur le test comparatif de 52 fournitures scolaires relatif à leur contenu en substances nocives. Il a été publié à la rentrée scolaire 2016 par le magazine Que Choisir. Les fournitures évaluées appartenaient à neuf catégories : crayons à papier HB avec embout gomme, crayons de couleur, colles à paillettes, stylos-billes avec corps transparent, stylos-rollers effaçables, cartouches d'encre pour plume, colles en stick, feutres et stylos parfumés, feutres et marqueurs effaçables.

3.2.3. Jérôme NICOLLE – Plateforme Tipee

Jérôme Nicolle est chef de projet QAI à la plateforme technologique sur le bâtiment durable TIPEE. Ancien Ingénieur de recherche au LASIE de l'Université de la Rochelle, il a participé au projet INCITAIR qui a eu pour objectif d'exploiter et de compléter les données recueillies sur les produits de construction,

les mobiliers et les fournitures, pour identifier les moyens d'amélioration de la qualité de l'air dans les écoles et les crèches de la ville de La Rochelle. L'étude n'a porté que sur le formaldéhyde et le travail sur les fournitures scolaires a été peu approfondi, car même s'il existe une exposition au moment de l'activité, l'impact sur le long terme est moindre par rapport à celui des matériaux et du mobilier.

3.2.4. Mickael DERBEZ – CSTB

Mickael Derbez est chef de projet à la Direction Santé-Confort, Division Expologie/Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) du Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB). 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, en 2011, une étude exploratoire relative aux produits liés aux activités scolaires ayant deux objectifs : caractériser leurs émissions de composés organiques volatils (COV) et d'aldéhydes et acquérir des données sur les compositions des fournitures en associant à l'étude le Comité de coordination de toxicovigilance (CCTV).

Les fournitures scolaires stockées dans une salle de classe d'école maternelle ont été retenues en priorité en raison de leur possible impact sur la qualité de l'air. Au total, 19 produits ont été sélectionnés pour leur évaluation en chambre d'essai d'émission : pinceau, papier, gommettes, peinture acrylique métallisée, gouache liquide, gouache liquide concentrée, encre de Chine, peinture acrylique, marqueur T-shirt, tampon encreur, colle liquide, ruban adhésif, feutre effaçable pour tableau, crayon feutre effaçable, feutre or, pastel gras, mini-pastels, pâte à modeler peinture vitrail...

3.2.5. Mélanie NICOLAS – CSTB

Chercheur et Responsable du laboratoire de mesures des polluants à l'émission au Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), elle a réalisé les essais dans le cadre de l'étude exploratoire de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) afin d'évaluer les émissions potentielles dans l'air intérieur de fournitures scolaires. Plusieurs axes de recommandations méthodologiques ont été identifiés.

3.2.6. Cécilia SOLAL-MANIGOLD et Céline DUBOIS – ANSES

La Direction de l'évaluation des risques de l'Agence nationale de sécurité sanitaire alimentation, environnement, travail (Anses), qui coordonne le Comité de coordination de toxicovigilance (CCTV), a été associée à l'étude de 2011 relative aux produits liés aux activités scolaires conduite par l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) qui a souhaité obtenir des données sur les compositions des fournitures afin de tenter d'établir une éventuelle corrélation entre leurs données d'émission et de composition.

Pour le recueil des données, les Centres antipoison et de toxicovigilance (CAPTV) ont extrait les données de composition à partir de la Base nationale des produits et compositions (BNPC) ou de Ciguë (base de données lilloise). À défaut, les fiches de données de sécurité (FDS) ont été consultées.

3.2.7. Stéphane LAFRANCESCHINA

Directeur de l'école élémentaire MENON de Grenoble, il a accordé un entretien sur les modalités d'usage des fournitures scolaires dans son établissement des 35 fournitures scolaires pressenties pour la caractérisation de leurs émissions. Neuf catégories de produits ont été analysées quant à leur intérêt, leur fréquence d'emploi...par les élèves, selon leur âge, et les enseignants.

3.2.8. Gwladys VERNANDE

Directrice de l'école maternelle Cornélie GEMOND de Grenoble, elle a communiqué des informations sur les conditions d'utilisation des fournitures scolaires par les jeunes enfants, notamment pour éclairer le choix des produits retenus pour la caractérisation des émissions. Comme en école élémentaire, neuf catégories de produits ont été analysées quant à leur intérêt, leur fréquence d'emploi, l'âge d'utilisation...

3.3. Apports méthodologiques des avis d'experts pour TROUSS'AIR

La diversité et la richesse des échanges avec les huit experts ont alimenté la méthodologie du projet TROUSS'AIR sur les points suivants.

3.3.1. Apports à la consolidation des données sanitaires des fournitures

3.3.1.1. Analyse sanitaire des fournitures scolaires complémentaires

Pour compléter l'analyse préalablement effectuée des fournitures commandées par la Ville de GRENOBLE, une investigation complémentaire de 52 références proposées par la grande distribution est intégrée dans TROUSS'AIR, avec des produits de marques de distributeurs. Les interviews réalisées auprès d'Élisabeth Chesnais et de Mélanie Marchais de Que Choisir ainsi que d'Isabelle Farbos d'HSE, éclairent cette démarche.

3.3.1.1.1. Apport des essais comparatifs de l'UFC QUE CHOISIR

o *Étiquetage très succinct et variable de la composition des fournitures scolaires*

Pour l'analyse complémentaire des produits que les parents peuvent acheter à leurs enfants dans la grande distribution, les informations communiquées sur l'emballage ne permettent pas de distinguer les fournitures sans substances toxiques de ceux qui en contiennent. À composition identique, les dangers sont mentionnés si les fabricants, dans un souci de transparence, suivent la réglementation CLP et, ne le sont pas s'ils ne se réfèrent qu'à la réglementation REACH. De même, certains fabricants choisissent de répertorier certaines fournitures scolaires en tant que jouets, ce qui leur impose de répondre à la réglementation CE, quand les autres s'en exonèrent.

o *Présence très fréquente d'isothiazolinones, conservateurs fortement allergisants*

Plusieurs catégories de produits — colles en bâton ou liquide, encres — contiennent différents composés de la famille des isothiazolinones dont le plus allergisant, la MIT (méthylisothiazolinone) avec 70 ppm dans des encres de marques, alors que la réglementation jouets va fixer un seuil de 0,25 ppm et que la limite devrait passer à 15 ppm dans les cosmétiques qui se rincent.

Lors de l'étude exploratoire du CSTB, les isothiazolinones n'avaient pas été recherchées, car elles ne faisaient pas partie des composés majoritaires identifiés. Une méthode analytique spécifique à ces composés (chromatographie liquide haute résolution), était en cours de développement au CSTB pendant le projet TROUSS'AIR et n'a pu donc être utilisée pour l'identification et la quantification des isothiazolinones.

o *Qualité sanitaire inégale des produits entre marques de distributeur et grandes marques*

Selon la famille de fournitures, les teneurs des diverses substances peuvent être élevées tantôt dans les marques de distributeurs, tantôt dans les produits de marques. En revanche, les cartouches d'encre des grandes marques sont celles qui contiennent le plus de MIT.

3.3.1.2. Apport insuffisant des labels environnementaux pour les informations sanitaires

Le « Öko-test » allemand garantit l'absence de produits nocifs pour la santé et l'environnement avec les mentions Bien ou Très Bien. Cependant Isabelle Farbos reconnaît que les labels environnementaux ne permettent pas d'évaluer les effets sur la santé des différentes fournitures scolaires, même si certains référentiels limitent certaines substances toxiques.

La mention d'un ou de plusieurs labels sur les fournitures scolaires a néanmoins un rôle pédagogique, car la plupart des labels limitent l'impact environnemental lors du cycle de vie du produit.

Il est à noter qu'Isabelle Farbos ne connaissait pas l'existence des deux labels suivants :

- L'écolabel américain du Art and Creative Materials Institute ACMI qui, à l'aide du sceau AP (Produit approuvé), certifie des produits non toxiques qui commencent à être présents sur le marché français.
- Le A-label danois du Conseil Mixte de Creative & Hobby Materials (FFFH) qui indique la conformité aux points suivants :

- o Tous les produits doivent être accompagnés d'une fiche de données de sécurité.
- o Aucun produit ne porte d'étiquette de danger.
- o Aucun produit ne contient de substances dangereuses qui doivent être mentionnées dans la fiche de données de sécurité ou leur quantité est si petite qu'elle est négligeable.
- o Présence des seuls conservateurs autorisés. Interdiction du butylparabène et du propylparabène.
- o Les substances cancérigènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction CMR et les allergènes ne sont autorisées qu'en quantités négligeables.
- o Absence des perturbateurs endocriniens listés par l'UE, de parfum ou fragrance.
- o Conformité aux exigences de libération minimale de métaux lourds.

Tous ces critères concernent en particulier les peintures aux doigts, les divers types de peinture, les crayons, les colles, les vernis et la pâte à modeler.

3.3.2. Apports à la caractérisation des émissions des fournitures scolaires

Les retours d'expérience de Mickaël Derbez et de Mélanie Nicolas (CSTB) ainsi que celui de Cécilia Solal-Manigold, ayant tous trois participé à l'étude exploratoire sur la caractérisation des émissions de fournitures scolaires, permettent d'identifier cinq axes d'amélioration méthodologique et analytique qui ont été mis en œuvre dans le cadre du projet TROUSS'AIR..

3.3.2.1. Recueil des données de composition avant la réalisation des essais d'émission

Les données de composition doivent être connues 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 doivent être adaptées afin de rechercher certains types de composés pouvant être retrouvés à l'émission. Malgré leurs insuffisances, les fiches de données de sécurité (FDS) disponibles et les fiches techniques ont déjà été utilisées, dans l'étude préalable effectuée pour la Ville de Grenoble, pour une première approche de la composition des nombreuses fournitures qui a été un des critères de sélection des 34 fournitures retenues pour les essais d'émission.

Même avec la participation de l'Anses à l'étude exploratoire du CSTB, l'accès aux données de composition recueillies par les Centres antipoison (CAP) a été, malheureusement, très restreint. Avant l'interview, Cécilia Solal-Manigold a souhaité connaître la liste des fournitures scolaires qui allaient faire l'objet d'analyses dans le projet TROUSS'AIR. Cela devait lui permettre de voir si des données de composition pouvaient être récupérables. Aucune suite n'a été donnée.

3.3.2.2. Provenance et stockage des produits

À la différence de l'étude exploratoire du CSTB, les produits testés dans le projet TROUSS'AIR ne sont pas récupérés dans les salles de classe, mais directement livrés au CSTB, à Grenoble. Pour garantir la fiabilité des résultats, ce sont donc des produits neufs qui sont analysés. L'ouverture des produits est concomitante du début des essais. Les tailles des contenants sont aussi identiques à celles qui sont utilisées dans les écoles.

3.3.2.3. Développement de méthodes analytiques adaptées aux composés organiques volatils totaux (COVT) et composés organiques semi-volatils (COSV)

Depuis les essais réalisés en 2011, le CSTB dispose de métrologie et de protocoles d'analyses spécifiques et performants pour identifier et quantifier les composés organiques très volatils, et notamment les alcools tels que l'isopropanol ou l'éthanol, alors que seules des données qualitatives avaient été obtenues précédemment et que les méthodes recommandées dans la norme NF ISO 16000-6 ne permettent pas l'identification de tels composés. De plus, lors de ces précédents essais, certains supports avaient saturé à cause de concentrations trop élevées. Aujourd'hui, avec les nouvelles méthodes d'analyses développées, il est possible de s'affranchir de ces limites en adaptant la détection (i.e., quantifier sur un ion spécifique). Ces méthodes ont été validées par le COFRAC.

3.3.2.4. Choix des protocoles des essais et connaissance des usages en conditions réelles

Il faut se poser les bonnes questions. Par exemple, souhaite-t-on évaluer l'exposition des enfants lorsqu'ils utilisent le produit, lorsque le produit sèche ou le potentiel émissif global du produit ? La connaissance des modalités d'emploi des différentes fournitures scolaires dans les salles de classe est indispensable

pour adapter les scénarios d'émission à chaque type d'article, afin que les paramètres des protocoles d'essais d'émission soient pertinents avec leurs modalités d'utilisation.

Les interviews des enseignants d'écoles maternelle et élémentaire ont permis de savoir, par exemple, comment sont utilisés, dans les salles de classe, les peintures, les colles, les feutres, etc... Les informations obtenues ont été utilisées pour élaborer des protocoles différents et spécifiques pour chaque catégorie de fournitures testées.

3.3.2.5. Calcul des concentrations en polluants dans l'air des salles de classe

À partir des émissions identifiées et mesurées pour 19 fournitures scolaires, l'étude exploratoire du CSTB aurait pu remonter aux données de concentrations en substances volatiles mesurées préalablement dans l'air de la salle de classe, mais cela n'a pas été possible par manque de temps. Ce travail très intéressant a fait partie du projet TROUSS'AIR.

Pour cela, les directeurs d'écoles maternelle et primaire interviewés ont précisé les modes d'emploi des produits, notamment liquides, qui peuvent rester plusieurs heures au contact de l'air intérieur.

- En maternelle, les peintures peuvent être versées dans des barquettes de 25 cm de long et de 15 cm de large dans lesquelles sont trempés des tampons ou de gros pinceaux. Une telle barquette étant utilisée par couleur, la surface de 3 à 4 barquettes représente une surface d'émission non négligeable au cours de l'atelier de peinture.
- En élémentaire, les peintures sont réparties dans des petits pots, 1 pour 2 à 3 élèves. Ils peuvent rester ouverts la demi-journée.

Le séchage des « œuvres » se fait, selon les classes, à l'intérieur de la classe, mais aussi dans le couloir. Les classes sont aérées lors de chaque récréation, mais pas plus lors du séchage.

Le calcul des concentrations en polluants a permis d'évaluer l'impact des activités scolaires sur la qualité de l'air dans une salle de classe type avec un renouvellement d'air réglementaire et en situation de confinement. De même, les données de concentrations en substances volatiles permettent de comparer l'influence des fournitures scolaires sur la qualité de l'air intérieur par rapport à l'influence des produits de finition et d'entretien, de l'ameublement.

3.3.3. Apports à la faisabilité économique des fournitures scolaires biocompatibles

L'expérience d'Isabelle Farbos lui permet d'affirmer que les produits contenant moins de substances toxiques ont un coût équivalent. C'est ainsi qu'en privilégiant des fournitures plus saines, elle a permis à la commune de faire des économies en diminuant le nombre de références et en effectuant des groupements d'achat.

Avec les résultats de la caractérisation des émissions effectuée dans le projet TROUSS'AIR, le coût des fournitures les moins émissives ont été comparées à celui d'autres produits et a permis d'évaluer la faisabilité économique de la sélection des produits les plus biocompatibles¹.

3.3.4. Apports à la sensibilisation des acteurs aux choix des fournitures scolaires

La sensibilisation doit se focaliser sur tous les acteurs, d'abord les enseignants, ensuite parents et enfants. Les conditions d'efficacité dépendent de l'adhésion des acteurs qui est vraiment la clé du succès de la démarche pour arriver à un accord avec eux sur les propositions saines par fonction des produits, réduire le nombre de produits et éviter les commandes hors marché de petits lots de fournitures préjudiciables.

- **Pour les enseignants**, Isabelle Farbos utilise le message clé « *Enlever les molécules toxiques* » et présente les impacts toxiques de certaines substances pour « *les faire vibrer sur les effets sanitaires* ». Elle préconise l'organisation d'atelier pratique autour des fournitures, notamment peintures et colles selon différents scénarios d'utilisation et les résultats de l'évaluation des concentrations dans l'air. La nécessité d'aération pourrait ainsi être mise en avant.

Différents leviers pourraient être utilisés pour mobiliser les enseignants « *qui n'ont pas envie d'être enseignés* ». D'abord la commune, mais des réticences pourraient survenir de la part des enseignants. Ensuite, l'appui des médecins du Rectorat auxquels la sensibilisation à des fournitures scolaires moins toxiques aurait été préalablement présentée. Également, l'Inspection de l'Académie pourrait organiser,

¹ *Biocompatible : capacité des produits à ne pas interférer et à ne pas dégrader les milieux biologiques*

dans le cadre des réunions régulières qu'elle organise pour les enseignants, la présentation de la thématique des fournitures scolaires. Enfin, l'Agence régionale de santé (ARS) pourrait aussi accompagner la sensibilisation.

- **Pour les parents**, Isabelle Farbos organise des animations au cours d'une conférence d'une heure en fin de journée avec de grands posters de présentation d'aide au choix de fournitures scolaires moins toxiques.
- **Pour les enfants**, une sensibilisation à la qualité de l'air des salles de classe a été effectuée, lors de la présentation du Cartable sain, à l'aide de sonde CO₂ avec affichage des concentrations. Dès que le seuil de 2 000 ppm est atteint, les enfants sont incités à ouvrir les fenêtres.

3.4. Conclusions des interviews d'experts

3.4.1. Besoin d'une meilleure connaissance de l'impact des fournitures scolaires sur la QAI

Les données recueillies lors de ces différentes interviews sont diverses, mais insuffisantes pour guider les choix d'une collectivité lors de la rédaction des clauses sanitaires d'un marché de fournitures scolaires

3.4.2. Évolution nécessaire du contexte réglementaire

Le projet TROUSS'AIR pourrait inciter à la mise en place d'une réglementation des fournitures scolaires qui, pour l'instant, ne relèvent d'aucune directive européenne, ni de texte national. Aucune réglementation spécifique n'existe pour ces objets conçus pour les enfants, qui n'ont pas l'obligation de porter le marquage CE.

Certains fabricants choisissent de répertorier certaines fournitures scolaires en tant que jouets, ce qui leur impose de répondre à une réglementation CE stricte. Les autres s'en exonèrent. Ils peuvent aussi afficher les risques dans un souci de transparence en suivant la réglementation CLP qui impose un étiquetage aux mélanges dangereux ou préférer les cacher en se référant uniquement à la réglementation REACH. Des fabricants considèrent que les instruments d'écriture répondent à la définition de combinaison d'un article et d'un mélange alors que d'autres estiment qu'ils répondent à la définition d'un article au sens du règlement REACH.

Il est difficilement compréhensible que les fournitures scolaires n'aient pas *a minima* l'obligation d'afficher leurs teneurs en isothiazolinones, fortement allergisantes, ainsi qu'en fragrances sensibilisantes.

Les difficultés d'accès aux formulations sont liées à la non-obligation de déclaration des compositions des articles², ce qui n'est pas le cas pour les mélanges³. Ainsi, en l'absence d'obligation réglementaire, les fabricants ne sont tenus ni de déclarer les compositions de leurs articles, ni de les étiqueter.

Lors de ces interviews, il est noté qu'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.

² Un article est un objet auquel sont donnés, au cours du processus de fabrication, une forme, une surface ou un dessin particulier 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).

³ 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).

4. Analyse bibliographique des fournitures scolaires accessibles au consommateur

4.1. Contexte de l'analyse de fournitures scolaires accessibles aux consommateurs

Une première Analyse Qualité Santé[®] a été réalisée par MEDIECO sur la base des références commandées par les enseignants de la Ville de Grenoble. Pour s'adapter aux produits auxquels sont confrontés les parents lors des achats de fournitures scolaires, il a paru pertinent de compléter la base de données déjà existante avec des références disponibles en grandes surfaces où le consommateur dispose d'un choix beaucoup plus large en intégrant les marques des distributeurs.

Pour cela, une visite de quatre grandes surfaces — Carrefour, Leclerc, Auchan, Intermarché — a été réalisée afin de relever 52 références complémentaires disponibles pour le grand public.

Pour chaque produit, l'analyse sanitaire s'est construite à partir des informations techniques accessibles au grand public sur les emballages et sur les différents sites des fabricants ainsi que sur les fiches de données de sécurité disponibles en ligne ou demandées au fournisseur. Ensuite pour chaque famille de produits, les points positifs et les points négatifs ont été relevés. Les remarques formulées ensuite pour les fournitures sélectionnées dans les grandes surfaces ont été utilisées pour les autres phases de la mission.

Cette investigation complémentaire a permis d'adapter le projet TROUSS'AIR à l'ensemble des acteurs que la Ville de Grenoble a souhaité sensibiliser, à savoir les enseignants et les parents d'élèves.

4.2. Méthodologie de l'analyse des produits sélectionnés

4.2.1. Critères de sélection des produits analysés

Les fournitures disponibles dans les grandes surfaces ont été sélectionnées selon les critères suivants :

- Disponibilité dans une ou plusieurs grandes surfaces visitées,
- Préférence pour les marques de distributeurs, souvent moins chères et donc privilégiées par les parents,
- Produits fréquemment utilisés par les enfants,
- Potentiel élevé ou faible d'émission de polluants volatils,
- Mêmes familles de produits sélectionnés pour les mesures d'émission en chambre d'essai par le CSTB.

4.2.2. Recueil d'informations sanitaires relatives aux produits sélectionnés

La recherche du plus grand nombre d'informations sanitaires relatives aux fournitures scolaires s'est déroulée en plusieurs temps :

- Inventaire des informations communiquées au public sur les emballages des fournitures scolaires d'après les nombreuses photographies de produits réalisées dans les grandes surfaces.
- Collecte des fiches de données de sécurité (FDS) sur la plateforme Quick-FDS basée sur la réglementation en vigueur qui oblige le fournisseur de produits chimiques à communiquer des informations relatives à la protection de la santé humaine et de l'environnement, selon des textes de références⁴. La majorité des documents collectés sont mis à jour dès que les industriels adhérents à la plateforme les communiquent (<http://www.quickfds.fr/fr/index.html>).
- Recherche d'informations techniques et/ou sanitaires sur les sites des fournisseurs des produits.
- Demande des FDS non disponibles en ligne auprès des services achats ou des services qualité des marques de distributeurs.

⁴ Règlement REACH 1907/2006 Titre IV-Article 31 (Exigences relatives aux fiches de données de sécurité) et Article R4411-73 du Code du Travail

- En l'absence de FDS et pour des fournitures d'origine américaine, les Safety Data Sheet ou SDS ont été recherchés sur internet, produit par produit, car il n'a pas été trouvé une plateforme identique à Quick-FDS.

Néanmoins, malgré toutes ces démarches, il n'a pas été possible d'obtenir ces informations pour tous les produits.

4.2.3. Apport des Fiches de données de sécurité (FDS) à l'étude des fournitures scolaires

4.2.3.1. La FDS, document essentiel pour la prévention du risque chimique

La FDS et l'étiquette d'un produit constituent les deux volets réglementaires du Système Général Harmonisé (SGH), nouveau système international de classification et d'étiquetage des produits chimiques. Ces deux éléments permettent au fournisseur d'une substance ou d'un mélange mis sur le marché, d'informer le destinataire de ce produit sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter. Les recommandations du SGH sont mises en œuvre en Europe par le règlement CLP et concernent l'ensemble des secteurs (travail et consommation). Le règlement CLP (Classification, Labelling and Packaging) est le nom donné au règlement (CE) n° 1272/2008 du 16 décembre 2008, qui est le nouveau système de classification, d'étiquetage et d'emballage.

4.2.3.2. La FDS, fiche d'identité d'un produit chimique

La FDS est un formulaire daté qui comporte seize rubriques, regroupant toutes les informations relatives aux propriétés d'un produit chimique, l'identification des dangers, les informations toxicologiques, les valeurs d'exposition, les consignes d'utilisation, de stockage, etc. Historiquement à usage professionnel, la FDS, doit être rédigée en français, fournie de façon gratuite et obligatoire par le fournisseur d'une substance ou d'un mélange. L'utilisation pratique de la FDS est rendue difficile par l'inégalité de son contenu, quant à la quantité mais surtout quant à la qualité des informations (imprécision ou absence des données toxicologiques notamment lorsqu'il s'agit d'effets rares ou d'effets liés à des substances contenues en trop faible quantité pour classer le mélange).

4.2.3.3. La FDS et les fournitures scolaires. Cas particuliers⁵.

4.2.3.3.1. Les articles

Selon la réglementation, un article est « un objet auquel sont donnés, au cours du processus de fabrication, une forme, une surface ou un dessin particulier qui sont plus déterminants pour sa fonction que sa composition chimique ». Dans le cas des articles, il n'existe aucune obligation d'élaborer une FDS et il n'existe pas non plus d'obligation en matière de classification, d'étiquetage et d'emballage.

Cette exonération d'obligation est particulièrement utilisée par les fabricants d'instruments d'écriture pour lesquels le corps d'un stylo, d'un feutre, d'un marqueur, d'un surligneur... est plus utile à sa fonction que l'encre pour laquelle aucune information n'est alors communiquée !

Cependant, l'article 33 de REACH précise que tout fournisseur d'article contenant une substance inscrite sur la liste des substances candidates à l'autorisation à une concentration supérieure à 0,1 % en masse doit communiquer des informations, pour permettre l'utilisation de l'article en toute sécurité, comprenant au minimum le nom de la substance, systématiquement au destinataire de l'article et sur demande à un consommateur. Dans ce dernier cas, les informations doivent être fournies dans les 45 jours qui suivent la réception de la demande.

4.2.3.3.2. Les produits destinés au grand public

La FDS n'est pas obligatoire, même lorsque la substance ou le mélange est classé comme dangereux, dès lors que la mise sur le marché de ces produits est assortie d'informations suffisantes permettant d'assurer la sécurité et de préserver la santé des utilisateurs et l'environnement. Cependant, pour de tels produits, une FDS doit être fournie à un utilisateur en aval (qui n'est pas un consommateur) ou à un distributeur, y compris un détaillant qui en fait la demande. Les consommateurs (grand public) ne reçoivent donc pas la FDS.

⁵ INRS. Ed 954. La fiche de données de sécurité. Juin 2019.

4.2.3.3. Absence de substance dangereuse dans un mélange

Si un mélange ne contient pas de substance dangereuse conformément à la réglementation en vigueur, de substance persistante, bioaccumulable et toxique ou très persistante et très bioaccumulable, de substance possédant des valeurs limites d'exposition professionnelle, une FDS n'est pas obligatoire.

Cependant, le destinataire d'un tel mélange peut s'interroger sur la nature chimique des composants constituant le dit mélange. Dans un intérêt commercial, le fournisseur peut décider de rédiger un document reprenant la structure des FDS. Il est souhaitable d'y indiquer que le mélange ne requiert pas de FDS afin d'éviter tout problème de conformité avec les exigences de REACH.

Toute mention du type « pas d'effet pour la santé », « sans danger dans la plupart des conditions d'utilisation » ou « non dangereux » ou toute autre mention indiquant que « la substance ou le mélange n'est pas dangereux » ou encore toute autre indication n'étant pas en adéquation avec la classification du produit est à proscrire.

4.2.4. Marquage CE pour les fournitures scolaires considérées comme des jouets

Certains produits de dessin, de coloriage et de peinture sont classés parmi les jouets. La directive européenne 2009/48/CE donne la définition suivante du jouet l'Art.2 N°1 : « Produit conçu ou destiné, seul ou exclusivement, à être utilisé dans le jeu par des enfants de moins de 14 ans ». Les fournitures scolaires suivantes sont considérées comme des jouets : craies, crayons de couleur, crayons de cire, feutres, peintures au doigt, peintures à l'eau, peintures vitrail.

L'annexe II de la directive citée plus haut liste toutes les exigences particulières de sécurité des jouets relatives à leurs propriétés physiques et mécaniques (risque d'étranglement ou d'asphyxie par des pièces de jouets), à leur inflammabilité, à leurs propriétés électriques, à leur hygiène et à leurs compositions chimiques. C'est ainsi que les jouets qui sont eux-mêmes des substances ou des mélanges, par exemple, gouaches et peintures, doivent également se conformer au Règlement (CE) no 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges. Ils ne doivent pas contenir de substances classées CMR ni une des 66 substances parfumantes allergisantes listées dans cette annexe. En novembre 2015, deux directives ont introduit des valeurs limites pour les conservateurs fortement allergisants utilisés dans les jouets : benzisothiazolinone, chlorométhylisothiazolinone (CMIT) et la méthylisothiazolinone (MIT), seules ou mélangées. Cette réglementation est applicable à partir du 24 mai 2017.

La classification des produits comme jouets relève de la responsabilité exclusive de chaque fabricant. Les différents articles doivent alors satisfaire aux exigences essentielles de sécurité de l'annexe II de la directive ou avoir réussi l'une des procédures d'évaluation de la conformité.

Pour répondre aux enjeux fixés par la Directive jouets, la norme NF EN 71-3 spécifie les exigences de sécurité et les méthodes d'essai applicables pour la migration de 19 composants chimiques qui peuvent être contenus dans les jouets : aluminium, antimoine, arsenic, baryum, bore, cadmium, chrome (2 formes), cobalt, cuivre, plomb, manganèse, mercure, nickel, sélénium, strontium, étain, composés organostanniques et zinc. Ces éléments entrant dans la composition de certains jouets peuvent se révéler dangereux par succion, léchage, ingestion ou avec contact prolongé avec la peau. Ils sont utilisés dans de nombreuses matières de jouets : polymères, peinture, laque, vernis, mousse, textile, papier, carton, encres... Plus précisément, sont concernés tous les jouets destinés à ou susceptibles d'entrer en contact avec la bouche, dont les jouets instruments d'écriture ainsi que ceux destinés aux enfants jusqu'à l'âge de 6 ans pour lesquels il y a une probabilité que leurs composants puissent entrer en contact avec la bouche. Les produits classés définitivement en tant que jouets doivent porter le marquage CE sur le produit lui-même ou sur l'emballage.

En raison des modifications réglementaires relatives aux isothiazolinones, la norme NF EN 71-7+A1 « Sécurité des jouets – Partie 7 : peintures au doigt – Exigences et méthodes d'essai » a été publiée en novembre 2014, mais annulée le 23 juin 2018.

La présence de différents phtalates et la possibilité d'inhalation de composés volatils émis par les fournitures scolaires considérées comme des jouets n'entrent pas dans les spécifications de la NF EN 71-3.

L'Association des fabricants européens d'articles d'écriture (EWIMA) liste également les fournitures scolaires qui ne sont pas classées comme des jouets.

4.2.5. Analyse des différents labels ou certifications des fournitures scolaires rencontrées sur le marché français

Les labels environnementaux sont une garantie de la qualité d'un produit selon différents critères⁶.

L'Ecolabel européen, le label NF environnement, le label allemand Ange bleu, le label suédois Cygne blanc visent à garantir la réduction des impacts environnementaux les plus importants grâce à des critères prenant en compte les principales étapes du cycle de vie des produits. Les produits ayant ces labels présentent une qualité d'usage reconnue.

Les critères sanitaires concernent la limitation ou l'interdiction de certaines substances dangereuses pour la santé lors de la fabrication ou dans le produit fini. Les émissions de composés organiques volatils (COV) sont limitées dans le label Ange Bleu par des seuils pour le papier destiné à être imprimé.

Leur présentation est détaillée dans l'Annexe 1 de ce rapport. Une synthèse est faite dans le Tableau 1 ci-après.


ÉCOLABEL EUROPEEN	NF ENVIRONNEMENT	ACMI AP	A-LABEL	ANGE BLEU	LE CYGNE BLANC	ÖKO-TEST
 <ul style="list-style-type: none"> • Seul label écologique officiel européen utilisable dans tous les pays membres de l'UE • Concerne de nombreux produits et services • Présence sur le marché français de produits en papier transformés labellisés ÉCOLABEL EUROPÉEN 	 <ul style="list-style-type: none"> • Ecolabel français certifiant les produits et services présentant un impact négatif moindre sur l'environnement et une qualité d'usage satisfaisante • Concerne de nombreux produits et services • Présence de cahiers et d'instruments d'écriture labellisés NF ENVIRONNEMENT 	 <p>Conforms to ASTM D 4236</p> <ul style="list-style-type: none"> • Écolabel américain du Art and Creative Materials Institute créé en 1940 • Certification de sécurité des produits créatifs et artistiques • Produits certifiés non toxiques à l'aide du sceau AP (Produit approuvé) • Produits évalués par un toxicologue qualifié • Présence de peintures certifiées sur le marché français 	 <ul style="list-style-type: none"> • Écolabel danois du Conseil mixte de Creative & Hobby Materials (FFFH) • Concerne les produits de modelage et de loisir (peinture, crayon, colle, vernis, pâte à modeler, maquillage...) • Décerné aux produits ayant une FDS sans mention de danger, sans allergènes, parabènes, perturbateurs endocriniens. • Critères établis avec le laboratoire Eurofins • Présence sur le marché français de peintures au doigt. 	 <ul style="list-style-type: none"> • Écolabel allemand, créé en 1978 • Concerne de nombreux produits et services • Décerné sur délibération par un jury • Critères concernant la protection de la santé et de la sécurité d'utilisation • Présence de produits certifiés sur le marché français : papier à copier, fournitures scolaires et de bureau en papier, papier, papier recyclé, notes auto-adhésives, papiers à écrire, imprimés. 	 <ul style="list-style-type: none"> • Ecolabel suédois • Critères de labellisation définis par l'organisation Nordic Ecolabelling • Concerne de nombreux produits • Produits de fournitures certifiés : papier pour copie & impression, fournitures de reau et de passe temps, imprimés, enveloppes et autres produits en papier transformés 	 <ul style="list-style-type: none"> • Tests effectués sur les produits par le magazine allemand du consommateur écologique • Objectif : orienter les consommateurs dans leurs choix d'achat • Après résultat satisfaisant des tests : demande de certification possible avec affichage du résultat « bien » ou « très bien » sur le produit • Présence de produits sur le marché français dans les enseignes allemandes de la grande distribution, seulement pendant quelques mois avant la rentrée scolaire.

Tableau 1. Présentation de différents labels et tests concernant les fournitures scolaires

4.2.6. Familles de fournitures scolaires analysées

En raison de leur éventuel potentiel émissif, les produits sélectionnés appartiennent aux familles suivantes :

- Les colles
- Les feutres
- Les correcteurs
- Les effaceurs
- Les cartouches d'encre
- Les marqueurs effaçables
- Les marqueurs permanents
- Les peintures
- Les surligneurs

⁶ 100 labels environnementaux recommandés par l'ADEME - <https://www.ademe.fr/labels-environnementaux>

4.2.7. Disponibilité des informations

Pour les 52 fournitures scolaires analysées, 29 fiches de données de sécurité (FDS) et 5 Safety Data Sheet (SDS) ont été collectées et analysées. La disponibilité de ces documents n'est pas la même pour les quatre grandes surfaces considérées :

- La quasi-totalité des produits d'une des grandes surfaces ont une FDS disponible sur la plateforme en ligne Quick-FDS en saisissant le numéro de code mentionné sur l'emballage. Elles ont l'avantage d'ajouter une page de garde qui mentionne à la fois le nom du produit donné par cette enseigne et le nom du mélange du fabricant. Ceci est très important pour garantir que la FDS correspond bien au produit analysé.
- Pour une autre grande surface, les FDS non disponibles sur la plateforme Quick-FDS ont été demandées par téléphone. Le retour a été effectué sous 24 h avec les FDS manquantes.
- Pour la troisième enseigne, une demande a été effectuée par mail au service consommateur de la société d'importation de la grande surface. Les FDS ont quasiment toutes été obtenues pour les différents produits, sauf pour les cartouches d'encre et pour une colle liquide. Il a été précisé que les FDS sont réservées aux professionnels — ce qui est exact — et ne peuvent être obtenues par un particulier. C'est bien la réalité pour cette enseigne qui n'est pas adhérente de la plateforme Quick-FDS, mais moins vrai actuellement pour les produits des fabricants et distributeurs qui déposent leurs FDS sur Quick-FDS où elles sont consultables en s'identifiant.
- Avec la quatrième enseigne, l'obtention des FDS a été impossible, malgré plusieurs relances.

4.3. Synthèse des analyses bibliographiques des familles de fournitures scolaires retenues

4.3.1. Les colles

Dans cette catégorie de produits, l'analyse a concerné 6 bâtons de colle, 5 colles liquides et 1 colle gel.

Sur ces 12 colles, une seule, la colle gel, est une colle vinylique avec solvant qui mélange du polyacétate de vinyle à de l'acétone et de l'acétate de méthyle. Le consommateur peut éviter ce produit car, sur l'emballage, il est mentionné que le produit contient divers composants responsables de somnolence ou de vertiges (acétone, acétate de méthyle, méthanol), que l'exposition répétée peut entraîner un dessèchement ou des gerçures de la peau et enfin que le liquide et les vapeurs sont très inflammables. Les pictogrammes correspondants sont présents sur l'emballage.

- Conservateurs de la famille des isothiazolinones, substances allergisantes cutanées, dans presque la moitié des 12 colles analysées et fongicide (IPBC) de la famille des carbamates, dans un quart des 12 colles analysées. Selon l'INRS, les effets des expositions aux produits à base d'IPBC sont de faible gravité. Les données humaines disponibles sont peu nombreuses ; elles témoignent du potentiel sensibilisant et irritant faible à modéré de l'IPBC.
- Tous les bâtons de colle blanche ne sont pas des colles à base d'amidon. Certains sont des colles vinyliques. La FDS des bâtons de colle à base d'amidon communique la composition : éther polyglucoside, polysaccharide et savon. Ce dernier est à l'origine du pH alcalin (10,15 - 10,25) ce qui évite le besoin de conservateurs.
- Les colles roller qui ne contiennent pas de solvant peuvent être une alternative.

4.3.2. Les feutres

Cinq produits dont quatre FDS ont été analysés. Un seul produit donne une information au consommateur sur la nature de l'encre et mentionne qu'elle est à base d'eau.

- **Présence d'octylisothiazolinone** dans trois des quatre produits ayant une FDS. Cette information n'est communiquée au public que pour un seul feutre. Ce biocide et conservateur appartient à la famille des isothiazolinones, substances allergisantes cutanées, ubiquitaires dans de nombreux produits domestiques et professionnels depuis la campagne anti-parabens. Ceci explique l'explosion actuelle des eczémas de contact aux isothiazolinones.
- **Présence de bronopol (BNPD) dans certains feutres.** C'est un bactéricide utilisé comme conservateur dans les produits liquides. En milieu alcalin, par exemple, en présence de savon, le BNPD libère du formaldéhyde.

- Les colorants des encres de feutres, mentionnés dans les FDS, sont pour la plupart des colorants alimentaires, comme la tartrazine (E102), largement utilisée.
- Un label existe pour cette catégorie de produits : le label **NF ENVIRONNEMENT**. Aucun des 5 feutres analysés de la grande distribution ne le possède.

4.3.3. Les correcteurs

Trois stylos correcteurs liquides et trois rubans correcteurs ont été étudiés. Quatre FDS sont accessibles sur les six produits.

- **Présence de solvant en concentration élevée dans les stylos correcteurs analysés**

Le solvant naphta léger est présent dans tous ces produits. Il est constitué d'hydrocarbures saturés ayant un nombre de carbone majoritairement compris entre C5 et C10, et possédant un point d'ébullition compris approximativement entre 35°C et 160°C (95°F et 320°F). Ce sont des hydrocarbures saturés linéaires (alcanes) ou cycliques (cycloalcanes).

Même si leur toxicité est moins élevée que les hydrocarbures aromatiques, beaucoup d'alcanes provoquent, même à faible dose, des atteintes neurologiques centrales (maux de tête, perte de la mémoire, troubles du sommeil, dépression...). Seul l'hexane est particulièrement nocif, avec une neurotoxicité très importante pour les membres (polynévrite). L'heptane est un bon solvant de remplacement, mais aucun solvant n'est inoffensif.

- **Les rubans correcteurs analysés**

Une des FDS communique la composition : environ 90,2 % de dioxyde de titane sous forme micrométrique, utilisé comme pigment blanc et donnant au correcteur son pouvoir couvrant et 7,2 % d'élastomère en caoutchouc synthétique, l'EPDM qui constitue le ruban support du pigment.

Ne contenant pas de solvant, ils sont préférables aux correcteurs liquides.

4.3.4. Les effaceurs réécrivains

Cinq effaceurs réécrivains ont été inclus dans l'analyse. Ils sont composés de deux mines, une permettant d'effacer l'encre bleu de stylo-plume, et une autre, qui est un feutre permettant de réécrire à l'endroit où l'on a effacé.

- **Aucune FDS n'a été disponible.** La composition minérale (bisulfite de sodium) de la partie « effaceur » limite le contenu en composés organiques volatils. Le côté bleu contient une encre composée de gallate de fer qui ne s'efface pas par réaction chimique avec le produit déposé par l'effaceur.

4.3.5. Les cartouches d'encre

Trois catégories de cartouches d'encre bleu ont été intégrées dans l'étude.

- **Aucune FDS n'a pu être obtenue** pour l'encre conditionnée en cartouche. Or, il s'agit bien d'un mélange qui relève du Règlement (CE) N°1272/2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges.
- **Présence du conservateur fortement allergisant, la méthylisothiazolinone (MIT).** Le test réalisé par le magazine UFC QUE CHOISIR a révélé que toutes les cartouches d'encre en contiennent avec des teneurs plus élevées pour les grandes marques. Les marques de distributeurs testées ont des teneurs moindres, comprises entre 10 et 25 ppm. Les encres de cartouches sont en effet très liquides et elles ne sèchent pas instantanément. Les élèves peuvent s'en mettre facilement sur les doigts et se retrouver ainsi exposés à ce puissant allergène de contact, mais la voie aéroportée est actuellement suspectée.

4.3.6. Les marqueurs effaçables

Quatre produits ont été analysés : trois de la grande distribution et un de marque. Deux FDS et une SDS ont été obtenues.

Information du consommateur

Sur l'emballage des trois marqueurs effaçables de la grande distribution, les mêmes informations sont communiquées aux consommateurs avec les pictogrammes associés de danger sur le risque d'inflammabilité des vapeurs et du liquide contenu, sur l'irritation des yeux et sur les précautions

d'utilisation. La mention « Peut provoquer somnolence et vertiges » n'est apposée que sur l'emballage d'un seul marqueur alors qu'elle pourrait l'être aussi sur les deux autres.

Pour le marqueur de marque, le consommateur ne reçoit aucune information de danger alors que ce produit contient les mêmes composants majeurs que les marqueurs précédents à savoir l'éthanol et le 2-propanol à une concentration d'environ 70 %. La SDS de la société américaine du marqueur fabriqué en Chine précise que ce produit est exempté de classification de danger selon l'OSHA Hazard Communication Standard avec une inflammabilité nulle et un risque sanitaire inexistant.

Cette hétérogénéité de l'information du consommateur français a des conséquences. Lors du choix, entre ces 4 marqueurs effaçables à sec, l'acheteur aura tendance à privilégier le produit ne mentionnant aucun danger. Sur le marché français, les produits peuvent donc indifféremment se référer à la réglementation européenne CLP d'étiquetage ou à la réglementation américaine.

Encre à base d'alcool pour tous les marqueurs effaçables analysés

Une FDS mentionne la teneur exacte en solvants organiques : 67,1 % (éthanol, en composant principal, et isopropanol). Malgré les effets sur le système nerveux central (somnolence, vertiges) et l'irritation oculaire de l'éthanol, l'impact sanitaire de l'utilisation des marqueurs dont l'encre est à base d'alcool est bien plus faible que lors de l'utilisation de marqueurs contenant des hydrocarbures aromatiques (toluène, xylène).

4.3.7. Les marqueurs permanents

Trois marqueurs ayant des FDS et une SDS ont été analysés. L'utilisation peu fréquente en milieu scolaire des marqueurs permanents à encre à base d'alcool n'est vraisemblablement pas une source de risques sanitaires élevés.

Information inégale du consommateur

L'étiquetage d'un des marqueurs permanent est conforme au règlement (CE) N° 1272/2008 [CLP] en mentionnant l'intégralité des pictogrammes de danger et surtout la liste complète des composés chimiques présents dans la FDS. L'information du consommateur est en revanche largement incomplète pour un autre marqueur permanent.

Aucun des trois marqueurs contient du xylène et du toluène

Risques sanitaires des marqueurs permanents liés aux différents alcools (éthanol, butanol, propanol, isopropanol...)

S'il est bien connu que l'éthanol est rapidement absorbé par voie orale, il l'est aussi par voie respiratoire. Mais contrairement à l'ingestion, l'inhalation ne conduit pas à une augmentation significative de la concentration d'éthanol dans le sang. L'effet déprimeur sur le système nerveux central (vertiges, somnolence) est donc réduit par rapport à celui produit par voie orale. Si le CIRC a classé en 2007 « l'éthanol dans les boissons alcoolisées » dans le groupe 1 des agents cancérogènes pour l'homme, il n'est pas démontré que l'exposition chronique par inhalation puisse provoquer les mêmes troubles organiques que son ingestion.

L'éther de glycol, le 1-méthoxy-2-propanol (polypropylène glycol méthyl éther PGME) est utilisé comme solvant dans l'industrie des encres. Il a une faible toxicité aiguë par toutes les voies d'exposition. Le PGME est très faiblement irritant sur la peau et l'œil. Il n'est pas considéré comme sensibilisant cutané. Lors d'expositions répétées par respiratoire, les effets interviennent principalement sur le système nerveux central (somnolence, vertiges). (*Fiche toxicologique 221 INRS*).

L'utilisation peu fréquente des marqueurs permanents à encre à base d'alcool en milieu scolaire n'est vraisemblablement pas une source de risques sanitaires élevés.

4.3.8. Les peintures

Dans cette catégorie de fournitures scolaires, les produits analysés ont été deux gouaches, une peinture acrylique, une peinture gel pailleté et trois peintures au doigt.

Données de sécurité chimique obtenues pour toutes les peintures : 6 FDS et une SDS. Ces documents sont néanmoins de qualité très inégale, celle des gouaches couleurs primaires étant de loin la mieux documentée. Contrairement à la réglementation européenne qui exige que les FDS soient communiquées dans la langue du pays de commercialisation, une des FDS est en anglais.

Toutes les peintures ont le marquage CE mais contiennent également des conservateurs

Peintures au doigt

Le marquage CE atteste la conformité à la Directive 2009/48/CE relative à la sécurité des jouets. Depuis mai 2017, suite à deux directives européennes du 23 novembre 2015, les jouets destinés aux enfants de moins de 3 ans (dont les peintures au doigt) ainsi que les jouets destinés à être mis à la bouche quelle que soit la classe d'âge de l'enfant, contenant de la benzisothiazolinone méthylisothiazolinone (MIT) et de la methylchloroisothiazolinone (MCIT), ne peuvent plus être mis sur le marché européen.

Une peinture au doigt contient même trois conservateurs : le zinc-pyrithione, médicament bactéricide, la MIT, isothiazolinone, puissant sensibilisant cutané, le bronopol, antimicrobien, lent libérateur de formaldéhyde. Pourtant, c'est le seul produit parmi les 52 fournitures analysées à être, à la fois, approuvé par l'Écolabel américain du *Art and Creative Materials Institute* (ACMI) et porteur de l'Écolabel danois A-Label obtenu par des produits ayant une FDS sans mention de danger, sans parabènes, sans perturbateurs endocriniens, sans allergènes. ***Ce produit a été retenu pour les essais d'émission au CSTB.***

Pour limiter les risques associés à l'ingestion involontaire, un répulsif ayant un goût extrêmement amer et désagréable est ajouté. Il s'agit le plus souvent du benzoate de dénatonium, substance non nocive mentionnée sur l'emballage. Pour l'un des produits, l'avertissement relatif à la présence de conservateurs et d'amérissant est mentionné sur l'emballage, mais aussi sur les différents tubes ce qui maintient l'information des consommateurs après abandon de l'emballage.

• Information du consommateur et du prescripteur

Concernant les deux gouaches, la qualité et la quantité de données communiquées sont fort différentes pour les produits de grande distribution et de marque, ce dernier ne fournissant aucune information sur l'emballage du produit et dans la FDS. En revanche, pour un produit de nature certainement très proche, la composition de la gouache de grande distribution est parfaitement détaillée et le consommateur est averti des risques d'allergie cutanée liée aux conservateurs de la famille des isothiazolinones. En raison de ce risque allergique, un conseil de sécurité non négligeable et rarement donné est mentionné pour les enfants : « Ne pas mouiller le pinceau sur la langue. Ne pas utiliser sur la peau ».

Pour la peinture pailletée, les éléments d'étiquetage sont mentionnés dans la FDS : présence du mélange d'isothiazolinones allergisantes. Mais cette information n'est pas communiquée au consommateur sur l'emballage du produit. Au contraire, le produit est étiqueté « Non toxique ».

Les précisions sur les pigments incorporés dans les peintures ne sont apportées que dans une seule FDS de gouache de la grande distribution qui détaille la nature de 10 différents pigments et colorants utilisés. Leur pourcentage compris, par exemple, entre 0 et 22 %, n'informe guère sur leur quantité exacte, ceci en raison du secret industriel de la composition. Aucun des pigments n'est classé quant à sa toxicité. Aucune phrase de risque n'est mentionnée.

4.3.9. Les surligneurs

Cinq surligneurs à encre fluorescente et deux surligneurs à sec (à gel et à mine) ont été analysés.

Quatre FDS des surligneurs à encre ont été accessibles. La comparaison de deux FDS (2016 et 2018) d'un surligneur jaune indique une baisse de teneurs en solvants organiques dans l'encre du produit 2018 (0,0 %) par rapport à celui de 2016 (9,2 %). ***Un de ces surligneurs à encre a été inclus dans les essais de caractérisation d'émission du CSTB.***

Absence des mentions d'étiquetage réglementaire sur l'emballage d'un des surligneurs alors que dans la FDS, en raison de la présence de conservateurs allergisants cutanés, il est rappelé l'obligation d'apposer le pictogramme avec mention « Attention » et le texte suivant « Mélange de : 5-chloro-2-méthyl-2H-isothiazol-3-one; 2-méthyl-2H-isothiazol-3-one. Peut provoquer une allergie cutanée ». En outre, il contient du bronopol, conservateur, libérateur de formaldéhyde.

Dans La *Product Data Sheet* du surligneur gel, il est mentionné que la cire de surlignage est composée : d'un colloïde (gel), d'un agent mouillant (glycérol) et d'eau en faible quantité. Les pigments fluorescents sont exempts de métaux lourds et ne sont pas radioactifs.

4.4. Conclusions

À la différence de la précédente analyse sanitaire des fournitures scolaires du catalogue du prestataire de la Ville de Grenoble, cette nouvelle investigation a permis de mieux appréhender la présence et la qualité des informations transmises au grand public dans l'étiquetage des produits mis sur le marché.

4.4.1. Informations sur la composition des fournitures scolaires

4.4.1.1. FDS et SDS communiquées pour 67 % des fournitures scolaires sélectionnées

Malgré le manque d'obligation réglementaire et l'inégale accessibilité des informations, le total des fiches de données de sécurité (FDS) et des security data sheet (SDS) collectées et analysées représente près de 67 % des 52 produits retenus.

4.4.1.2. Inégalité de qualité des informations accessibles au consommateur sur l'emballage

Absence d'information de danger sur l'étiquetage

La présence des conservateurs allergisants de la famille des isothiazolinones n'est très souvent pas mentionnée, mais cela est peut-être lié au changement de la réglementation européenne applicable depuis mai 2017. Il n'y a pas non plus d'information sur la présence d'alcools.

Il peut y avoir des incohérences entre certaines données de FDS et l'étiquetage des produits. C'est souvent une présentation avantageuse de la composition du produit donnée au public. Par exemple, l'étiquetage d'une colle annonce 70 % de matières naturelles : comme la FDS mentionne 72,7 % d'eau en teneur de solvants, les 70 % de matières naturelles sont vraisemblablement de l'eau.

Appellations trompeuses

L'appellation « colle blanche » donne une impression de composition inoffensive et renvoie aux colles à base d'amidon. Or, tous les bâtons de colle blanche ne sont pas des colles à base d'amidon. Certains sont des colles vinyliques.

4.4.1.1. Conséquences de l'hétérogénéité de l'information du consommateur

Lors du choix, entre différentes fournitures, l'acheteur aura tendance à privilégier le produit ne mentionnant aucun danger. Mais en raison de l'absence d'une réglementation relative à ces produits, il ne sélectionnera pas pour autant un produit totalement inoffensif.

4.4.2. Marquage et labels des fournitures scolaires analysées

Seules deux catégories de produits communiquent des références de qualité : les feutres de coloriage et les peintures.

4.4.2.1. Conformité à la Directive 2009/48/CE pour les fournitures scolaires considérées comme des jouets et ayant le marquage CE

Parmi les produits analysés, les instruments de dessin et de peinture sont concernés, notamment ceux destinés aux enfants jusqu'à l'âge de 6 ans pour lesquels il y a une probabilité que leurs composants puissent entrer en contact avec la bouche. Les exigences applicables concernent la migration de composés CMR, de substances parfumantes allergisantes, de 19 éléments chimiques : aluminium, antimoine, arsenic, baryum, bore, cadmium, chrome (2 formes), cobalt, cuivre, plomb, manganèse, mercure, nickel, sélénium, strontium, étain, composés organostanniques et zinc. Depuis 2017, les conservateurs de la famille des isothiazolinones sont interdits dans les jouets. Les produits portant le marquage CE doivent par conséquent les retirer de la composition. Mais les marques n'ayant pas le marquage CE, pourront continuer à les utiliser sans même mentionner leur présence sur l'emballage. La présence de différents phtalates et la possibilité d'inhalation de composés volatils émis par les fournitures scolaires considérées comme des jouets n'entrent pas dans les exigences de sécurité de la NF EN 71-3 qui permet de répondre aux enjeux de la Directive Jouets.

4.4.2.2. Label américain ACMI-AP

Parmi les sept peintures analysées, quatre mentionnent le label ACMI-AP sur leur emballage : 2 peintures au doigt, une peinture acrylique et une peinture gel pailleté. Ce label s'appuie sur la norme ASTM D 4236 "Standard Practice for Labeling Art Materials for Chronic Health Hazards" à laquelle toutes les fournitures d'art vendues aux États-Unis doivent être conformes et correctement étiquetées pour les dangers chroniques pour la santé, conformément à la loi fédérale sur l'étiquetage des matériaux dangereux.

Une peinture au doigt a obtenu l'ACMI-AP malgré la présence de trois conservateurs (zinc-pyriothione, médicament bactéricide, MIT, isothiazolinone, puissant sensibilisant cutané, bronopol, antimicrobien, lent libérateur de formaldéhyde) et la mention dans la FDS de l'inscription au tableau 43 des maladies professionnelles pour les affections provoquées par l'aldéhyde formique (formaldéhyde) et au tableau 65 pour lésions eczématiformes de mécanisme allergique, des travaux exposant au formaldéhyde et, dans le cadre de l'ordonnance suisse, le formaldéhyde (méthanal) avec son numéro CAS 50-00-0. *Cette peinture a fait l'objet des essais d'émission par le CSTB.* La présence de formaldéhyde a été confirmée.

4.4.2.3. A-Label

La peinture au doigt qui a le label ACMI-AP porte aussi la certification danoise A-Label du Conseil Mixte de Creative & Hobby Materials, décernée aux produits ayant une FDS sans mention de danger, sans parabènes, sans perturbateurs endocriniens, sans allergènes et dont les exigences ont été établies avec le laboratoire EUROFINS.

Or la FDS souligne « qu'aucun élément d'étiquetage n'est requis pour ce mélange », mais la présence de la MIT, conservateur fortement allergisant, de bronopol, libérateur de formaldéhyde, est mentionnée sur l'étiquetage, conjointement aux labels ACMI-AP et A-label.

En outre, comme il est indiqué dans le paragraphe précédent, il est mentionné dans la FDS des inscriptions aux tableaux des maladies professionnelles pour les affections provoquées par l'aldéhyde formique (formaldéhyde).

4.4.2.4. Autres labels ou marques

Parmi les 52 fournitures scolaires sélectionnées, aucune n'a la marque NF environnement - Instruments d'écriture (NF 400), ni les labels Ange Bleu ou Cygne Blanc.

4.4.3. Propositions d'informations minimales complémentaires pour la liste des fournitures scolaires du Ministère de l'Éducation nationale

FOURNITURES SCOLAIRES LISTE MODÈLE Rentrée 2018

Marquage CE obligatoire Absence d'isothiazolinones

Marquage CE obligatoire Absence d'isothiazolinones

Préférer le ruban correcteur moins polluant que le stylo correcteur

Bâton de colle blanche uniquement à base d'amidon

Fournitures supplémentaires

Pour le collège				
1 pochette de papier dessin à grain 21 x 29,7 cm - 180 g/m ²	2 porte-vues 21 x 29,7 cm - 40 à 50 vues	Cartouches d'encre (bleu)	1 effaceur récepteur	1 stylo plume
Pour le lycée				
2 porte-vues 21 x 29,7 cm - 40 à 50 vues	Cartouches d'encre (bleu)	1 effaceur récepteur	1 stylo plume	

Notons cependant qu'il serait pertinent de compléter les référentiels des labels existants pour intégrer à la fois des critères environnementaux et des critères sanitaires renforcés. En effet, pour le consommateur, la multiplication des affichages et des informations n'est pas satisfaisante et peut même être contreproductive.

5. Caractérisation des émissions des polluants volatils de 34 fournitures scolaires

Selon l'analyse sanitaire de 115 fournitures scolaires du catalogue de la Ville de Grenoble et de 52 produits accessibles au grand public dans la grande distribution, la caractérisation des émissions des polluants volatils a été réalisée pour une sélection de 34 fournitures scolaires susceptibles d'être les plus émissives parmi les plus utilisées par les enfants.

En effet, les émissions des fournitures scolaires restent encore très mal documentées. En France, une seule étude⁷ pilotée par l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) et le CSTB sur ce sujet a été identifiée.

5.1. Choix des produits testés

Les 34 produits testés ont été sélectionnés en accord entre la Ville de Grenoble, MEDIECO et le CSTB, sur la base des listes de produits achetés par la Ville et des informations sur ces produits, collectées par MEDIECO (déclaration du fabricant, indications de composition, fiches de données de sécurité, etc.). Ils sont répartis dans 9 catégories de fournitures scolaires (Tableau 2).

Catégories	Nombre de produits testés	Catégories	Nombre de produits testés
Colles	7	Peintures	6
Feutres	4	Surligneurs	2
Stylos	4	Effaceurs	1
Correcteurs	3	Papiers	3
Marqueurs effaçables	4		

Tableau 2 : Catégories des fournitures scolaires sélectionnées

Ces produits ont été échantillonnés par MEDIECO auprès des fournisseurs de la Ville de Grenoble ou achetés auprès de la grande distribution. Ils ont été ensuite envoyés pour essai au CSTB.

Référence	Catégorie et Type	Référence	Catégorie et Type
TR-1	Colle bâton	TR-18	Correcteur ruban
TR-2	Colle bâton	TR-19	Marqueur effaçable
TR-3	Colle bâton	TR-19bis	Marqueur effaçable
TR-4	Colle stylo	TR-20	Marqueur effaçable
TR-5	Colle liquide	TR-21	Marqueur effaçable
TR-6	Colle liquide	TR-22	Peinture gouache
TR-7	Colle roller	TR-23	Peinture gouache
TR-8	Feutre	TR-24	Peinture acrylique cyan
TR-9	Feutre	TR-25	Peinture acrylique jaune
TR-10	Feutre	TR-26	Peinture acrylique rouge
TR-11	Feutre	TR-27	Peinture au doigt
TR-12	Stylo à bille	TR-28	Surligneur
TR-13	Stylo à bille	TR-29	Surligneur
TR-14	Stylo roller	TR-30	Effaceur-réécrivain
TR-15	Stylo roller	TR-31	Papier A4 blanc 120 g
TR-16	Correcteur stylo	TR-32	Papier A4 bleu 80 g
TR-17	Correcteur stylo	TR-33	Feuille cahier Seyes 90 g

Tableau 3 : Références TROUSS'AIR des 34 fournitures scolaires testées

5.2. Méthodologie des essais

Les normes de référence utilisées pour les essais et la préparation des éprouvettes d'essais sont détaillées dans le rapport du CSTB en ANNEXE 2 de ce rapport.

Les essais ont été réalisés en chambre d'essai d'émission selon la norme NF EN ISO 16000-9 avec température de 23 ± 2 °C, humidité relative HR de 50 ± 5 %, débit d'air de 1 L/min et une surface éprouvette de 0,12 m² (2 feuilles A4 recto).

⁷ Derbez M. et C. Solal. *Étude exploratoire : caractérisation des émissions de fournitures scolaires et de produits d'entretien utilisés dans une école et analyse des données de composition. Rapport CSTB-DSC/2014-068.*

Sur la base des premiers essais réalisés sur les fournitures scolaires (OQAI-CSTB, 2014), le protocole d'essai a consisté en deux prélèvements de 60 minutes (0-60 min et 60-120 min) et analyses de l'air en sortie des chambres d'essai d'émissions.

Les composés recherchés sont les composés majoritaires à l'émission des différentes fournitures scolaires testées pour les deux techniques analytiques utilisées : prélèvements sur gel de silice imprégné de DNPH et analyse par HPLC-UV pour le formaldéhyde, l'acétaldéhyde et les composés carbonylés, prélèvements sur tubes garnis de Tenax TA et analyse par TD-GC-MS-FID pour les COV.

Les composés mesurés par HPLC-UV ont été quantifiés par étalonnage spécifique. Les COV mesurés par TD-GC-MS-FID ont été quantifiés en utilisant le facteur de réponse du toluène (concentrations mesurées en toluène équivalent).

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

Pour les fournitures appliquées sur papier (feutres, stylos, surligneurs, effaceurs), la concentration en composés organiques volatils totaux (alors notée COVT*) des produits seuls (après soustraction des émissions du papier) est calculée comme la somme des COV identifiés et quantifiés.

5.3. Présentation des résultats

Les résultats des essais sont présentés sous la forme de facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SER SE_{R_A} , en $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$). Pour les produits testés sur plaques de verre (colles, correcteurs, marqueurs effaçables, peintures), ils sont présentés tels quels. Pour les produits appliqués sur papier (feutres, stylos, surligneurs, effaceurs), ils sont présentés sous deux formes :

SER_A du produit appliqué sur papier

SER_A du produit seul (SER_A du papier retranché)

L'essai concernant le produit appliqué sur le papier traduit les émissions du produit testé et du support (feuille de papier). Ce résultat présente l'avantage de renseigner les émissions globales auxquelles les élèves sont exposés pendant l'utilisation des différents produits. En effet, les feutres, stylos, surligneurs, effaceurs sont toujours utilisés avec un support papier. Le SER_A du produit seul, qui est obtenu par soustraction du SER_A du papier TR32, permet d'identifier les composés émis spécifiquement par le produit concerné.

5.4. Analyse des émissions des polluants volatils des colles

La caractérisation des émissions de polluants volatils a été réalisées pour 7 colles présentées dans le Tableau 4.

Référence	Type de colle	Référence	Type de colle
TR-1	Colle bâton	TR-5	Colle liquide
TR-2	Colle bâton	TR-6	Colle liquide
TR-3	Colle bâton	TR-7	Colle roller
TR-4	Colle stylo		

Tableau 4 : Liste des colles caractérisées en chambre d'émission

5.4.1. Colle bâton TR1

5.4.1.1. Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la colle bâton TR1

Le principal composé émis par la colle bâton TR1 est le propylène glycol. Il représente la majeure partie des émissions de ce produit car sa concentration est proche de celle mesurée pour les COV totaux (Tableau 5).

Composés	N° CAS	Méthode	Étalonnage	SERs [0h-1h] (µg/m ² /h)	SERs [1h-2h] (µg/m ² /h)
Formaldéhyde	50-00-0	HPLC	spécifique	1	< LD
Acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	spécifique	1	0,3
Propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	spécifique	0,5	< LQ
Valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	spécifique	0,7	0,3
Hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	spécifique	0,7	< LD
Éthanol	64-17-5	GC-MS	eq. toluène	< LD	2
Acétonitrile	75-05-8	GC-MS	eq. toluène	8	9
Hexane	110-54-3	GC-MS	eq. toluène	0,7	< LD
Anhydride acétique	108-24-7	GC-MS	eq. toluène	5	2
Propylène glycol	57-55-6	GC-MS	eq. toluène	979	1270
2-éthyl-4-méthyl-1-pentanol	106-67-2	GC-MS	eq. toluène	5	< LD
2-phénoxy-éthanol	122-99-6	GC-MS	eq. toluène	3	20
4-amino-1-butanol	13325-10-5	GC-MS	eq. toluène	< LD	13
2-isopropoxyéthanol	109-59-1	GC-MS	eq. toluène	< LD	3
1-isopropoxypropan-2-ol	3944-36-3	GC-MS	eq. toluène	< LD	2
1-heptène-4-ol	3521-91-3	GC-MS	eq. toluène	< LD	0,8
TVOC	-	GC-MS	eq. toluène	999	1320

Tableau 5 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la colle bâton TR1

D'après sa fiche toxicologique, le propylène glycol, chef de file des éthers de glycol de la série P, est réputé peu toxique. Les effets observés font suite à son emploi dans des médicaments, des aliments ou des produits cosmétiques. Les expositions professionnelles provoquent des irritations cutanées et des muqueuses et rarement des allergies cutanées.

5.4.1.2. Données recueillies pour l'analyse

Pour ce produit, plusieurs documents ont été obtenus :

- La fiche technique: formule de colle sans solvant composée à 98% d'ingrédients d'origine naturelle avec l'amidon modifié comme matière première de base), pH : 10,5
- La fiche de données de sécurité (FDS 2015) mentionne que le produit n'est pas classifié selon le règlement CLP et ne contient pas de composants dangereux. La teneur en solvants est présentée de la manière suivante : 0,0 % de solvants organiques, 55,5 % d'eau et 0 % de COV (CE). La FDS 2012 mentionnait 5,5 % de solvants organiques et 56,5% d'eau.
- Deux certificats sont délivrés par le fabricant : l'un attestant que le bâton de colle est conforme à la directive COV et contient 0% de COV et qu'il ne contient pas de substances CMR ni de formaldéhyde ; l'autre de février 2008, indique que le formaldéhyde et l'acétaldéhyde n'entrent pas dans la fabrication des produits de la marque et ne font pas l'objet d'un ajout.

5.4.1.3. Comparaison des résultats des essais d'émission avec les éléments d'analyse

La FDS et un des certificats indiquent que les produits contiennent 0% de COV. Le propylène glycol a un point d'ébullition de 188 °C et sa pression de vapeur saturante est de 10,6 Pascals soit 0,0106 kPa. D'après les différentes définitions, le propylène glycol est bien un COV.

L'affirmation de l'absence de COV ne correspond pas aux fortes émissions de propylène glycol qui est un COV.

Les essais confirment que le produit n'émet pas de formaldéhyde et d'acétaldéhyde.

5.4.1.4. Pistes de réflexion pour la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges

D'après la Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail au Québec⁸, le propylène glycol, ingrédient alimentaire, pharmaceutique ou cosmétique, est classé « généralement reconnu inoffensif » par la Food and Drug Administration américaine. Il est utilisé comme solvant, émulsifiant, humectant, émoullit et agent de conservation dans ces produits. Au regard de ces éléments, il ne semble pas nécessaire d'inclure des recommandations de limitation du propylène glycol dans les clauses sanitaires des fournitures scolaires.

5.4.2. Colle bâton TR2

5.4.2.1. Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la colle bâton TR2

Composés	N° CAS	Méthode	Étalonnage	SERs [0h-1h] (µg/m ² /h)	SERs [1h-2h] (µg/m ² /h)
Formaldéhyde	50-00-0	HPLC	spécifique	7	4
Acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	spécifique	4	2
Propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	spécifique	0,8	LQ
Propylène glycol	57-55-6	GC-MS	eq. toluène	25	24
4-penténal	2100-17-6	GC-MS	eq. toluène	1	LD
Butylcyclopropane	930-57-4	GC-MS	eq. toluène	2	LD
1-vinyl-2-pyrrolidone	88-12-0	GC-MS	eq. toluène	7	2
4-amino-1-butanol	13325-10-5	GC-MS	eq. toluène	2	4
2-isopropoxyéthanol	109-59-1	GC-MS	eq. toluène	1	2
1-isopropoxypropan-2-ol	3944-36-3	GC-MS	eq. toluène	0,8	2
TVOC	-	GC-MS	eq. toluène	35	33

Tableau 6 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la colle bâton TR2

Le principal composé émis par le bâton de colle TR2 est le propylène glycol mais les concentrations sont très faibles, 24 µg/m²/h lors de la deuxième heure pour ce bâton de colle contre 1 270 µg/m²/h pour le bâton de colle TR1 (Tableau 6).

5.4.2.2. Données recueillies pour l'analyse

Le bâton de colle TR2 contient, selon la FDS, de l'alcool polyvinylique à l'eau et le mélange d'isothiazolinones, CMIT/MIT à < 0,0015. Le pH est de 7. Teneur en solvant organique : 0,0 %. Phrase H : EUH208 Contient CMIT/MIT. Peut produire une réaction allergique.

5.4.2.3. Comparaison des résultats des essais d'émission avec les éléments d'analyse

La FDS indique que le produit contient 0% de solvant organique. Or, le propylène glycol est bien un solvant⁹, même s'il est réputé peu toxique.

Les isothiazolinones n'ont pu être recherchées dans le cadre du projet TROUSS'AIR, car le développement d'une méthode analytique spécifique à ces composés fait l'objet d'une thèse en cours au moment des tests.

5.4.2.4. Pistes de réflexion pour la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges

Il ne semble pas nécessaire d'inclure des recommandations de limitation du propylène glycol dans les clauses sanitaires des fournitures scolaires.

5.4.3. Colle bâton TR3

5.4.3.1. Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la colle bâton TR3

Comme pour les colles bâton TR1 et TR2, la principale substance émise est le propylène glycol avec des teneurs deux fois plus élevées que le produit TR1 et 100 fois plus que le produit TR2 (Tableau 7).

⁸ https://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/Pages/fiche-complete.aspx?no_produit=8235

⁹ INRS. Fiche toxicologique 226. Février 2020

Le TR3 émet également un solvant, l'acétone, dont le point d'ébullition est de 56,1 °C et la pression de vapeur saturante est de 24,7 KPa à 20 °C. L'exposition à de fortes concentrations d'acétone provoque des effets déprimeurs du système nerveux central et une irritation des muqueuses. L'exposition cutanée répétée peut induire une dermatite de contact.

Composés	N° CAS	Méthode	Étalonnage	SERS	
				[0h-1h] (µg/m ² /h)	[1h-2h] (µg/m ² /h)
Formaldéhyde	50-00-0	HPLC	spécifique	8	3,7
Acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	spécifique	3	2,2
Acétone	67-64-1	HPLC	spécifique	33	30
Propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	spécifique	0,8	LD
Butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	spécifique	0,6	LQ
Isovaléraldéhyde	590-36-3	HPLC	spécifique	LD	0,5
Hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	spécifique	0,6	LQ
Acétonitrile	75-05-8	GC-MS	eq. toluène	2	7,8
Propylène glycol	4254-14-2	GC-MS	eq. toluène	2736	2961
Cyclobutylamine	2516-34-9	GC-MS	eq. toluène	4	16
Béta-butyrolactone	3068-88-0	GC-MS	eq. toluène	1	4
Alcool benzylique	100-51-6	GC-MS	eq. toluène	8	5
Cyclopropane	75-19-4	GC-MS	eq. toluène	2	4
α-azido-cumène	32366-26-0	GC-MS	eq. toluène	4	3
1-heptèn-4-ol	3521-91-3	GC-MS	eq. toluène	0,7	0,6
TVOC	-	GC-MS	eq. toluène	2746	2984

Tableau 7 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la colle bâton TR3

5.4.3.2. Données recueillies pour l'analyse

Pas de FDS établie par le fabricant, qui considère les fournitures scolaires comme des produits finis ne s'inscrivant pas dans le champ d'application des FDS, à la différence des substances et des préparations considérées par la directive européenne.

Obtention d'une déclaration de conformité de 2018 qui garantit que les substances suivantes ne sont pas utilisées pour la formulation du bâton de colle TR3 : xylène, toluène, formaldéhyde ou libérateur de formaldéhyde, benzène, phtalates, substances sensibilisantes et CMR. Il est également mentionné que la colle bâton contient un conservateur nécessaire pour éviter la prolifération de micro-organismes, sans en préciser la nature. Celui-ci ne serait pas classé dangereux selon le règlement CLP. Elle contient également une substance pouvant être considérée comme un COV (point d'ébullition < 250 °C).

5.4.3.3. Comparaison des résultats d'essais d'émission avec les éléments d'analyse

D'après les résultats, le xylène, le toluène, le benzène, n'entrent pas dans la composition du bâton de colle TR3.

La déclaration du fabricant mentionne la présence d'une substance pouvant être considérée comme un COV. Il peut s'agir du propylène glycol.

5.4.3.4. Pistes de réflexion pour la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges

Les clauses sanitaires du cahier des charges pour le marché public des fournitures scolaires doivent intégrer l'absence d'émission de solvant de type acétone par les bâtons de colle.

5.4.4. Colle stylo TR4

5.4.4.1. Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la colle stylo TR4

Les émissions de COVT du stylo colle TR4 sont très faibles avec néanmoins de légères teneurs en formaldéhyde (Tableau 8).

5.4.4.1. Données recueillies pour l'analyse

La fiche technique de cette colle transparente en stylo indique que le produit est sans solvant.

La fiche de données de sécurité précise que le produit n'est pas classifié selon le règlement CLP et ne contient pas de composants dangereux (pH : 5. Teneur en solvants : eau 34,4 % et COV (CE) : 0,00 %).

Deux certificats du fabricant précisent que le stylo colle TR4 est conforme à la directive COV et contient 0% de COV et que le produit ne contient pas de substances CMR ni de formaldéhyde, ni de formaldéhyde.

Composés	N° CAS	Méthode	Étalonnage	SERs	
				[0h-1h] (µg/m ² /h)	[1h-2h] (µg/m ² /h)
Formaldéhyde	50-00-0	HPLC	spécifique	7	5
Acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	spécifique	8	4
Acétone	67-64-1	HPLC	spécifique	6	4
Propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	spécifique	0,4	0,3
Benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	spécifique	0,3	LD
Hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	spécifique	0,6	0,4
THF	109-99-9	GC-MS	eq. toluène	0,8	0,6
2,2'-azobis(2-méthyl-propionitrile)	78-67-1	GC-MS	eq. toluène	2	0,9
2-phénoxyéthanol	122-99-6	GC-MS	eq. toluène	0,4	2
TVOC	-	GC-MS	eq. toluène	37	31

Tableau 8 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la colle stylo TR4

5.4.4.2. Comparaison des résultats d'essais d'émission avec les éléments d'analyse

Les essais infirment les affirmations du fabricant sur l'absence de formaldéhyde.

5.4.4.3. Pistes de réflexion pour la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges

L'absence d'émission de formaldéhyde sera intégrée dans les clauses sanitaires.

5.4.5. Colle liquide TR5

5.4.5.1. Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la colle liquide TR5

Composés	N° CAS	Méthode	Étalonnage	SERs	
				[0h-1h] (µg/m ² /h)	[1h-2h] (µg/m ² /h)
Formaldéhyde	50-00-0	HPLC	spécifique	72	80
Acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	spécifique	1	0,7
Acétone	67-64-1	HPLC	spécifique	4	1
Acroléine	107-02-8	HPLC	spécifique	0,3	LQ
Propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	spécifique	0,9	0,4
Butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	spécifique	0,2	0,2
Benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	spécifique	0,5	0,7
Valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	spécifique	0,6	0,2
Hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	spécifique	0,3	0,2
Acide acétique	64-19-7	GC-MS	eq. toluène	2	3
1-Hydroxyacétone	116-09-6	GC-MS	eq. toluène	54	39
Propylène glycol	57-55-6	GC-MS	eq. toluène	219	307
non identifié	-	GC-MS	eq. toluène	0,6	LD
non identifié	-	GC-MS	eq. toluène	0,6	0,7
2-phénoxyéthanol	122-99-6	GC-MS	eq. toluène	2	2
Diisobutyl succinate	925-06-4	GC-MS	eq. toluène	1	1
Di(sec-butyl) 2-méthylsuccinate	57983-31-0	GC-MS	eq. toluène	0,9	1
TVOC	-	GC-MS	eq. toluène	278	350

Tableau 9 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la colle liquide TR5

Les principaux composés émis par la colle liquide TR5 sont propylène glycol, formaldéhyde et 1-hydroxyacétone (Tableau 9 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la colle liquide TR5 (Tableau 9)).

5.4.5.2. Données recueillies pour l'analyse

La fiche de données de sécurité précise que le produit n'est pas classifié selon le règlement CLP mais ne mentionne pas le mélange MIT/BIT communiqué par une attestation de composition du fabricant.

Un rapport d'essai de laboratoire a évalué les émissions du produit conformément à la norme ISO 16000-9 demandé par l'arrêté du 19 avril 2011 relatif à l'étiquetage des produits de construction. Testé selon le scénario murs intérieurs, le produit serait classé A+. Les émissions de COV totaux à 28 jours sont de 3,69 µg/m³. Il est noté la présence de tétrachloroéthylène avec une concentration à 28 jours de 6,15 µg/m³. Ce solvant, cancérigène possible, est habituellement utilisé pour le nettoyage à sec et pour dégraisser les métaux.

Une attestation du fabricant mentionne la composition de la colle liquide TR5 : eau, alcool polyvinylique (CAS 9002-89-5), méthylisothiazolinone (MIT) (CAS2685-20-04), benzisothiazolinone (BIT) (CAS 2634-33-5), aldéhyde benzoïque (100-52-7), bronopol (52-51-7). Elle indique également que si les substances CMR sont bannies depuis longtemps, les délais de conservation longs des produits obligent encore à utiliser des conservateurs tout en cherchant à les réduire.

5.4.5.3. Comparaison des résultats d'essais d'émission avec les éléments d'analyse

Les émissions de formaldéhyde sont liées à la présence du bronopol, précurseur du formaldéhyde. Le manque de pertinence de l'évaluation des émissions d'une fourniture scolaire selon la norme ISO 16000-9 (qui est adaptée aux produits de construction) est mis en évidence : les émissions de formaldéhyde sont quantifiables et élevées à moins de 2 h, mais très faibles lors d'une mesure à 28 jours. La mesure des émissions à 28 jours renseigne sur les émissions long terme du produit. Elles sont pertinentes pour les produits de construction mais pas pour les fournitures scolaires qui exposent à court terme. Ce n'est pas représentatif de l'exposition des enfants lors de l'utilisation des produits. La mention A+ n'est pas adaptée pour évaluer les émissions en COV des fournitures scolaires.

Le tétrachloroéthylène identifié lors de premiers essais n'a pas été retrouvé dans les essais du CSTB.

Les isothiazolinones n'ont pu être recherchées dans le cadre du projet TROUSS'AIR, car le développement d'une méthode analytique spécifique à ces composés fait l'objet d'une thèse en cours au moment des tests.

5.4.5.4. Pistes de réflexion pour la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges

Les clauses sanitaires du cahier des charges pour le marché public des fournitures scolaires doivent intégrer l'absence de bronopol et d'émission de formaldéhyde.

5.4.6. Colle liquide TR6

5.4.6.1. Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la colle liquide TR6

Les émissions de COVT sont faibles, 10 fois plus faibles que la colle TR5. Le principal composé émis par la colle liquide TR6 est le formaldéhyde (Tableau 10).

5.4.6.2. Données recueillies pour l'analyse

La fiche de données de sécurité mentionne la possibilité d'une réaction allergique en raison de la présence du mélange MIT/CMIT à un taux inférieur à 0,0015%.

Une attestation du fabricant précise que « il n'y a pas d'autre ingrédient volatil que de l'eau dans ce produit. Il y a très peu de libérateur de formaldéhyde présent dans ce produit : ± 0,01% Bronopol (2-bromo-2-nitro-1,3-propanediol). Aucune substance CMR n'est présente. Les seules substances sensibles pour la peau est sont mentionnées dans les sections 2 et 3 du FDS ».

5.4.6.3. Comparaison des résultats d'essais d'émission avec les éléments d'analyse

Les concentrations en formaldéhyde ne sont pas négligeables et démontrent que de très faibles teneurs en bronopol (± 0,01% selon le fabricant) peuvent être à l'origine d'émissions de formaldéhyde quantifiables lors de l'emploi du produit.

Les isothiazolinones n'ont pu être recherchées dans le cadre du projet TROUSS'AIR, car le développement d'une méthode analytique spécifique à ces composés fait l'objet d'une thèse en cours au moment des tests.

Composés	N° CAS	Méthode	Étalonnage	SERs [0h-1h] ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	SERs [1h-2h] ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)
Formaldéhyde	50-00-0	HPLC	spécifique	35	40
Acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	spécifique	2	1
Acétone	67-64-1	HPLC	spécifique	6	2
Propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	spécifique	5	3
Benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	spécifique	2	3
Hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	spécifique	0,8	LD
Acétate de méthyle	79-20-9	GC-MS	eq. toluène	6	1
2-butanone	78-93-3	GC-MS	eq. toluène	3	0,5
Tétrahydrofurane	109-99-9	GC-MS	eq. toluène	1	0,5
1-butanol	71-36-3	GC-MS	eq. toluène	3	0,8
Propylène glycol	57-55-6	GC-MS	eq. toluène	2	8
Toluène	108-88-3	GC-MS	eq. toluène	0,6	0,4
Phénol	108-95-2	GC-MS	eq. toluène	0,4	0,6
Alcool benzylique	100-51-6	GC-MS	eq. toluène	0,9	2
Nonanal	124-19-6	GC-MS	eq. toluène	0,6	0,8
Décanal	112-31-2	GC-MS	eq. toluène	0,4	0,8
2-phénoxyéthanol	122-99-6	GC-MS	eq. toluène	5	14
Di(sec-butyl) 2-méthylsuccinate	57983-31-0	GC-MS	eq. toluène	0,6	1
TVOC	-	GC-MS	eq. toluène	17	31

Tableau 10 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la colle liquide TR6

5.4.6.4. Pistes de réflexion pour la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges

Les résultats obtenus confirment la nécessité d'intégrer l'absence de bronopol et d'émission de formaldéhyde dans les clauses sanitaires du cahier des charges pour le marché public des fournitures scolaires.

5.4.7. Colle roller TR7

5.4.7.1. Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la colle roller TR7

Les émissions du roller colle sont très faibles avec des traces de 2-éthyl-1-hexanol (Tableau 11).

Composés	N° CAS	Méthode	Étalonnage	SERs [0h-1h] ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	SERs [1h-2h] ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)
Formaldéhyde	50-00-0	HPLC	spécifique	3	0,5
Acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	spécifique	0,6	LQ
Acétone	67-64-1	HPLC	spécifique	4	1
Butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	spécifique	0,4	LD
Hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	spécifique	1	0,4
Acétonitrile	75-05-8	GC-MS	eq. toluène	0,6	0,6
2-butanone	78-93-3	GC-MS	eq. toluène	2	LD
Acétate d'éthyle	141-78-6	GC-MS	eq. toluène	1	0,3
THF	109-99-9	GC-MS	eq. toluène	3	0,7
Toluène	108-88-3	GC-MS	eq. toluène	0,6	LD
2-éthyl-1-hexanol	104-76-7	GC-MS	eq. toluène	7	6
Nonanal	124-19-6	GC-MS	eq. toluène	1	0,7
Décanal	112-31-2	GC-MS	eq. toluène	0,7	1
TVOC	-	GC-MS	eq. toluène	13	9

Tableau 11 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la colle roller TR7

5.4.7.1. Données recueillies pour l'analyse

La fiche de données de sécurité (FDS2018) précise : le produit n'est pas classifié selon le règlement CLP et la teneur en COV est de 0,00 %. Un certificat (2018) indique que le formaldéhyde et l'acétaldéhyde n'entrent pas dans la fabrication du produit.

5.4.7.2. Comparaison des résultats d'essais d'émission avec les éléments d'analyse

Les essais confirment les affirmations du fabricant à savoir l'absence de formaldéhyde et d'acétaldéhyde et les faibles émissions de COVT.

5.4.7.3. Pistes de réflexion pour la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges

Pas de clause sanitaire particulière à intégrer.

5.4.8. Synthèse de l'analyse des émissions de polluants volatils des colles sélectionnées

Les principaux résultats observés sur les sept colles étudiées sont les suivants :

- Le propylène glycol, co-solvant des produits en phase aqueuse, est présent dans quatre d'entre elles : deux bâtons de colle sur trois (dont un qui en émet 2 961 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et les deux colles liquides. La toxicité de cet éther de glycol est faible comparativement aux éthers de glycol dérivés de l'éthylène glycol.
- Les deux colles liquides :
 - Dont la formulation intègre de très faibles concentrations de bronopol, émettent du formaldéhyde en teneurs non négligeables
 - Contiennent des conservateurs allergisants de la famille des isothiazolinones : Méthylisothiazolinone (MIT) dans les deux produits, chlorométhylisothiazolinone (CMIT) dans l'un et benzisothiazolinone (BIT) dans l'autre. Même si le pourcentage de ce mélange est inférieur à 0,0015 %, ces conservateurs peuvent être à l'origine d'exposition cutanées lors de l'utilisation des colles.
- Un bâton de colle émet de l'acétone. Ce solvant de la famille des cétones ne devrait pas être présent.
- Les émissions de COVT des bâtons de colle sont très inégales : 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour un et 1320 et 2 984 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les deux autres
- La colle stylo et le ruban roller sont les moins émissifs.

	Colle bâton TR1	Colle bâton TR2	Colle bâton TR3	Colle stylo TR4
COV émis SER(1h-2h) ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	Propylène glycol : 1 270	Propylène glycol : 24	Propylène glycol : 2 961 Acétone : 30	
COVT SER(1h-2h) ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	1 320	33	2 984	31
Potentiel émissif	Elevé	Faible	Très élevé	Faible

	Colle liquide TR5	Colle liquide TR6	Colle roller TR7
COV émis SER(1h-2h) ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	Formaldéhyde : 80 Propylène glycol : 307	Formaldéhyde : 40 2-phénoxyéthanol : 14 Propylène glycol : 8	2-éthyl-1-hexanol : 6
COVT SER(1h-2h) ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	350	31	9
Potentiel émissif	Moyen	Moyen	Faible

Tableau 12: Synthèse des émissions de polluants volatils des 7 colles testées

5.5. Analyse des émissions des polluants volatils des feutres

La caractérisation des émissions de polluants volatils a été réalisées pour quatre feutres présentés dans le Tableau 13.

Référence	Type de fourniture	Référence	Type de fourniture
TR-8	Feutre	TR-10	Feutre
TR-9	Feutre	TR-11	Feutre

Tableau 13. Liste des feutres caractérisés en chambre d'émission

5.5.1. Feutre TR8

5.5.1.1. Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le feutre TR8

Les émissions du feutre TR8 sont peu élevées et les composés majoritaires émis par ce feutre sont le diéthylène glycol et le propionaldéhyde.

Composés	N° CAS	Méthode	Étalonnage	SERs [0h-1h] (µg/m ² /h)	SERs [1h-2h] (µg/m ² /h)
Formaldéhyde	50-00-0	HPLC	spécifique	< LD	< LD
Acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	spécifique	< LD	< LD
Acétone	67-64-1	HPLC	spécifique	< LD	< LD
Propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	spécifique	12,8	9,2
Butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	spécifique	< LD	< LD
Benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	spécifique	0,2	<LD
Hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	spécifique	2,7	0,8
Acétonitrile	75-05-8	GC-MS	eq. toluène	2,1	< LD
Diéthylène glycol	111-46-6	GC-MS	eq. toluène	19,4	47,7
2-éthylhexanol	104-76-7	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
2-nonen-1-ol	22104-79-6	GC-MS	eq. toluène	0,7	2,4
2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
Dipropylène glycol	106-62-7	GC-MS	eq. toluène	0,9	2,0
Isopropyl glycidyl éther	4016-14-2	GC-MS	eq. toluène	1,3	2,5
TVOC	-	GC-MS	eq. toluène	27,3	55,3

Tableau 14: Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le feutre TR8

5.5.1.2. Données recueillies pour l'analyse

Les fiches de données de sécurité (FDS 2012) ont été communiquées pour chacune des couleurs de ce produit. Elles mentionnent la présence de 2,2-oxydiéthanol (diéthylène glycol).

5.5.1.3. Comparaison des résultats d'essais d'émission avec les éléments d'analyse

L'essai confirme la présence de diéthylène glycol (CAS 111-46-6), mentionnée dans la FDS. Ce composant utilisé dans les encres est accepté pour les instruments d'écriture labellisés NF Environnement. Les intoxications aiguës, décrites suite à l'utilisation du diéthylène-glycol comme excipient médicamenteux, associent des atteintes du système nerveux central, digestif, rénale et une acidose métabolique. Aucune donnée n'est disponible chez l'homme pour les effets chroniques, génotoxiques, cancérigènes ou sur la reproduction. (fiche Tox. 225 INRS)

Le propionaldéhyde est l'autre composé majoritaire émis par les feutres TR8. Cette substance est utilisée pour diverses applications en alimentation et en manufacture de produits courants, notamment dans les plastiques et caoutchoucs, pour la production de divers produits organiques en tant que

désinfectant ou agent de conservation et comme ingrédient de saveur synthétique dans plusieurs aliments. Aucun effet sensibilisant, reprotoxique ou cancérigène n'a été à ce jour relevé.

5.5.1.4. Pistes de réflexion pour la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges

Pas de clause sanitaire particulière à intégrer.

5.5.2. Feutre TR9

5.5.2.1. Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le feutre TR9

Les émissions de COVT du feutre TR9 sont faibles, mais les émissions de formaldéhyde sont élevées.

5.5.2.2. Données recueillies pour l'analyse

Pour ce produit, la fiche de données de sécurité n'a pas été transmise en raison de la politique du fabricant qui considère qu'un feutre est un article non soumis à une FDS même si les encres doivent fournir une FDS.

Composés	N° CAS	Méthode	Étalonnage	SERs [0h-1h] ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	SERs [1h-2h] ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)
Formaldéhyde	50-00-0	HPLC	spécifique	64,2	53,5
Acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	spécifique	< LD	< LD
Acétone	67-64-1	HPLC	spécifique	< LD	< LD
Propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	spécifique	< LD	< LD
Benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	spécifique	< LD	< LD
Isovaléraldéhyde	590-36-3	HPLC	spécifique	< LD	< LD
Hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	spécifique	0,4	0,5
THF	109-99-9	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
1-butanol	71-36-3	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
Acide acétique	64-19-7	GC-MS	eq. toluène	< LD	10,8
Acétylacétone	123-54-6	GC-MS	eq. toluène	< LD	1,2
Propylène glycol	57-55-6	GC-MS	eq. toluène	6,9	8,9
2-butoxyéthanol	111-76-2	GC-MS	eq. toluène	2,2	2,2
Octanal	124-13-0	GC-MS	eq. toluène	0,6	0,5
2-éthylhexanol	104-76-7	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
Nonanal	124-19-6	GC-MS	eq. toluène	1,3	1,4
Décanal	112-31-2	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
2-phénoxyéthanol	122-99-6	GC-MS	eq. toluène	0,8	1,1
Dibutyl méthylsuccinate	2- 18447-89-7	GC-MS	eq. toluène	1,9	1,2
TVOC	-	GC-MS	eq. toluène	14,1	27,6

Tableau 15 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le feutre TR9

Une attestation fournie en 2018 à la demande de la Ville de Grenoble garantit que les substances suivantes ne sont pas utilisées pour la formulation du feutre TR9 : xylène, toluène, formaldéhyde ou libérateur de formaldéhyde, benzène, phtalates, substances sensibilisantes et CMR. Il est également mentionné que le feutre contient un conservateur nécessaire pour éviter la prolifération de micro-organismes, sans en préciser la nature mais il ne serait pas classé dangereux selon le règlement CLP. Elle contient également une substance pouvant être considérée comme un COV (point d'ébullition < 250 °C).

5.5.2.3. Comparaison des résultats d'essais d'émission avec les éléments d'analyse

Les essais du laboratoire montrent une forte contradiction entre l'attestation du fabricant indiquant l'absence d'utilisation de formaldéhyde ou de libérateur de formaldéhyde et une émission élevée de formaldéhyde.

5.5.2.4. Pistes de réflexion pour la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges

Les résultats obtenus confirment la nécessité d'intégrer l'absence de bronopol et d'émission de formaldéhyde dans les clauses sanitaires du cahier des charges pour le marché public des fournitures scolaires.

5.5.3. Feutre TR10

5.5.3.1. Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le feutre TR10

Composés	N° CAS	Méthode	Étalonnage	SERs [0h-1h] ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	SERs [1h-2h] ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)
Formaldéhyde	50-00-0	HPLC	spécifique	9,9	6,4
Acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	spécifique	3,4	1,7
Acétone	67-64-1	HPLC	spécifique	< LD	< LD
Propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	spécifique	64,1	37,7
Butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	spécifique	< LD	< LD
Benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	spécifique	0,2	< LQ
Valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	spécifique	< LD	< LD
m/p-tolualdéhyde	620-23-5	HPLC	spécifique	0,2	< LQ
Hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	spécifique	2,3	2,8
2-butène	107-01-7	GC-MS	eq. toluène	1,4	1,2
Allyl alcool	107-18-6	GC-MS	eq. toluène	1,7	1,5
1-butanol	71-36-3	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
Acide acétique	64-19-7	GC-MS	eq. toluène	< LD	8,3
1-Hydroxyacétone	116-09-6	GC-MS	eq. toluène	6,2	4,3
Propylène glycol	57-55-6	GC-MS	eq. toluène	2 019,7	1674,5
Propylène carbonate	108-32-7	GC-MS	eq. toluène	1,5	1,1
2-éthylhexanol	104-76-7	GC-MS	eq. toluène	< LD	<
2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
3,3'-oxydi-1-propanol	2396-61-4	GC-MS	eq. toluène	3,4	3,0
Isopropyl glycidyl éther	4016-14-2	GC-MS	eq. toluène	4,0	3,6
TVOC	-	GC-MS	eq. toluène	2 040,6	1700,3

Tableau 16 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le feutre TR10

Les émissions du feutre TR10 sont très élevées : 2 040 (0-1h) et 1 700 $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$ (1-2 h). Trois polluants volatils sont majoritaires : propylène glycol, propionaldéhyde et formaldéhyde.

Le propylène glycol est réputé peu toxique comparativement aux éthers de glycol dérivés de l'éthylène glycol.

5.5.3.2. Données recueillies pour l'analyse

Pour ce produit comme pour le précédent, la fiche de données de sécurité n'a pas été transmise en raison de la politique de cet autre fabricant qui considère qu'un feutre est un article non soumis à une FDS même si les encres doivent fournir une FDS.

Une attestation fournie en 2018 par l'expert en conformité réglementaire du fabricant à la demande de la Ville de Grenoble garantit que ce produit ne contient pas dans sa composition d'élément semi-volatile ou volatil pouvant être émis dans l'air, de libérateur de formaldéhyde permettant d'expliquer une présence de formaldéhyde, de substances CMR et sensibilisantes

5.5.3.3.

5.5.3.4. Comparaison des résultats d'essais d'émission avec les éléments d'analyse

Les essais du laboratoire montrent, comme plusieurs autres fournitures scolaires, une forte contradiction entre l'attestation du fabricant indiquant l'absence de composés volatils, d'utilisation de formaldéhyde ou de libérateur de formaldéhyde et une émission élevée de COV et de formaldéhyde.

5.5.3.5. Pistes de réflexion pour la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges

Les résultats obtenus confirment la nécessité d'intégrer l'absence de bronopol et d'émission de formaldéhyde dans les clauses sanitaires du cahier des charges.

5.5.4. Feutre TR11

5.5.4.1. Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le feutre TR11

Composés	N° CAS	Méthode	Étalonnage	SERs [0h-1h] ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	SERs [1h-2h] ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)
Formaldéhyde	50-00-0	HPLC	spécifique	4,2	2,8
Acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	spécifique	1,0	0,7
Acétone	67-64-1	HPLC	spécifique	< LD	< LD
Propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	spécifique	5,0	3,5
Benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	spécifique	0	< LQ
Valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	spécifique	< LD	< LD
Hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	spécifique	3,4	2,7
2-butène	107-01-7	GC-MS	eq. toluène	1,9	0,0
Anhydride acétique	108-24-7	GC-MS	eq. toluène	< LQ	21,8
Acide acétique	64-19-7	GC-MS	eq. toluène	< LQ	9,2
Acétone alcool	116-09-6	GC-MS	eq. toluène	10	25,9
Allyl acétate	591-87-7	GC-MS	eq. toluène	< LQ	1,2
Propylène glycol	57-55-6	GC-MS	eq. toluène	1 899,0	3 760,7
Diméthylformamide	68-12-2	GC-MS	eq. toluène	26,8	69,6
Diméthylacétamide	127-19-5	GC-MS	eq. toluène	7,5	17,2
Acétone alcool	116-09-6	GC-MS	eq. toluène	6,7	15,6
2-acétate-1,2-propanediol	6214-01-3	GC-MS	eq. toluène	2,7	6,7
2(5H)-furanone	497-23-4	GC-MS	eq. toluène	< LQ	1,2
Éthylcyanoacétate	105-56-6	GC-MS	eq. toluène	< LQ	6,5
Diéthylène glycol monochlorohydrine	628-89-7	GC-MS	eq. toluène	< LQ	1,2
Propylène carbonate	108-32-7	GC-MS	eq. toluène	1,8	4,8
2-éthylhexanol	104-76-7	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
Nonanal	124-19-6	GC-MS	eq. toluène	< LQ	1,6
2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
Éthylène glycol mono-tert-butyl éther	7580-85-0	GC-MS	eq. toluène	1,3	1,7
TVOC	-	GC-MS	eq. toluène	1 961,2	3 948,3

Tableau 17 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le feutre TR11

Les émissions de COV totaux du feutre TR11 sont très élevées avec comme principal et très fort contributeur, le propylène glycol dont les faibles impacts sanitaires ont déjà été abordés avec les précédentes fournitures.

Autre composé volatil avec une teneur, néanmoins 50 fois plus faible que le propylène glycol : le diméthylformamide. Les expositions aiguës ou chroniques à cette substance provoquent à des degrés divers des troubles neurologiques et digestifs (syndrome douloureux) ainsi qu'une hépatite cytolytique. Les expositions répétées peuvent provoquer une irritation de la peau et des muqueuses oculaire et respiratoire. Les études ne permettent pas de conclure sur les effets génotoxiques ou cancérigènes du DMF. Il n'y a pas de données sur les effets sur la reproduction.

5.5.4.2. Données recueillies pour l'analyse

Pour ce produit comme pour le précédent, la fiche de données de sécurité n'est pas établie par cet autre fabricant qui considère qu'un feutre est un article non soumis à une FDS même si les encres doivent fournir une FDS.

5.5.4.3. Comparaison des résultats d'essais d'émission avec les éléments d'analyse

En l'absence de documents sur le feutre TR11, la comparaison entre les émissions mesurées en chambre d'essais et les éléments de l'analyse bibliographique ne peut être réalisée.

Les essais du laboratoire montrent, comme plusieurs autres fournitures scolaires, une forte contradiction entre l'attestation du fabricant indiquant l'absence de composés volatils, d'utilisation de formaldéhyde ou de libérateur de formaldéhyde et une émission élevée de COV et de formaldéhyde.

5.5.4.4. Pistes de réflexion pour la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges

Dans les clauses sanitaires du cahier des charges pour le marché public des fournitures scolaires, l'absence de diméthylformamide peut être recommandée.

5.5.5. Synthèse de l'analyse des émissions de polluants volatils des feutres sélectionnés

Le tableau récapitulatif suivant témoigne de l'hétérogénéité des émissions des 4 feutres sélectionnés.

- L'obtention de la FDS n'a été possible que le feutre TR8, le plus faiblement émissif. Malheureusement, depuis les essais d'émission, ce produit n'est plus disponible sur le marché.
- Les attestations des fabricants ne sont pas du tout une garantie de faibles émissions, notamment de formaldéhyde (TR9 et TR10). Il pourrait être envisagé, pour certaines fournitures scolaires, d'intégrer des exigences de mesure des émissions de formaldéhyde et des composés organiques volatils totaux.

	Feutre TR8	Feutre TR9	Feutre TR10	Feutre TR11
COV émis SER(1h-2h) ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	Propionaldéhyde : 9,2 Diéthylène glycol : 47,7	Formaldéhyde : 53,5	Propionaldéhyde : 37,7 Formaldéhyde : 6,4 Propylène glycol : 1 674,5	Diméthylformamide : 69,6 Propylène glycol : 3 760,7 1-Hydroxyacétone : 25,9 Anhydride acétique : 21,8
COVT SER(1h-2h) ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	55,3	27,6	1 700,3	3 948,3
Potentiel émissif	Faible	Moyen	Élevé	Très élevé

Tableau 18 : Synthèse des émissions de polluants volatils des 4 feutres testés

5.6. Analyse des émissions des polluants volatils des stylos

La caractérisation des émissions de polluants volatils a été effectuée pour 4 stylos présentés dans le Tableau 8.

Référence	Type de fourniture	Référence	Type de fourniture
TR-12	Stylo à bille	TR-14	Stylo roller
TR-13	Stylo à bille	TR-15	Stylo roller

Tableau 19 : Liste des stylos caractérisés en chambre d'émission

5.6.1. Stylo à bille TR12

5.6.1.1. Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le stylo à bille TR12

Les émissions du stylo à bille TR12 sont moyennement élevées et les composés majoritaires émis sont le 2-phénoxyéthanol et le 1-phénoxypropan-2-ol (Tableau 20).

La fiche de données de sécurité n'est pas établie par ce fabricant qui considère qu'un feutre est un article non soumis à une FDS même si les encres doivent fournir une FDS.

Une attestation fournie en 2018 à la demande de la Ville de Grenoble garantit que les substances suivantes ne sont pas utilisées pour la formulation du stylo à bille TR12 : xylène, toluène, formaldéhyde ou libérateur de formaldéhyde, benzène, phtalates, substances CMR et conservateurs. Il est également mentionné la présence d'une substance pouvant être considérée comme un COV (point d'ébullition < 250 °C) et que le stylo à bille TR12 contient une substance sensibilisante.

Ce produit possède le label NF Environnement et selon la Classification du test de l'Association de consommateurs Que Choisir, le produit est exempt de HAP, phtalates et BPA. L'encre posséderait des impuretés cancérogènes probables.

5.6.1.2. Comparaison des résultats d'essais d'émission avec les éléments d'analyse

- Les émissions de formaldéhyde sont négligeables même si la déclaration de conformité datant de septembre 2018 indique l'absence de formaldéhyde ou de libérateur de formaldéhyde. Pour cette substance, l'analyse bibliographique est cohérente avec les émissions mesurées.

Composés	N° CAS	Méthode	Étalonnage	SERs [0h-1h] (µg/m ² /h)	SERs [1h-2h] (µg/m ² /h)
Formaldéhyde	50-00-0	HPLC	spécifique	0,6	0,6
Acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	spécifique	< LD	< LD
Acétone	67-64-1	HPLC	spécifique	< LD	< LD
Benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	spécifique	< LD	< LD
Valéaldéhyde	110-62-3	HPLC	spécifique	< LQ	0,1
Hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	spécifique	0,9	0,9
Acétonitrile	75-05-8	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
THF	109-99-9	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
1-butanol	71-36-3	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
2-éthylhexanol	104-76-7	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
Nonanal	124-19-6	GC-MS	eq. toluène	0,7	0,4
Décanal	112-31-2	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
2-phénoxyéthanol	122-99-6	GC-MS	eq. toluène	75,8	104,7
1-phénoxypropan-2-ol	770-35-4	GC-MS	eq. toluène	91,4	106,2
TVOC	-	GC-MS	eq. toluène	168,9	212,2

Tableau 20 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le stylo à bille TR12

- Deux composés sont majoritaires : le 2-phénoxyéthanol et le 1-phénoxypropan-2-ol.
 - Le 2-phénoxyéthanol est un éther de glycol aromatique, dérivé de l'éthylène glycol (éther de glycol EG de la série E). Son point d'ébullition de 242 °C le classe bien dans les COV. C'est un conservateur largement utilisé dans les produits cosmétiques (crèmes pour la peau), mais il peut être responsable de sensibilisation cutanée (eczéma ou urticaire) le plus souvent en rapport avec une utilisation régulière de produits en contenant. Depuis 2012, l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM) déconseille cette substance dans les lingettes pour bébés.
 - Le 1-phénoxypropan-2-ol (propylène glycol 1-phenyl ether PGPE) est un solvant dérivé du propylène glycol (éther de glycol EG de la série P) avec un point d'ébullition de 100 °C. Il est donc aussi un COV. Enregistré dans REACH sous le N° 01-2119486566-23, il provoque une sévère irritation des yeux. Il est à noter que les EG issus du propylène glycol subissent des voies métaboliques différentes de ceux dérivés de l'éthylène glycol et ne conduisent pas à la formation d'aldéhydes et d'acides. Leur toxicité est moindre.

- Le stylo TR12 a le label NF environnement qui stipule que l'encre ne doit pas contenir de COV sauf ceux issus de la liste suivante : alcool benzylique, propylène glycol, éthylène glycol. Les deux substances majoritaires sont des éthers de glycol dérivés des substances autorisées.
- Contrairement à l'attestation du fabricant, il y a bien un conservateur dans l'encre de ce stylo.

5.6.1.3. Pistes de réflexion pour la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges

Dans les clauses sanitaires du cahier des charges pour le marché public des fournitures scolaires, l'absence de 2-phénoxyéthanol peut être recommandée.

5.6.2. Stylo à bille TR13

5.6.2.1. Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le stylo à bille TR13

Composés	N° CAS	Méthode	Étalonnage	SERs [0h-1h] ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	SERs [1h-2h] ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)
Formaldéhyde	50-00-0	HPLC	spécifique	1,7	< LQ
Acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	spécifique	< LD	< LD
Acétone	67-64-1	HPLC	spécifique	< LD	< LD
Benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	spécifique	0,4	< LQ
Valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	spécifique	< LD	< LD
Hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	spécifique	1 ;1	0,8
Acétonitrile	75-05-8	GC-MS	eq. toluène	< LD	<LD
1-butanol	71-36-3	GC-MS	eq. toluène	< LD	<LD
Toluène	108-88-3	GC-MS	eq. toluène	0,3	0,6
Phénol	108-95-2	GC-MS	eq. toluène	3,3	3,2
Diéthylène glycol monoéthyl éther	111-90-0	GC-MS	eq. toluène	33,4	32,4
Octanal	124-13-0	GC-MS	eq. toluène	0,7	1,3
1,1'-oxydi-2-propanol	110-98-5	GC-MS	eq. toluène	8,6	12,5
2-éthylhexanol	104-76-7	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
Alcool benzylique	100-51-6	GC-MS	eq. toluène	593,8	407,8
Nonanal	124-19-6	GC-MS	eq. toluène	1,1	1,4
Décanal	112-31-2	GC-MS	eq. toluène	< LQ	1,4
2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
2-phénoxyéthanol	122-99-6	GC-MS	eq. toluène	1 391,5	1 514,9
TVOC	-	GC-MS	eq. toluène	2 034,3	1 976,2

Tableau 21 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le stylo à bille TR13

Les émissions du stylo à bille TR13 sont très élevées, liées principalement à l'alcool benzylique et au 2-phénoxyéthanol.

5.6.2.2. Données recueillies pour l'analyse

La fiche de données de sécurité (2017) a été communiquée par ce fabricant. Elle communique la composition suivante : 2-phénoxyéthanol, alcool benzylique, 1,1'-oxydi-2-propanol et octadec-9-enylamine.

Conformément au règlement CE n°1272/2008, deux pictogrammes de danger sont étiquetés sur le produit.

5.6.2.3. Comparaison des résultats d'essais d'émission avec les éléments d'analyse

Les composés retrouvés majoritairement dans les essais d'émissions (le 2-phénoxyéthanol, le diéthylène glycol monoéthyl éther, l'alcool benzylique) correspondent à la FDS communiquée.

- Le 2-phénoxyéthanol, présent également dans l'encre du stylo à bille TR12, est un éther de glycol aromatique, dérivé de l'éthylène glycol (éther de glycol EG de la série E). éther aromatique de l'éthylène glycol (éther de glycol EG de la série E) dont le point d'ébullition de 242 °C le classe bien dans les COV. C'est un conservateur largement utilisé dans les produits cosmétiques (crèmes pour la peau), mais il peut être responsable d'irritation des yeux, de sensibilisation cutanée (eczéma ou urticaire) le plus souvent en rapport avec une utilisation régulière de produits en contenant.

Après une première recommandation en 2012, l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM) a pris en décembre 2019 une décision de police sanitaire relative au phénoxyéthanol. Elle demande aux fabricants de préciser sur l'étiquetage des produits cosmétiques non rincés la présence de cette substance. Ces produits ne peuvent être utilisés sur le siège des enfants de moins de 3 ans et dans les lingettes pour bébés.

- Le diéthylène glycol monoéthyl éther est un co-solvant dérivé de l'éthylène-glycol. Très peu volatil, son point d'ébullition est de 245 °C. La toxicité aiguë chez l'homme est similaire à celle bien connue de l'éthylène glycol.
- L'alcool benzylique est un conservateur qui fait partie de la liste des 26 allergènes dans les produits cosmétiques. Il est potentiellement irritant et allergisant. Il doit être mentionné sur ces produits s'il dépasse un certain seuil.

5.6.2.4. Pistes de réflexion pour la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges

Dans les clauses sanitaires du cahier des charges pour le marché public des fournitures scolaires, la limitation des conservateurs allergisants dans les encres des stylos pourrait être contrôlée lorsque la FDS est fournie afin de ne pas atteindre des taux compris entre 35 à 75 % comme pour ce produit. Par ailleurs, la présence de phénoxyéthanol dans les fournitures scolaires pourrait être limitée.

5.6.3. Stylo roller TR14

5.6.3.1. Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le stylo roller TR14

Les émissions du stylo roller TR14 sont très faibles. On note la présence d'acétone et de phénol, ces deux composés ayant des toxicités reconnues. Néanmoins, les valeurs mesurées restent basses.

Composés	N° CAS	Méthode	Étalonnage	SERs [0h-1h] (µg/m ² /h)	SERs [1h-2h] (µg/m ² /h)
Formaldéhyde	50-00-0	HPLC	spécifique	1,1	< LQ
Acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	spécifique	< LD	< LD
Acétone	67-64-1	HPLC	spécifique	< LQ	8,5
Propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	spécifique	< LD	< LD
Valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	spécifique	< LD	< LD
Hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	spécifique	0,5	0,7
Chloro méthyl sulfone	124-63-0	GC-MS	eq. toluène	0,7	0,4
2-butanone	78-93-3	GC-MS	eq. toluène	3,2	3,2
THF	109-99-9	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
1-butanol	71-36-3	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
Propylène glycol	57-55-6	GC-MS	eq. toluène	0,7	0,9
Toluène	108-88-3	GC-MS	eq. toluène	0,7	0,3
Phénol	108-95-2	GC-MS	eq. toluène	4,7	4,9
Octanal	124-13-0	GC-MS	eq. toluène	0,5	0,4
2-éthylhexanol	104-76-7	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
Nonanal	124-19-6	GC-MS	eq. toluène	0,2	0,1
Décanal	112-31-2	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
TVOC	-	GC-MS	eq. toluène	11,4	10,9

Tableau 22 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le stylo roller TR14

5.6.3.2. Données recueillies pour l'analyse

Le stylo roller TR14 possède une encre thermosensible qui devient invisible sous l'action de la chaleur du frottement avec l'embout spécifique du stylo. Elle réapparaît si le document est mis au congélateur !

Pour ce produit, une FDS de 2014 a été transmise. Une amine, la triéthanolamine (102-71-6) est présente dans la composition de cette encre. Il s'agit d'un compensateur de pH. Cette substance est très peu volatile, faiblement irritante pour la peau et modérément pour les yeux. Elle peut provoquer des sensibilisations cutanée et possiblement respiratoire. Les données chez l'homme ne permettent pas de conclure quant à la cancérogénicité de la triéthanolamine. Aucune donnée de génotoxicité ou de toxicité pour la reproduction n'est disponible (Fiche toxicologique 148. INRS).

D'après l'attestation de conformité REACH de 2018 fournie par le fabricant, aucune substance extrêmement préoccupante (SVHC) n'est utilisée dans la fabrication de ce produit.

5.6.3.3. Comparaison des résultats d'essais d'émission avec les éléments d'analyse

La triéthanolamine mentionnée dans la FDS n'est pas retrouvée dans les émissions puisque son point d'ébullition est de 335,4 °C.

5.6.3.4. Pistes de réflexion pour la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges

Il n'y a pas de clause sanitaire particulière à intégrer.

5.6.4. Stylo roller TR15

5.6.4.1. Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le stylo roller TR15

Les émissions en COV totaux sont faibles avec présence de deux substances émises par le stylo roller TR15 : phénol et acétone.

Composés	N° CAS	Méthode	Étalonnage	SERs [0h-1h] (µg/m ² /h)	SERs [1h-2h] (µg/m ² /h)
Formaldéhyde	50-00-0	HPLC	spécifique	0,6	< LQ
Acéaldéhyde	75-07-0	HPLC	spécifique	< LD	< LD
Acétone	67-64-1	HPLC	spécifique	< LQ	15
Propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	spécifique	< LD	< LD
Isovaléraldéhyde	590-36-3	HPLC	spécifique	< LD	< LD
Hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	spécifique	0,9	1,1
Acétonitrile	75-05-8	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
Acide acétique	64-19-7	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
2-butanone	78-93-3	GC-MS	eq. toluène	0,6	< LQ
THF	109-99-9	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
1-butanol	71-36-3	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
Octane	111-65-9	GC-MS	eq. toluène	0,5	< LQ
Phénol	108-95-2	GC-MS	eq. toluène	87,8	26,1
Octanal	124-13-0	GC-MS	eq. toluène	0,6	0,3
2-éthylhexanol	104-76-7	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
2-pyrrolidinone	616-45-5	GC-MS	eq. toluène	7,8	5,8
Nonanal	124-19-6	GC-MS	eq. toluène	0,8	< LQ
Dodécane	112-40-3	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
Décanal	112-31-2	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
TVOC	-	GC-MS	eq. toluène	99,1	33,3

Tableau 23 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le stylo roller TR15

Le phénol est toxique par inhalation, par contact avec les yeux et la peau et par ingestion. Il peut avoir des effets plus graves et est notamment sur le système nerveux central et le foie et les reins.

L'exposition à de fortes concentrations d'acétone provoque des effets déprimeurs du système nerveux central et une irritation des muqueuses. L'exposition cutanée répétée peut induire une dermatite de contact.

5.6.4.2. Données recueillies pour l'analyse

Une FDS de février 2016 a été transmise pour le stylo-roller TR15. Elle mentionne la présence de :

- Trisodium [29H,31H-phthalocyaninetrisulphonato(5-)-N29, N30, N31, N32]cuprate(3) : phthalocyanine qui fait partie d'une importante classe de colorants organiques bleu-vert, couleur de ce stylo.
- Triéthanolamine. Amine compensatrice de pH. Cette substance est très peu volatile, faiblement irritante pour la peau et modérément pour les yeux. Elle peut provoquer des sensibilisations cutanées et possiblement respiratoire. Les données chez l'homme ne permettent pas de conclure quant à la cancérogénicité de la triéthanolamine. Aucune donnée de génotoxicité ou de toxicité pour la reproduction n'est disponible (*Fiche toxicologique 148. INRS*).

D'après l'attestation de conformité REACH de 2018 fournie par le fabricant, aucune substance extrêmement préoccupante (SVHC) n'est utilisée dans la fabrication de ce produit.

5.6.4.3. Comparaison des résultats d'essais d'émission avec les éléments d'analyse

D'après la FDS, le trisodium [29H,31H-phthalocyaninetrisulphonato(5-)-N29,N30,N31,N32]cuprate(3-), colorant organique bleu-vert, correspondant à la couleur verte de ce roller, et la triéthanolamine sont des composants du roller hi-tecpoint de PILOT. Ces composés n'ont pas été identifiés lors des mesures en chambre d'essais puisque leur point d'ébullition est très élevé.

Par contre, le phénol et l'acétone, les deux composés majoritaires émis par le produit, n'étaient pas mentionnés dans la FDS.

5.6.4.4. Pistes de réflexion pour la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges

Les clauses sanitaires du cahier des charges pour le marché public des fournitures scolaires doivent intégrer l'absence d'émissions de solvant de type acétone et phénol par les stylos.

5.6.5. Synthèse de l'analyse des émissions de polluants volatils des stylos sélectionnés

Le tableau récapitulatif suivant témoigne de l'hétérogénéité des émissions des 4 stylos sélectionnés.

Les émissions de COVT des stylos sont très inégales :

- Les stylos à bille sont plus émissifs que les stylos roller, 1 976,2 µg/m³ pour le plus émissif.
- Le moins émissif est un stylo roller.

Les deux stylos roller émettent de l'acétone, solvant de la famille des cétones, et du phénol. Ces substances ne devraient pas être présentes dans ces produits.

	Stylo bille TR12	Stylo bille TR13	Stylo roller TR14	Stylo roller TR15
COV émis SER (1h-2h) (µg/m ² /h)	2-phénoxyéthanol : 104,7 1-phénoxypropan-2-ol : 106,2	Diéthylène glycol monoéthyl éther : 32,4 Alcool benzylique : 407,8 2-phénoxyéthanol : 1 514,9	Phénol : 4,9 Acétone : 8,5	Phénol : 26,1 Acétone : 15
COVT SER (1h-2h) (µg/m ² /h)	212,2	1 976,2	10,9	33,3
Potentiel émissif	Moyen	Élevé	Faible	Moyen

Tableau 24: Synthèse des résultats obtenus pour les stylos

5.7. Analyse des émissions des polluants volatils des correcteurs

La caractérisation des émissions de polluants volatils a concerné 3 correcteurs présentés dans le Tableau 25.

Référence	Type de fourniture	Référence	Type de fourniture
TR-16	Correcteur stylo	TR-18	Correcteur ruban
TR-17	Correcteur stylo		

Tableau 25: Liste des correcteurs caractérisés en chambre d'émission

5.7.1. Correcteur stylo TR16

5.7.1.1. Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le correcteur stylo TR16

Les émissions du correcteur stylo TR16 sont très élevées, liées à de nombreux hydrocarbures aliphatiques et alicycliques, identifiés et non identifiés. Le composé majoritaire émis est l'heptane et ses dérivés (Tableau 26).

5.7.1.1. Données recueillies pour l'analyse

La fiche de données de sécurité (FDS 2015) mentionne la présence de naphta léger hydrotraité (N°CAS : 64742-49-0), <40 %, composé d'hydrocarbures, C9-C12, n-alcanes, iso-alcanes, composés, cycliques, de naphta léger alkylé (N°CAS : 64741-66-8), < 10 % avec des composés en C7-C10 et à des concentrations inférieures à 1 % : solvant naphta aromatique léger, solvant naphta aliphatique moyen, noir de carbone.

La présence d'alcanes, lors d'une exposition aigüe, peut provoquer une irritation de la peau, des yeux et du nez.

5.7.1.2. Comparaison des résultats d'essais d'émission avec les éléments d'analyse

Les nombreux hydrocarbures aliphatiques et alicycliques émis correspondent bien à la composition communiquée (naphas légers hydrotraités et alkylés) dans la FDS.

5.7.1.3. Pistes de réflexion pour la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges

Les importantes émissions de COV de ce stylo correcteur doivent inciter à limiter l'usage de cette fourniture scolaire, ce que font déjà les enseignants qui préfèrent connaître les erreurs de leurs élèves que ces derniers peuvent rayer et non masquer.

Composés	N° CAS	Méthode	Étalonnage	SERs [0h-1h] (µg/m ² /h)	SERs [1h-2h] (µg/m ² /h)
Formaldéhyde	50-00-0	HPLC	spécifique	7,3	2,3
Acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	spécifique	0,9	0,2
Acétone	67-64-1	HPLC	spécifique	4,5	1,5
Propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	spécifique	0,5	0,2
Valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	spécifique	0,3	0,5
m/p-tolualdéhyde	620-23-5	HPLC	spécifique	3,6	2,2
Hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	spécifique	1,3	1
1,1-diméthyl-cyclopropane	1630-94-0	GC-MS	eq. toluène	1,5	1,5
2-butanone	78-93-3	GC-MS	eq. toluène	1,7	0,5
THF	109-99-9	GC-MS	eq. toluène	3,9	< LQ
3-méthyl-1-hexène	3404-61-3	GC-MS	eq. toluène	2,5	< LQ
5-méthyl-1-hexène	3524-73-0	GC-MS	eq. toluène	3,3	0,3
2-méthyl-hexane	591-76-4	GC-MS	eq. toluène	313,3	118,1
2,3-diméthyl-pentane	565-59-3	GC-MS	eq. toluène	22,1	5,2
3-méthyl-hexane	589-34-4	GC-MS	eq. toluène	696,6	266,0
1-heptène	592-76-7	GC-MS	eq. toluène	20,4	5,5
Heptane	142-82-5	GC-MS	eq. toluène	2 370,8	707,2
Cis-2-heptène	6443-92-1	GC-MS	eq. toluène	7,5	1,9
Cis-3-méthyl-2-hexène	10574-36-4	GC-MS	eq. toluène	5,5	1,4
Cis-3-heptène	7642-10-6	GC-MS	eq. toluène	7,7	0,4
2,2-diméthyl-hexane	590-73-8	GC-MS	eq. toluène	5,7	5,6
2-éthylhexanol	104-76-7	GC-MS	eq. toluène	224,9	88,7
2,4-diméthyl-hexane	589-43-5	GC-MS	eq. toluène	80,2	33,3
3,5-diméthyl-hexène	3404-79-3	GC-MS	eq. toluène	5,8	4
Éthyl-cyclopentane	1640-89-7	GC-MS	eq. toluène	74,4	24,2
4-méthyl-cyclohexène	591-47-9	GC-MS	eq. toluène	5,4	1,6
2,3-diméthyl-1-hexène	16746-86-4	GC-MS	eq. toluène	4	1,3
2,3,4-triméthyl-pentane	565-75-3	GC-MS	eq. toluène	319,2	131,4
2,3-diméthyl-hexane	584-94-1	GC-MS	eq. toluène	282,7	162,1
2-méthyl-heptane	592-27-8	GC-MS	eq. toluène	55,8	35,8
4-méthyl-heptane	589-53-7	GC-MS	eq. toluène	13,3	< LD
3,4-diméthyl-hexane	583-48-2	GC-MS	eq. toluène	47,4	20,6
Toluène	108-88-4	GC-MS	eq. toluène	68,6	26,9
2,2,5-triméthyl-hexane	3522-94-9	GC-MS	eq. toluène	129,1	192,3
2,3,5-triméthyl-hexane	1069-53-0	GC-MS	eq. toluène	223,4	89,2
2,4-diméthyl-heptane	2213-23-2	GC-MS	eq. toluène	64,2	27,5
2,6-diméthyl-heptane	1072-05-5	GC-MS	eq. toluène	97,1	41,7
2,3,5-triméthyl-1,3-hexadiène	61142-34-5	GC-MS	eq. toluène	1,7	8,3
2,5-diméthyl-heptane	2216-30-0	GC-MS	eq. toluène	245,4	105,9
3-éthyl-2-méthyl-hexane	16789-46-1	GC-MS	eq. toluène	5,5	2,4
Acétate de 1-méthoxy-2-propyle	108-65-6	GC-MS	eq. toluène	213,5	66,1
Éthylbenzène	100-41-4	GC-MS	eq. toluène	3,9	1,1
Nonane	111-84-2	GC-MS	eq. toluène	25,3	13,9
M-éthyltoluène	620-14-4	GC-MS	eq. toluène	3	< LD
O-éthyltoluène	611-14-3	GC-MS	eq. toluène	65,8	24,4
Décane	124-18-5	GC-MS	eq. toluène	208,2	61,6
O-méthylstyrène	611-15-4	GC-MS	eq. toluène	35	11,7
Undécane	1120-21-4	GC-MS	eq. toluène	156,8	60,8
2-éthylhexyl acétate	103-09-3	GC-MS	eq. toluène	38,3	17,6
Dodécane	112-40-3	GC-MS	eq. toluène	41,7	17
2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	GC-MS	eq. toluène	14,1	7,7
Ester non identifié	-	GC-MS	eq. toluène	14,9	7,2
Tridécane	629-50-5	GC-MS	eq. toluène	9,5	5,3
N-octyl méthacrylate	2157-01-9	GC-MS	eq. toluène	43,4	28,6
Somme des alcools non identifiés	-	GC-MS	eq. toluène	101	62
Somme des alcènes non identifiés	-	GC-MS	eq. toluène	75	42
Sommes alcanes non identifiés	-	GC-MS	eq. toluène	3 198	2 509
Somme des cycloalcanes non identifiés	-	GC-MS	eq. toluène	134	77
TVOC	-	GC-MS	eq. toluène	9 867,3	5 172,1

Tableau 26 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le correcteur stylo TR16

5.7.2. Correcteur stylo TR17

5.7.2.1. Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le correcteur stylo TR17

Les émissions du stylo correcteur TR17 sont 20 fois moins élevées que celles du correcteur stylo TR16. Les principaux composés émis sont le méthyl-cyclohexane, le toluène et les différents isomères du xylène (Tableau 27).

Les résultats montrent également la présence majoritaire d'un composé organique semi-volatil, l'acide pentanoïque, 2,2,4-triméthyl-3-carboxyisopropyl, isobutyl ester, utilisé comme plastifiant.

5.7.2.2. Données recueillies pour l'analyse

Une fiche de données de sécurité peu récente (FDS 2004) mentionne la présence d'une substance dangereuse, le 3-méthylcyclohexane, à une concentration comprise entre 35 et 55 %.

Le fabricant a transmis la composition du correcteur par dégrèssivité de quantités : méthylcyclohexane, dioxyde de titane, copomymère styrène acrylique, dioxyde de silicone, 1-isopropyl-é,é-dimethyltriméthylène diisobutyrate, cire de paraffine, bentonite.

5.7.2.1. Comparaison avec les éléments de l'analyse bibliographique

Les résultats des essais d'émission confirment les éléments de la FDS et de l'attestation du fabricant qui mentionne que le produit est à base de solvant et libère beaucoup de COV.

Le méthyl-cyclohexane, composé mentionné dans la FDS datant de 2004 et indiqué dans la composition transmise par le fabricant, est le COV majoritaire relevé dans les tests d'émission. Ce composé organique volatil peut provoquer une irritation cutanée, une somnolence ou des vertiges. Il peut également être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires.

L'attestation du fabricant ne mentionnait pas la présence élevée de composé organique semi-volatil (COSV) utilisé comme plastifiant. Néanmoins, la toxicologie de ce composé est peu documentée.

5.7.2.2. Pistes de réflexion pour la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges

Les émissions de COV du stylo correcteur TR17, même si elles sont 20 fois plus faibles que celles du TR16, confirment le besoin de limitation de l'utilisation des correcteurs liquides par les élèves.

Composés	N° CAS	Méthod e	Étalonnage	SERs [0h-1h] (µg/m ² /h)	SERs [1h-2h] (µg/m ² /h)
Formaldéhyde	50-00-0	HPLC	spécifique	7,4	2,7
Acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	spécifique	1,5	0,5
Acétone	67-64-1	HPLC	spécifique	7,1	2,3
Propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	spécifique	0,7	0,3
Butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	spécifique	0,9	0,6
m/p-tolualdéhyde	620-23-5	HPLC	spécifique	2,4	0,5
Hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	spécifique	1,2	0,4
Tétrahydrofurane	109-99-9	GC-MS	eq. toluène	2,8	0,5
1-butanol	71-36-3	GC-MS	eq. toluène	4,3	2,7
3-méthyl-hexane	589-34-4	GC-MS	eq. toluène	1,3	0,4
Heptane	142-82-5	GC-MS	eq. toluène	4	0,7
Méthyl-cyclohexane	108-87-2	GC-MS	eq. toluène	470,6	135,5
1-méthyl-cyclohexène	591-49-1	GC-MS	eq. toluène	2,3	0,4
4-méthyl-cyclohexène	591-47-9	GC-MS	eq. toluène	8,3	1,6
Méthylène-cyclohexane	1192-37-6	GC-MS	eq. toluène	0,7	0,5
2,3,4-triméthyl-pentane	565-75-3	GC-MS	eq. toluène	1,2	0,4
Propylène glycol	57-55-6	GC-MS	eq. toluène	12,6	< LD
Toluène	108-88-3	GC-MS	eq. toluène	24,8	31,6
3-méthyl-cyclohexène	591-48-0	GC-MS	eq. toluène	5,5	1,3
2,2,5-triméthyl-hexane	3522-94-9	GC-MS	eq. toluène	2,9	0,5
2,3,5-triméthyl-hexane	1069-53-0	GC-MS	eq. toluène	1,1	0,2
2-méthyl-octane	3221-61-2	GC-MS	eq. toluène	1	0,2
2,5-diméthyl-heptane	2216-30-0	GC-MS	eq. toluène	2,3	0,3
Éthylbenzène	100-41-4	GC-MS	eq. toluène	14,9	2,6
m-xylène	108-38-3	GC-MS	eq. toluène	69,2	12,8
p-xylène	106-42-3	GC-MS	eq. toluène	19,7	3,7
2,2,4-triméthyl-heptane	14720-74-2	GC-MS	eq. toluène	1,5	0,2
o-xylène	95-47-6	GC-MS	eq. toluène	77,1	15,6
1-méthylcyclohexanol	590-67-0	GC-MS	eq. toluène	4,2	1,5
1,2,3-triméthyl-benzène	526-73-8	GC-MS	eq. toluène	0,6	1,2
2-éthylhexanol	104-76-7	GC-MS	eq. toluène	5,1	1,2
Nonanal	124-19-6	GC-MS	eq. toluène	1,1	0,4
2-éthylhexyl acétate	103-09-3	GC-MS	eq. toluène	2,8	0,8
Décanal	112-31-2	GC-MS	eq. toluène	0,7	0,4
2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	GC-MS	eq. toluène	5,6	1,9
Anhydride isobutyrique	97-72-3	GC-MS	eq. toluène	0,7	0,5
Acide propanoïque, 2-méthyl-, 2,2-diméthyl-1-(2-hydroxy-1-méthyléthyl)propyl ester	74367-33-2	GC-MS	eq. toluène	6,1	7
Acide propanoïque, 2-méthyl-, 3-hydroxy-2,4,4-triméthylpentyl ester	74367-34-3	GC-MS	eq. toluène	7,2	9,2
Acide propanoïque, 2-méthyl-, 1-(1,1-diméthyléthyl)-2-méthyl-1,3-propanediyl ester	74381-40-1	GC-MS	eq. toluène	8,9	9,4
Non identifiés		GC-MS	eq. toluène	4,3	1,1
Junipène	475-20-7	GC-MS	eq. toluène	1,1	0,5
Cis-1(cyclohexylméthyl)-3-méthyl-cyclohexane	54823-96-0	GC-MS	eq. toluène	10,1	5,9
Trans-1(cyclohexylméthyl)-4-méthyl-cyclohexane	54823-98-2	GC-MS	eq. toluène	5	3
Trans-3(cyclohexylméthyl)-4-méthyl-cyclohexane	54823-95-9	GC-MS	eq. toluène	1,9	1,1
Cis-3(cyclohexylméthyl)-4-méthyl-cyclohexane	54823-97-1	GC-MS	eq. toluène	1,7	1,1
Acide pentanoïque, 2,2,4-triméthyl-3-carboxyisopropyl, isobutyl ester	(COSV)	GC-MS	eq. toluène	832,1	1 984,8
TVOC	-	GC-MS	eq. toluène	798,5	249,7

Tableau 27 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le correcteur stylo TR17

5.7.3. Correcteur ruban TR18

5.7.3.1. Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le correcteur ruban TR18

Les émissions du correcteur ruban TR18 sont très faibles, mais les résultats montrent des concentrations en formaldéhyde plus élevées que celles des deux autres correcteurs.

Composés	N° CAS	Méthode	Étalonnage	SERs [0h-1h] ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	SERs [1h-2h] ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)
Formaldéhyde	110-62-3	HPLC	spécifique	15	11
Acétaldéhyde	66-25-1	HPLC	spécifique	0,9	0,3
Acétone	124-63-0	HPLC	eq. toluène	4	2
Propionaldéhyde	78-93-3	HPLC	eq. toluène	0,4	LQ
Valéraldéhyde	6245-99-4	HPLC	eq. toluène	0,5	0,6
Hexaldéhyde	109-99-9	HPLC	eq. toluène	0,5	LD
Chloro méthyl sulfone	71-36-3	GC-MS	eq. toluène	2	0,8
2-butanone	64-19-7	GC-MS	eq. toluène	0,8	0,3
1,3-époxy-3-méthylbutane	108-88-3	GC-MS	eq. toluène	3	1
THF	110-93-0	GC-MS	eq. toluène	3	0,4
1-butanol	13475-82-6	GC-MS	eq. toluène	3	LD
Acide acétique	124-13-0	GC-MS	eq. toluène	2	LD
Toluène	104-76-7	GC-MS	eq. toluène	0,8	0,2
6-méthyl-5-heptèn-2-one	124-19-6	GC-MS	eq. toluène	0,5	LD
2,2,4,6,6-pentaméthyl-heptane	112-31-2	GC-MS	eq. toluène	0,8	LD
Octanal	55282-34-3	GC-MS	eq. toluène	0,6	LD
2-éthylhexanol	50876-32-9	GC-MS	eq. toluène	2	0,6
Nonanal	-	GC-MS	eq. toluène	5	1
Décanal	110-62-3	GC-MS	spécifique	1	0,5
1,3,5-triméthyl-2-octadécyl-cyclohexane	66-25-1	GC-MS	spécifique	2	0,5
Cis-1,1,3,5-tétraméthyl-cyclohexane	124-63-0	GC-MS	eq. toluène	6	2
TVOC	78-93-3	GC-MS	eq. toluène	43	6

Tableau 28 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le correcteur ruban TR18

5.7.3.2. Données recueillies pour l'analyse

La fiche de données de sécurité (FDS 2017) mentionne que le produit n'est pas classifié selon le règlement CLP et ne contient pas composants dangereux.

Un certificat délivré par le fabricant à la demande de la Ville de Grenoble atteste que le formaldéhyde et l'acétaldéhyde n'entrent pas dans la fabrication du produit et ne font pas l'objet d'un ajout.

5.7.3.3. Comparaison avec les éléments de l'analyse bibliographique

Les résultats montrent de légères émissions en formaldéhyde en contradiction avec l'attestation du fabricant qui garantissait que le formaldéhyde n'entraît pas dans la composition du produit.

5.7.3.4. Pistes de réflexion pour la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges

L'absence d'émission de formaldéhyde est une clause sanitaire retenue. Néanmoins, si des correcteurs doivent être utilisés, le correcteur ruban est à privilégier dans le marché des fournitures scolaires.

5.7.3. Synthèse de l'analyse des émissions de polluants volatils des correcteurs sélectionnés

Le tableau récapitulatif suivant témoigne de la grande hétérogénéité des émissions des trois correcteurs sélectionnés parmi lesquels le correcteur stylo TR16 présente les émissions en COV totaux les plus élevées en raison de nombreux hydrocarbures aliphatiques (alcanes) et alicycliques non identifiés et identifiés dont certains avec des mentions de danger.

À la différence des autres fournitures scolaires, les émissions mesurées au cours de la première heure sont supérieures d'un facteur 2 à 7 pour les trois correcteurs. Le séchage rapide des correcteurs et l'émission de polluants assez volatils (majoritairement des alcanes) sont les hypothèses suggérées.

Les émissions du correcteur ruban TR18 sont faibles mais ce produit émet légèrement plus de formaldéhyde que les deux autres correcteurs.

	Correcteur stylo TR16	Correcteur stylo TR17	Correcteur ruban TR18
COV émis SER (1h-2h) ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	2-méthyl-hexane : 118,1 3-méthyl-hexane : 266,9 Heptane : 707,2 2-éthylhexanol : 88,7 2,3,4-triméthyl-pentane : 131,4 2,3-diméthyl-hexane : 162,1 2,2,5-triméthyl-hexane : 192,3 2,3,5-triméthyl-hexane : 89,2 2,5-diméthyl-heptane : 105,9 Acétate de 1-méthoxy-2-propyle : 66,1 Décane : 61,6 Undécane : 60,8 alcools non identifiés : 62 alcanes non identifiés : 2 509	Méthylcyclohexane : 134,5 Toluène : 31,7 m-xylène : 12,8 p-xylène : 3,7	Formaldéhyde : 11
COVT SER (1h-2h) ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)		Acide pentanoïque, 2,2,4-triméthyl-3- carboxyisopropyl, isobutyl ester : 1 948,8	
COV émis SER (1h-2h) ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	5 172,1	249,7	5,8
Potentiel émissif	Très élevé	Moyen	Faible

Tableau 29: Synthèse des résultats obtenus pour les correcteurs

5.8. Analyse des émissions des polluants volatils des marqueurs effaçables

La caractérisation des émissions de polluants volatils a concerné 4 marqueurs effaçables présentés dans le Tableau 30.

Référence	Type de fourniture	Référence	Type de fourniture
TR-19	Marqueur effaçable	TR-20	Marqueur effaçable
TR-19bis	Marqueur effaçable	TR-21	Marqueur effaçable

Tableau 30: Liste des marqueurs effaçables caractérisés en chambre d'émission

5.8.1. Marqueur effaçable TR19

5.8.1.1. Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le marqueur effaçable TR19

Les émissions du marqueur effaçable TR19 sont peu élevées. Le composé majoritaire émis par ce marqueur est l'acétate de n-butyle, substance qui peut entraîner une irritation des muqueuses respiratoires et oculaires. À des concentrations élevées, il peut provoquer des céphalées, vertiges ou des somnolences (Tableau 31).

5.8.1.2. Données recueillies pour l'analyse

La fiche de données de sécurité (FDS 2010) mentionne que le produit est classé facilement inflammable selon le règlement CLP. Il contient deux composants dangereux : l'acétate de n-butyle et le 4-méthyl-2-pentanone.

Une attestation fournie en 2018 à la demande de la Ville de Grenoble garantit que les substances suivantes ne sont pas utilisées pour la formulation du marqueur effaçable TR19 : xylène, toluène, formaldéhyde ou libérateur de formaldéhyde, benzène, phtalates, substances CMR et sensibilisantes, conservateurs. Il est également signalé la présence d'une substance pouvant être considérée comme un COV (point d'ébullition < 250 °C).

Composés	N° CAS	Méthode	Étalonnage	SERs [0h-1h] (µg/m ² /h)	SERs [1h-2h] (µg/m ² /h)
Formaldéhyde	50-00-0	HPLC	spécifique	4,1	1,3
Acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	spécifique	1,1	0,5
Acétone	67-64-1	HPLC	spécifique	7,3	3,3
Propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	spécifique	3,1	1,1
Butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	spécifique	1,2	0,5
Isovaléraldéhyde	590-36-3	HPLC	spécifique	0,5	0,3
O-tolualdéhyde	529-20-4	HPLC	spécifique	0,3	0,7
m/p-tolualdéhyde	620-23-5	HPLC	spécifique	14,5	6,3
Hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	spécifique	< LD	0,3
Acétonitrile	75-05-8	GC-MS	eq. toluène	8,3	3,5
Méthylpentan-2-one	108-10-1	GC-MS	eq. toluène	13,1	6,7
Acétate de n-butyle	123-86-4	GC-MS	eq. toluène	104,8	47,3
2-butoxyéthanol	111-76-2	GC-MS	eq. toluène	6,7	2
Hexylène glycol	107-41-5	GC-MS	eq. toluène	9,3	3,1
3-methoxy-butylacétate	4435-53-4	GC-MS	eq. toluène	7,4	2,8
2-éthyl-1-hexanol	104-76-7	GC-MS	eq. toluène	3	1,4
2-butoxyacétate d'éthyle	112-07-2	GC-MS	eq. toluène	15,5	5,1
Caprolactam	105-60-2	GC-MS	eq. toluène	0,5	1,5
TVOC	-	GC-MS	eq. toluène	151,7	61,3

Tableau 31 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le marqueur effaçable TR19

5.8.1.3. Comparaison avec les éléments de l'analyse bibliographique

Les deux composés dangereux mentionnés dans la FDS du produit TR19, l'acétate-n-butyle et le 4-méthyl-2-pentanone sont retrouvés parmi les composés majoritaires émis par le produit. Les résultats d'émissions sont donc conformes aux mentions de la FDS. La déclaration de conformité du fabricant est respectée, malgré des traces de formaldéhyde.

5.8.1.4. Pistes de réflexion pour la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges

Une recommandation d'éviction des marqueurs effaçables avec encre à base de cétone et contenant de l'acétate de n-butyle peut être intégrée dans les clauses sanitaires du cahier des charges du marché public.

5.8.2. Marqueur effaçable TR19bis

5.8.2.1. Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le marqueur effaçable TR19bis

Le marqueur TR19bis a de très faibles émissions avec des traces d'acétonitrile, d'éthanol et de formaldéhyde.

Composés	N° CAS	Méthode	Étalonnage	SERs [0h-1h] (µg/m ² /h)	SERs [1h-2h] (µg/m ² /h)
Formaldéhyde	50-00-0	HPLC	spécifique	4,1	1,3
Acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	spécifique	0,9	0,4
Acétone	67-64-1	HPLC	spécifique	4,2	< LD
Propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	spécifique	5,4	< LD
Benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	spécifique	0,5	< LD
Acétonitrile	75-05-8	GC-MS	eq. toluène	4,1	2,6
Éthanol	64-17-5	GC-MS	eq. toluène	< LD	1,1
TVOC	-	GC-MS	eq. toluène	1,3	7,3

Tableau 32 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le marqueur effaçable TR19bis

5.8.2.2. Données recueillies pour l'analyse

Ce marqueur est à base d'encre alcool. En effet, la SDS de 2016 confirme une « légère odeur d'alcool », le mélange ayant un point d'ébullition à 78 °C. Des composés de la famille des alcools y sont indiqués : éthanol ou alcool éthylique et alcool isopropylique ou 2-propanol. Sur le marqueur, il est imprimé « low odeur - odeur neutre ».

5.8.2.3. Comparaison avec les éléments de l'analyse bibliographique

Les résultats des essais confirment la composition de l'encre à l'alcool et non cétone.

5.8.2.4. Pistes de réflexion pour la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges

Sur la base de ces résultats et leur confirmation pour d'autres marqueurs effaçables à base d'encre alcool, ces produits peuvent être retenus lors du marché public de fournitures scolaires.

5.8.3. Marqueur effaçable TR20

5.8.3.1. Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le marqueur effaçable TR20

Les émissions du marqueur effaçable TR20 sont peu élevées, mais supérieures à celles du TR 19bis. Les composés majoritaires émis par ce marqueur sont le sulfolane, l'acétate de 1-méthoxy-2-propyle, solvant de la famille des éthers de glycol de la série P, l'alcool isopropylique et l'acétonitrile ou cyanure de méthyle (point d'ébullition 81,6 °C). Ce solvant particulier, est nocif par inhalation, contact cutané et oculaire. Le sulfolane peut être à l'origine d'irritations oculaires.

Composés	N° CAS	Méthode	Étalonnage	SERs [0h-1h] (µg/m ² /h)	SERs [1h-2h] (µg/m ² /h)
Formaldéhyde	50-00-0	HPLC	spécifique	3,6	1,2
Acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	spécifique	1,3	0,5
Acétone	67-64-1	HPLC	spécifique	10,8	4,2
Propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	spécifique	0,5	0,3
Butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	spécifique	0,4	< LD
Valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	spécifique	0,4	< LD
Hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	spécifique	1,3	1,1
Éthanol	64-17-5	GC-MS	eq. toluène	15,2	3,3
Acétonitrile	75-05-8	GC-MS	eq. toluène	43,7	10,9
IPA (propane-2-ol)	67-63-0	GC-MS	eq. toluène	167,1	14,6
THF	109-99-9	GC-MS	eq. toluène	7,7	1
1-butanol	71-36-3	GC-MS	eq. toluène	1,6	5,9
Acétate de 1-méthoxy-2-propyle	108-65-6	GC-MS	eq. toluène	42,1	17,3
1-(2-méthoxypropoxy)-2-propanol	13429-07-7	GC-MS	eq. toluène	1,4	0,4
Tridécane	629-50-5	GC-MS	eq. toluène	2,4	1,2
Sulfolane	126-33-0	GC-MS	eq. toluène	9,1	17,8
Alpha-cédrane	13567-54-9	GC-MS	eq. toluène	1,1	0,9
Aromadendrène	109119-91-7	GC-MS	eq. toluène	1,1	0,8
BHT	128-37-0	GC-MS	eq. toluène	1,5	0,2
TVOC	-	GC-MS	eq. toluène	83	48,9

Tableau 33 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le marqueur effaçable TR20

5.8.3.2. Données recueillies pour l'analyse

La FDS de 2016 mentionne le caractère facilement inflammable et irritant de l'encre du marqueur qui contient deux composants dangereux : l'éthanol et le propane-2-ol. La teneur de chacun de ces composés est comprise entre 30 et 50 % en poids.

5.8.3.3. Comparaison avec les éléments de l'analyse bibliographique

Les émissions mesurées en chambre d'essais confirment la présence des alcools mentionnés dans la FDS.

5.8.3.4. Pistes de réflexion pour la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges

Sur la base de ces résultats et leur confirmation pour d'autres marqueurs effaçables à base d'encre alcool, ces produits peuvent être retenus lors du marché public de fournitures scolaires.

5.8.4. Marqueur effaçable TR21

5.8.4.1. Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le marqueur effaçable TR21

Les émissions du marqueur effaçable TR21 sont très faibles. Le composé majoritaire émis est l'acétonitrile ou cyanure de méthyle (point d'ébullition 81,6 °C). Ce solvant particulier, est nocif par inhalation, contact cutané et oculaire.

Composés	N° CAS	Méthode	Étalonnage	SERs [0h-1h] ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	SERs [1h-2h] ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)
Formaldéhyde	50-00-0	HPLC	spécifique	4,2	0,9
Acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	spécifique	0,7	< LD
Acétone	67-64-1	HPLC	spécifique	7,7	1,3
Butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	spécifique	0,4	< LD
Valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	spécifique	0,3	< LD
Hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	spécifique	0,6	< LD
Éthanol	64-17-5	GC-MS	eq. toluène	8,4	2,2
Acétonitrile	75-05-8	GC-MS	eq. toluène	106	28
Isopropyl alcool	67-63-0	GC-MS	eq. toluène	5,1	< LD
Furane	110-00-9	GC-MS	eq. toluène	12	1,7
THF	109-99-9	GC-MS	eq. toluène	8,4	0,6
1-butanol	71-36-3	GC-MS	eq. toluène	2,9	1,7
1-méthoxy-2-propanol	107-98-2	GC-MS	eq. toluène	5,4	2,4
3,8-diméthyl-undécane	17301-30-3	GC-MS	eq. toluène	3,9	4,1
2,3,5,8-tétraméthyl-décane	192823-15-7	GC-MS	eq. toluène	1,8	2,1
TVOC	-	GC-MS	eq. toluène	32	13

Tableau 34 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le marqueur effaçable TR21

5.8.4.2. Données recueillies pour l'analyse

Aucune FDS n'est disponible pour le marqueur TR21, mais ce produit dispose d'une fiche technique de septembre 2014 qui précise que l'encre est à base d'alcool. L'attestation de 2018 transmise par le fabricant à la demande de la Ville de Grenoble garantit l'absence des composés suivants : 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.

5.8.4.3. Comparaison avec les éléments de l'analyse bibliographique

L'attestation du fabricant mentionne l'absence de divers composés dans ce marqueur dont l'acétone qui est néanmoins identifiée lors des essais, mais à une faible concentration.

5.8.4.4. Pistes de réflexion pour la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges

Sur la base de ces résultats et leur confirmation pour d'autres marqueurs effaçables à base d'encre alcool, ces produits peuvent être retenus lors du marché public de fournitures scolaires.

5.8.5. Synthèse de l'analyse des émissions de polluants volatils des marqueurs effaçables sélectionnés

Les émissions de COV des marqueurs effaçables sont peu élevées, voire faibles comme le produit TR19bis.

L'encre de trois marqueurs (TR19bis, TR20 et TR21) est à base d'alcool. Elle contient de l'acétonitrile, mais à l'état de traces pour le TR19bis. Ce composé peut être nocif par contact cutané ou en cas d'ingestion et peut provoquer une sévère irritation oculaire.

Le marqueur TR19 à encre cétone a des émissions plus élevées avec notamment du m/p-tolualdéhyde, du méthyl isobutyle cétone (MIBK) et surtout l'acétate de n-butyle. Ces composés, inflammables, sont nocifs par inhalation, irritants de la peau, des yeux et des voies respiratoires et peuvent provoquer somnolence et vertiges.

	Marqueur effaçable TR19	Marqueur effaçable TR19bis	Marqueur effaçable TR20	Marqueur effaçable TR21
COV émis SER (1h-2h) ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	m/p-tolualdéhyde : 6,3 Méthylpentan-2-one: 6,7 Acétate de n-butyle : 47,3	Ethanol : 1,1 Acétonitrile : 2,6	Acétonitrile : 10,9 IPA (propane-2-ol) : 14,6 Acétate de 1-méthoxy-2-propyle : 17,3	Acétonitrile : 27,9
COVT SER (1h-2h) ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	61,3	7,3	48,9	12,9
Potentiel émissif	Moyen	Faible	Moyen	Faible

Tableau 35 : Synthèse des résultats obtenus pour les marqueurs effaçables

5.9. Analyse des émissions de polluants volatils des peintures

La caractérisation des émissions de polluants volatils a concerné 6 peintures présentés dans le Tableau 36. Toutes les peintures sélectionnées pour le projet TROUSS'AIR possèdent le marquage CE.

Référence	Type de fourniture	Référence	Type de fourniture
TR-22	Peinture gouache	TR-25	Peinture acrylique jaune
TR-23	Peinture gouache	TR-26	Peinture acrylique rouge
TR-24	Peinture acrylique cyan	TR-27	Peinture au doigt

Tableau 36 : Liste des peintures caractérisées en chambre d'émission

5.9.1. Peinture gouache TR22

5.9.1.1. Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la peinture gouache TR22

Composés	N° CAS	Méthode	Étalonnage	SERs [0h-1h] ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	SERs [1h-2h] ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)
Formaldéhyde	50-00-0	HPLC	spécifique	37,6	33,8
Acétone	67-64-1	HPLC	spécifique	4,4	2,2
Propionaldéhyde	123-8-6	HPLC	spécifique	1,7	1
Butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	spécifique	0,6	0,3
Benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	spécifique	0,5	0,3
Isovaléraldéhyde	590-36-3	HPLC	spécifique	0,3	< LQ
Hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	spécifique	0,5	0,5
Acide acétique	64-19-7	GC-MS	eq. toluène	1,6	1
Propylène glycol	4254-14-2	GC-MS	eq. toluène	18,6	29,5
Diéthylène glycol monoéthyl éther	111-90-0	GC-MS	eq. toluène	14,3	22,9
2-phénoxyéthanol	122-99-6	GC-MS	eq. toluène	2 207	2 154
Acide propanoïque, 2-méthyl-, 2,2-diméthyl-1-(2-hydroxy-1-méthyléthyl)propyl ester	74367-33-2	GC-MS	eq. toluène	4,2	8,3
Acide propanoïque, 2-méthyl-, 3-hydroxy-2,4,4-triméthylpentyl ester	74367-34-3	GC-MS	eq. toluène	6,4	11,7
TVOC	-	GC-MS	eq. toluène	2 253,5	2 224,9

Tableau 37 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la peinture gouache TR22

Les émissions de COV de la peinture gouache TR22 sont très importantes et dominées par les émissions de 2-phénoxyéthanol, éther aromatique de l'éthylène glycol (éther de glycol EG de la série E) dont le point d'ébullition de 242 °C le classe bien dans les COV. C'est un conservateur largement utilisé dans les produits cosmétiques (crèmes pour la peau), mais il peut être responsable d'irritation des yeux, de sensibilisation cutanée (eczéma ou urticaire) le plus souvent en rapport avec une utilisation régulière de produits en contenant.

Après une première recommandation en 2012, l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM) a pris en décembre 2019 une décision de police sanitaire relative au 2-phénoxyéthanol. Elle demande aux fabricants de préciser sur l'étiquetage des produits cosmétiques non rincés la présence de cette substance. Ces produits ne peuvent être utilisés sur le siège des enfants de moins de 3 ans et dans les lingettes pour bébés.

Les émissions de formaldéhyde ne sont également pas négligeables.

À noter la présence de Texanol A (N° CAS 74367-33-2) et de Texanol B (N° CAS 74367-34-3), premier agent de coalescence des peintures en phase aqueuse auxquelles il donne une très bonne qualité au film. Avec un point d'ébullition de 254°C, le Texanol n'est pas classifié dans les COV selon la Directive européenne Peintures (Directive 2004/42/EC). Sa toxicité est faible et sa biodégradabilité importante.

5.9.1.2. Données recueillies pour l'analyse

Une fiche de données de sécurité (FDS) de 2007 mentionne que, conformément au règlement CE n°1272/2008, le produit n'est pas classé dangereux.

Une fiche de technique de janvier 2015 n'apporte aucun élément de composition.

Une attestation de septembre 2018, fournie par fabricant à la demande de la Ville de Grenoble, garantit l'absence des composés suivants : 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.

La mention « Ne convient pas aux enfants de moins de 3 ans » est présente sur l'étiquette du pot de peinture.

5.9.1.3. Comparaison avec les éléments de l'analyse bibliographique

Malgré l'attestation du fabricant qui mentionne l'absence de formaldéhyde, les émissions de ce composé sont significatives. L'analyse bibliographique n'est pas totalement cohérente avec les émissions mesurées.

5.9.1.4. Pistes de réflexion pour la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges

Comme pour beaucoup d'autres produits, les clauses sanitaires intégreront la prescription de peintures sans formaldéhyde et avec des émissions réduites de 2-phénoxyéthanol.

5.9.2. Peinture gouache TR23

5.9.2.1. Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la peinture gouache TR23

Les émissions de COV de la peinture gouache TR23 sont très élevées, en particulier au cours de la première heure (au moment où l'enfant peint), avec des concentrations 2,5 fois supérieures à celle de la deuxième heure (Tableau 38).

Si le composé majoritaire est le propylène glycol, réputé peu toxique, près d'un cinquième des concentrations des composés émis lors de la première heure sont de nombreux hydrocarbures aromatiques dont éthylbenzène, cumène, propylbenzène, m-xylène... qui représente 1/5^e des émissions de COV.

D'autres composés sont émis à des concentrations significatives, comme le 1-butanol, le n-butyl éther, le butyl acrylate le butyl propionate, le butyl butyrate et le diisobutyle succinate.

Composés	N° CAS	Méthode	Étalonnage	SERs [0h-1h] (µg/m ² /h)	SERs [1h-2h] (µg/m ² /h)
Formaldéhyde	50-00-0	HPLC	spécifique	5,9	4,8
Acéaldéhyde	75-07-0	HPLC	spécifique	1,2	0,5
Cétone	67-64-1	HPLC	spécifique	5	0,2
Propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	spécifique	1,9	0,9
Butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	spécifique	0,4	0,2
Benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	spécifique	0,7	0,6
Hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	spécifique	1,2	0,2
Acétonitrile	75-05-8	GC-MS	eq. toluène	0,7	< LD
2-méthoxy éthylacétate	110-49-6	GC-MS	eq. toluène	3,3	< LD
Tert-butanol	75-65-0	GC-MS	eq. toluène	1,3	< LD
Chloro méthyl sulfone	124-63-0	GC-MS	eq. toluène	3,3	< LD
Méthanesulfonic anhydride	7143-01-3	GC-MS	eq. toluène	1,4	< LD
2-butanone	78-93-3	GC-MS	eq. toluène	1	0,7
Isobutanol	78-83-1	GC-MS	eq. toluène	34,2	1,4
1-butanol	71-36-3	GC-MS	eq. toluène	642,5	55,1
2-méthyl-1-butanol	137-32-6	GC-MS	eq. toluène	0,6	1,9
Toluène	108-88-3	GC-MS	eq. toluène	2,3	0,8
Propylène glycol	57-55-6	GC-MS	eq. toluène	581,5	888,1
Acétate de n-butyle	123-86-4	GC-MS	eq. toluène	34	LD
1-(2-propényloxy)-2-propanol	21460-36-6	GC-MS	eq. toluène	11,7	0,7
Éthylbenzène	100-41-4	GC-MS	eq. toluène	251,2	62,6
4-heptanone	123-19-3	GC-MS	eq. toluène	16,8	2,4
m-xylène	108-38-3	GC-MS	eq. toluène	64,2	16,6
p-xylène	106-42-3	GC-MS	eq. toluène	6,8	1,8
n-butyl éther	142-96-1	GC-MS	eq. toluène	436,6	107
4-heptanol	589-55-9	GC-MS	eq. toluène	11,5	2,4
Butyl acrylate	141-32-2	GC-MS	eq. toluène	499,4	100,4
Styrène	100-42-5	GC-MS	eq. toluène	73,4	17,9
o-xylène	95-47-6	GC-MS	eq. toluène	35,4	10
Bromoforme	75-25-2	GC-MS	eq. toluène	3,9	0,9
Butyl propionate	590-01-2	GC-MS	eq. toluène	191,6	34,1
3-méthyl-4-heptanone	15726-15-5	GC-MS	eq. toluène	74,1	12
Cumène	98-82-8	GC-MS	eq. toluène	167,4	53,4
Cis-1,1,3,5-tétraméthyl-cyclohexane	50876-32-9	GC-MS	eq. toluène	1	0,7
1-éthyl-2,4-diméthyl-cyclohexane	61142-69-6	GC-MS	eq. toluène	3,4	1,6
Allyl benzène	300-57-2	GC-MS	eq. toluène	44,8	13,2
Propylbenzène	103-65-1	GC-MS	eq. toluène	113,5	36,4
m-éthyltoluène	620-14-4	GC-MS	eq. toluène	28,1	9,8
3-méthyl-4-heptanol	1838-73-9	GC-MS	eq. toluène	2,5	0,6
p-éthyltoluène	622-96-8	GC-MS	eq. toluène	10,1	< LD
Butyl méthacrylate	97-88-1	GC-MS	eq. toluène	2,7	0,4
o-éthyltoluène	611-14-3	GC-MS	eq. toluène	4,3	1,4
Butyl butyrate	109-21-7	GC-MS	eq. toluène	138	33,9
Hydrocarbure aromatique	-	GC-MS	eq. toluène	28,4	8,7
Éthylcyclopropanecarboxylate	4606-07-9	GC-MS	eq. toluène	3,6	1
Sec-butylbenzène	135-98-8	GC-MS	eq. toluène	39,2	15,1
2-éthylhexanol	104-76-7	GC-MS	eq. toluène	2,6	< LD

2-méthyl-1-propenyl-benzène	768-49-0	GC-MS	eq. toluène	5,4	2,8
1-propenyl-benzène	637-50-3	GC-MS	eq. toluène	14,8	4,6
Butyl crotonate	7299-91-4	GC-MS	eq. toluène	7,5	1,8
1,4-diéthyl-benzène	105-05-5	GC-MS	eq. toluène	4,1	1,6
Dibutyl formal	2568-90-3	GC-MS	eq. toluène	7,4	2
1,3,8-p-menthatriène	21195-59-5	GC-MS	eq. toluène	3,7	1,3
Acétophénone	98-86-2	GC-MS	eq. toluène	10,3	3
Nonanal	124-19-6	GC-MS	eq. toluène	1,4	0,5
2-éthylhexyl acétate	103-09-3	GC-MS	eq. toluène	1,2	0,4
Décanal	112-31-2	GC-MS	eq. toluène	0,7	0,2
n-nonyl méthylphosphonofluoridate	211192-74-4	GC-MS	eq. toluène	1,1	0,4
2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	GC-MS	eq. toluène	1,4	0,7
2-phénoxyéthanol	122-99-6	GC-MS	eq. toluène	3,8	4
Méthyl éthyl glutarate	51503-30-1	GC-MS	eq. toluène	0,9	0,2
Diisobutyl succinate	925-06-4	GC-MS	eq. toluène	111	88,8
Di(sec-butyl) 2-méthylsuccinate	57983-31-0	GC-MS	eq. toluène	52,4	59,8
TVOC	-	GC-MS	eq. toluène	4 292,4	1 766,5

Tableau 38 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la peinture gouache TR23

5.9.2.2. Données recueillies pour l'analyse

Selon la FDS 2015, le mélange n'est pas classé et aucune substance dangereuse n'est mentionnée dans la composition du produit.

La mention « Ne convient pas aux enfants de moins de 3 ans » est présente sur l'étiquette.

Ce produit est certifié par la label américain ACMI AP qui certifie la non-toxicité de la peinture.

5.9.2.3. Comparaison avec les éléments de l'analyse bibliographique

Le produit a obtenu le label américain ACMI AP malgré l'émission de nombreux composés volatils et plusieurs hydrocarbures aromatiques représentant 1/5^e des COV et aux toxicités reconnues : l'éthylbenzène est nocif par inhalation, le cumène est irritant pour les voies respiratoires, le propylbenzène est irritant par inhalation. Le butyl acrylate est un sensibilisant et irritant sévère cutané et oculaire.

5.9.2.4. Pistes de réflexion pour la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges

Dans les clauses sanitaires du cahier des charges, l'absence d'hydrocarbures aromatiques dans les peintures gouaches doit être requise. Le label ACMI AP ne garantit donc pas l'absence de ces composés dont la toxicité est reconnue.

5.9.3. Peinture acrylique cyan TR24

5.9.3.1. Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la peinture acrylique cyan TR24

Les émissions de la peinture acrylique cyan TR24 sont très élevées. Le composé majoritaire émis est le 2-phénoxyéthanol. Il représente la majeure partie des émissions de ce produit car sa concentration est proche de celle mesurée pour les COV totaux. Le 2-phénoxyéthanol, éther aromatique de l'éthylène glycol (éther de glycol EG de la série E) dont le point d'ébullition de 242 °C le classe bien dans les COV. C'est un conservateur largement utilisé dans les produits cosmétiques (crèmes pour la peau), mais il peut être responsable d'irritation des yeux, de sensibilisation cutanée (eczéma ou urticaire) le plus souvent en rapport avec leur utilisation régulière.

Après une première recommandation en 2012, l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM) a pris en décembre 2019 une décision de police sanitaire relative au phénoxyéthanol. Elle demande aux fabricants de préciser sur l'étiquetage des produits cosmétiques non rincés la présence de cette substance. Ces produits ne peuvent être utilisés sur le siège des enfants de moins de 3 ans et dans les lingettes pour bébés.

Composés	N° CAS	Méthode	Étalonnage	SERs [0h-1h] (µg/m ² /h)	SERs [1h-2h] (µg/m ² /h)
Formaldéhyde	50-00-0	HPLC	spécifique	7,2	7,5
Acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	spécifique	1,2	1,3
Acétone	67-64-1	HPLC	spécifique	4,9	2,2
Propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	spécifique	0,7	0,5
Hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	spécifique	0,8	0,3
Acétonitrile	75-05-8	GC-MS	eq. toluène	1,7	< LQ
Acide acétique	64-19-7	GC-MS	eq. toluène	1,9	< LD
Propylène glycol	57-55-6	GC-MS	eq. toluène	8,3	6,8
Phénol	108-95-2	GC-MS	eq. toluène	0,6	0,6
2-phénoxyéthanol	122-99-6	GC-MS	eq. toluène	1 129,8	2 617,5
TXIB	6846-50-0	GC-MS	eq. toluène	2,7	10,8
3-hydroxy-2,4,4-triméthylpentyl méthylpropanoate	2- 74367-34-3	GC-MS	eq. toluène	3,9	13,8
TVOC	-	GC-MS	eq. toluène	1 146,3	2 660,7

Tableau 39 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la peinture acrylique cyan TR24

5.9.3.2. Données recueillies pour l'analyse

La FDS transmise est de 2010. Elle indique que, conformément au Règlement CE n°1272/2008, le mélange n'est pas classé et aucune substance dangereuse n'est mentionnée dans la composition du produit.

5.9.3.3. Comparaison avec les éléments de l'analyse bibliographique

Le 2-phénoxyéthanol, émis en concentrations élevées par la peinture, n'est pas mentionné sur la FDS.

5.9.3.4. Pistes de réflexion pour la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges

Parmi les clauses sanitaires relatives aux peintures, la réduction des émissions de phénoxyéthanol peut être inscrite et une précision sur la présence de cette substance peut être demandée aux fabricants.

5.9.4. Peinture acrylique jaune TR25

5.9.4.1. Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la peinture acrylique jaune TR25

Pour évaluer l'influence de la couleur sur les émissions d'une même peinture, une seconde peinture acrylique de la même marque et de teinte différente a été testée.

Les émissions de la peinture acrylique TR25 jaune sont sensiblement identiques à celles de la peinture acrylique bleu TR24. La différence de pigment de ces deux peintures ne modifie donc pas le résultat des émissions qui sont dominées par le 2-phénoxyéthanol qui représente la quasi-totalité des émissions.

Le 2-phénoxyéthanol, éther aromatique de l'éthylène glycol (éther de glycol EG de la série E) dont le point d'ébullition de 242 °C le classe bien dans les COV. C'est un conservateur largement utilisé dans les produits cosmétiques (crèmes pour la peau), mais il peut être responsable d'irritation des yeux, de sensibilisation cutanée (eczéma ou urticaire) le plus souvent en rapport avec une utilisation régulière de produits en contenant.

Après une première recommandation en 2012, l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM) a pris en décembre 2019 une décision de police sanitaire relative au phénoxyéthanol. Elle demande aux fabricants de préciser sur l'étiquetage des produits cosmétiques non rincés la présence de cette substance. Ces produits ne peuvent être utilisés sur le siège des enfants de moins de 3 ans et dans les lingettes pour bébés.

Composés	N° CAS	Méthode	Étalonnage	SERs [0h-1h] (µg/m ² /h)	SERs [1h-2h] (µg/m ² /h)
Formaldéhyde	50-00-0	HPLC	spécifique	2,3	2,8
Acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	spécifique	1,6	1
Acétone	67-64-1	HPLC	spécifique	2,2	5,9
Propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	spécifique	0,3	1,1
Butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	spécifique	0,2	0,5
Benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	spécifique	0,8	0,9
Valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	spécifique	< LD	1
Méthanesulfonic anhydride	7143-01-3	GC-MS	eq. toluène	0,7	< LD
Toluène	108-88-3	GC-MS	eq. toluène	1	< LD
Acide acétique	64-19-7	GC-MS	eq. toluène	< LD	1,3
Propylène glycol	57-55-6	GC-MS	eq. toluène	< LD	3,5
Phénol	108-95-2	GC-MS	eq. toluène	6,7	1,8
Aniline	62-53-3	GC-MS	eq. toluène	1,2	< LD
Bétaméthasone acétate	987-24-6	GC-MS	eq. toluène	1,1	< LD
Acétophénone	98-86-2	GC-MS	eq. toluène	1,1	< LD
Nonanal	124-19-6	GC-MS	eq. toluène	1,8	0,6
Décanal	112-31-2	GC-MS	eq. toluène	2,5	< LD
2-phénoxyéthanol	122-99-6	GC-MS	eq. toluène	1 269,3	2 570,5
1-phénoxypropan-2-ol	770-35-4	GC-MS	eq. toluène	2,8	10,5
Cyclohexylbenzène	827-52-1	GC-MS	eq. toluène	1	0,6
TVOC	-	GC-MS	eq. toluène	1 359,6	2 580,3

Tableau 40 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la peinture acrylique jaune TR25

5.9.4.2. Données recueillies pour l'analyse

La FDS transmise est de 2010. Elle indique que, conformément au Règlement CE n°1272/2008, le mélange n'est pas classé et aucune substance dangereuse n'est mentionnée dans la composition du produit.

5.9.4.3. Comparaison avec les éléments de l'analyse bibliographique

Le 2-phénoxyéthanol, émis en concentrations élevées par la peinture, n'est pas mentionné sur la FDS.

5.9.4.4. Pistes de réflexion pour la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges

Parmi les clauses sanitaires relatives aux peintures, la réduction des émissions de phénoxyéthanol peut être inscrite et une précision sur la présence de cette substance peut être demandée aux fabricants.

5.9.5. Peinture acrylique rouge TR26

5.9.5.1. Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la peinture acrylique rouge TR26

Les émissions de COVT de la peinture acrylique rouge TR26 sont élevées et plus importantes au cours de la deuxième heure.

Le composé majoritaire émis est le propylène glycol. Avec un point d'ébullition de 188 °C et une pression de vapeur saturante de 10,6 Pascals soit 0,0106 kPa, le propylène glycol est un COV. D'après sa fiche toxicologique, il est réputé peu toxique. Les effets observés font suite à son emploi dans des médicaments, des aliments ou des produits cosmétiques. Les expositions professionnelles provoquent des irritations cutanées et des muqueuses et rarement des allergies cutanées.

Comme dans la peinture gouache TR23, on note la présence de plusieurs hydrocarbures aromatiques : éthylbenzène, xylènes, styrène, o-xylène, cumène, propylbenzène, etc.

Composés	N° CAS	Méthode	Étalonnage	SERs [0h-1h] (µg/m ² /h)	SERs [1h-2h] (µg/m ² /h)
formaldéhyde	50-00-0	HPLC	spécifique	9,4	10
acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	spécifique	6,9	6,6
acétone	67-64-1	HPLC	spécifique	9,4	4,8
acroléine	107-02-8	HPLC	spécifique	4,9	< LD
propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	spécifique	7,9	10,2
butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	spécifique	0,9	0,5
benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	spécifique	219	137,7
isovaléraldéhyde	590-36-3	HPLC	spécifique	1,1	1,5
valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	spécifique	7,1	6,1
m/p-tolualdéhyde	620-23-5	HPLC	spécifique	0,3	1,1
iPA (Propane-2-ol)	67-63-0	GC-MS	eq. toluène	< LD	274,8
hexane	110-54-3	GC-MS	eq. toluène	0,6	< LD
béta-butyrolactone	3068-88-0	GC-MS	eq. toluène	0,8	< LD
1-butanol	71-36-3	GC-MS	eq. toluène	10,1	< LD
acide acétique	64-19-7	GC-MS	eq. toluène	0,5	0,9
propylène glycol	57-55-6	GC-MS	eq. toluène	968	1 491
éthylbenzène	100-41-4	GC-MS	eq. toluène	14,4	7,9
m-xylène	108-38-3	GC-MS	eq. toluène	3,8	2
p-xylene	108-38-3	GC-MS	eq. toluène	0,5	< LD
n-butyl éther	142-96-1	GC-MS	eq. toluène	26,3	13,3
butyl acrylate	141-32-2	GC-MS	eq. toluène	25,2	9
styrène	100-42-5	GC-MS	eq. toluène	3,7	1,8
o-xylène	95-47-6	GC-MS	eq. toluène	2	1,3
butyl propionate	590-01-2	GC-MS	eq. toluène	7,9	2,8
3-méthyl-4-heptanone	15726-15-5	GC-MS	eq. toluène	2,7	1,5
cumène	98-82-8	GC-MS	eq. toluène	10,3	8,8
dihydromyrcène	2436-90-0	GC-MS	eq. toluène	0,7	0,3
cis-béta-méthylstyrène	766-90-5	GC-MS	eq. toluène	2,8	1,6
propylbenzène	103-65-1	GC-MS	eq. toluène	7,8	5,1
butyl butyrate	109-21-7	GC-MS	eq. toluène	7,6	4,5
cyclopropylbenzène	873-49-4	GC-MS	eq. toluène	1,7	1,2
sec-butylbenzène	135-98-8	GC-MS	eq. toluène	3,9	4,3
acétophénone	98-86-2	GC-MS	eq. toluène	2	0,6
3,4-époxy-3-éthyl-2-butanone	17257-82-8	GC-MS	eq. toluène	0,9	2,7
2-phénoxyéthanol	122-99-7	GC-MS	eq. toluène	162,7	< LQ
méthyl éthyl glutarate	51503-30-1	GC-MS	eq. toluène	1,5	1,2
3-hydroxy-2,4,4-triméthylpentyl méthylpropanoate	2- 74367-34-3	GC-MS	eq. toluène	1,5	1,2
diisobutyl succinate	925-06-4	GC-MS	eq. toluène	62,8	72,2
di(sec-butyl) méthylsuccinate	2- 57983-31-0	GC-MS	eq. toluène	38,7	56,8
diisobutyl adipate	141-04-8	GC-MS	eq. toluène	1,4	2,9
TVOC	-	GC-MS	eq. toluène	1 407,1	1 693

Tableau 41: Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la peinture acrylique rouge TR26

Comme dans la peinture gouache TR23, on note la présence de plusieurs hydrocarbures aromatiques : éthylbenzène, xylènes, styrène, o-xylène, cumène, propylbenzène, etc.

Outre la présence d'émission de formaldéhyde, trois composés sont également émis à des concentrations importantes : le benzaldéhyde, l'IPA et le diisobutyl succinate.

- Le benzaldéhyde, composé très volatil (point d'ébullition de 179 °C), à odeur d'amande, ne déclenche des irritations des yeux et des voies aériennes supérieures qu'à de fortes concentrations. Il n'est pas classé cancérogène¹⁰.
- L'IPA (abréviation pour alcool isopropylique ou 2-propanol) est un solvant pour les peintures avec un point d'ébullition à 82 °C. Selon les concentrations, il peut provoquer une irritation des yeux, somnolence et vertiges. L'Organisation mondiale de la santé précise que les expositions habituelles de la population générale ne posent pas de problèmes sérieux de santé.¹¹
- Le diisobutyl succinate (DIBS) a un point d'ébullition de 252.60 °C ce qui classe ce composé dans les semi-volatils (COSV). C'est un nouveau plastifiant, alternative aux phtalates.

5.9.5.2. Données recueillies pour l'analyse

La fiche de données de sécurité (FDS 2013) indique la présence de 2-amino-2-méthylpropanol (isobutanolamine), composé irritant pour les yeux et la peau et d'hydroxyde de potassium. La mention « Ne convient pas aux enfants de moins de 3 ans » est communiquée.

5.9.5.3. Comparaison avec les éléments de l'analyse bibliographique

Les différents composés mesurés en chambre d'essais d'émissions ne sont pas indiqués dans la fiche de données de sécurité, notamment les hydrocarbures aromatiques.

Le 2-propanol auquel sont attribuées les phrases de danger H319 - Provoque une sévère irritation des yeux et H336 - Peut provoquer somnolence ou vertiges pourrait être mentionné dans la FDS à moins que sa teneur dans le produit l'en exonère. Il est normal que les autres substances présentant une faible toxicité ne soient pas intégrés dans la FDS.

L'amino-alcool, le 2-amino-2-méthyl-1-propanol (AMP) ou isobutanolamine (CAS 124-68-5) n'est pas identifié dans les résultats des essais bien que son point d'ébullition soit de 165 °C.

5.9.5.4. Pistes de réflexion pour la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges

Parmi les clauses sanitaires relatives aux peintures, l'absence d'hydrocarbures aromatiques et la réduction des émissions de phénoxyéthanol peuvent être inscrites et une précision sur la présence de cette substance peut être demandée aux fabricants.

5.9.6. Peinture au doigt TR27

5.9.6.1. Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la peinture au doigt TR27

Les émissions de la peinture au doigt TR27 sont peu élevées. Les principaux COV émis sont le propylène glycol, plusieurs siloxanes, le formaldéhyde et des traces d'hydrocarbures aromatiques.

- Le propylène glycol, ingrédient alimentaire, pharmaceutique ou cosmétique, est classé « généralement reconnu inoffensif » par la Food and Drug Administration américaine ;
- Quatre siloxanes cycliques volatils sont émis par cette peinture appliquée avec les doigts : cyclotrisiloxane (D3), cyclotetrasiloxane (D4), cyclopentasiloxane (D5), cyclohexasiloxane (D6). Ces huiles de silicone, composées de silicium, sont utilisées dans de nombreux produits, notamment cosmétiques et peintures, en particulier de façades. Des interrogations sur la toxicité des siloxanes concernent l'effet reprotoxique des D4. Les études concernant les D5 n'ont pas actuellement conclu à des effets néfastes pour l'homme ;

¹⁰ INERIS. Benzaldéhyde. Fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques.

¹¹ WHO. Environmental Health Criteria 103. 2-propanol.

- La présence d'émission de formaldéhyde pose un réel problème d'exposition à la fois respiratoire et cutanée puisque cette peinture est appliquée avec les doigts.

Composés	N° CAS	Méthode	Étalonnage	SERs [0h-1h] (µg/m ² /h)	SERs [1h-2h] (µg/m ² /h)
Formaldéhyde	50-00-0	HPLC	spécifique	15	14
Acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	spécifique	6	3
Acétone	67-64-1	HPLC	spécifique	7	3
Propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	spécifique	3	2
Butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	spécifique	0,3	LD
Benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	spécifique	0,7	1
Éthanol	64-17-5	GC-MS	eq. toluène	1	0,4
Chloro méthyl sulfone	124-63-0	GC-MS	eq. toluène	3	3
Méthanesulfonic anhydride	7143-01-3	GC-MS	eq. toluène	0,7	0,8
Isopentane	78-78-4	GC-MS	eq. toluène	1	0,4
Acétate d'éthyle	141-78-6	GC-MS	eq. toluène	2	0,7
THF	109-99-9	GC-MS	eq. toluène	2	0,7
1-butanol	71-36-3	GC-MS	eq. toluène	12	4
Acide acétique	64-19-7	GC-MS	eq. toluène	0,8	0,7
Toluène	108-88-3	GC-MS	eq. toluène	2	0,8
Propylène glycol + hexaméthylcyclotrisiloxane	57-55-6 + 541-05-9	GC-MS	eq. toluène	14	23
m-xylène	108-38-3	GC-MS	eq. toluène	0,7	0,3
o-xylène	95-47-6	GC-MS	eq. toluène	0,7	0,2
Alpha-pinène	80-56-8	GC-MS	eq. toluène	1	0,2
Octaméthylcyclotétrasiloxane	556-67-2	GC-MS	eq. toluène	16	12
Butyl méthacrylate	97-88-1	GC-MS	eq. toluène	0,8	0,3
Nonanal	124-19-6	GC-MS	eq. toluène	0,7	0,7
Décaméthylcyclopentasiloxane	541-02-6	GC-MS	eq. toluène	51	36
2-phénoxyéthanol	122-99-6	GC-MS	eq. toluène	2	6
Non identifié		GC-MS	eq. toluène	1	1
Dodécaméthylcyclohexasiloxane	540-97-6	GC-MS	eq. toluène	9	9
Non identifié		GC-MS	eq. toluène	0,8	0,8
4-(2-méthoxyphényl)-2-butanone	63449-79-6	GC-MS	eq. toluène	3	3
Di(sec-butyl) 2-méthylsuccinate	57983-31-0	GC-MS	eq. toluène	0,6	1
TVOC	-	GC-MS	eq. toluène	132	112

Tableau 42 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la peinture au doigt TR27

5.9.6.2. Données recueillies pour l'analyse

Dans la FDS de 2017, il est mentionné une teneur en COV de 1,72 g/l, une inscription au tableau 43 des maladies professionnelles pour les affections provoquées par l'aldéhyde formique (formaldéhyde) et au tableau 65 pour lésions eczématiformes de mécanisme allergique, des travaux exposant au formaldéhyde et, dans le cadre de l'ordonnance suisse, le formaldéhyde (méthanal) avec son numéro CAS 50-00-0.

Le mélange contient du benzoate de dénatonium substance amérisante au goût extrêmement désagréable mais non nocive, ajoutée afin de limiter les risques associés à l'ingestion involontaire.

La mention « Ne convient pas à un enfant de moins de 3 » est présente sur l'emballage.

Cette peinture est certifiée ACMI AP et possède le A-label.

5.9.6.3. Comparaison avec les éléments de l'analyse bibliographique

- La présence d'émission de formaldéhyde correspond aux mentions de la FDS ;
- La FDS datant de 2017 mentionne que « le mélange ne répond pas aux critères applicables aux mélanges PBT ou vPvB, conformément à l'annexe XIII du règlement REACH (CE) n° 1907/2006 ». Même si cette peinture n'est pas soumise à la nouvelle restriction concernant les cosmétiques à rincer, l'importante stabilité des D4, D5 et même D6 répondent à la définition des substances vPvB (très persistante, très bioaccumulable). Afin de limiter leur dispersion dans l'environnement, la mise sur le marché à une concentration égale ou supérieure à 0,1% en poids de ces deux composés dans les produits cosmétiques à rincer est interdite depuis le 31 janvier 2020.

Aucune information n'est donnée sur la concentration des siloxanes dans la peinture Tactil color alors qu'elles représentent les principales émissions ;

- En raison de la composition et des émissions, même faibles, de la présence annoncée de formaldéhyde et de traces d'hydrocarbures aromatiques de la peinture au doigt TR27, l'obtention de la certification ACMI AP et du A-label est assez surprenante pour un produit appliqué avec les mains par de jeunes enfants.

5.9.6.4. Pistes de réflexion pour la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges

Dans les clauses sanitaires, l'emploi de peintures au doigt doit être limité à des produits qui mentionnent l'absence de formaldéhyde, de siloxanes et de traces d'hydrocarbures aromatiques. L'utilisation des labels ACMI AP et du A-label n'est pas recommandée.

5.9.7. Synthèse de l'analyse des émissions de polluants volatils des peintures sélectionnées

Sur les 6 peintures testées, cinq ont des concentrations en COV à 1h-2h supérieures à 1 500 µg/m³. Une des peintures acryliques (TR26) présente des émissions plus importantes au cours de la deuxième heure.

La peinture gouache TR22 émet du formaldéhyde en contradiction avec l'attestation du fabricant qui garantit l'absence de ce composé.

	Peinture gouache TR22	Peinture gouache TR23	Peintures Acryliques cyan TR24 Jaune TR2	Peinture acrylique rouge TR26	Peinture au doigt TR27
COV émis SER (1h-2h) (µg/m ² /h)	Formaldéhyde : 33,8 2-phénoxyéthanol 2 154	1-butanol : 55,1 Propylène glycol : 888,1 Éthylbenzène : 62,6 n-butyl éther : 107 Butyl acrylate : 100,4 Butyl propionate : 34,1 Cumène : 53,4 Propylbenzène : 36,4 Butyl butyrate : 33,9 Diisobutyl succinate : 88,8	2-phénoxyéthanol -Cyan : 2 617,5 -Jaune : 2 570,5	Benzaldéhyde : 137,7 IPA : 274,8 Propylène glycol : 1 491 Diisobutyl succinate : 72,2 Traces hydrocarbures aromatiques	Formaldéhyde : 14 Propylène glycol + siloxane D3 : 23 Siloxane D4 : 12 Siloxane D5 : 36 Siloxane D6 : 9
COVT SER (1h-2h) (µg/m ² /h)	2 224,9	1 766,5	Cyan : 2 660,7 Jaune : 2 580,3	1 693	112
Potentiel émissif	Très élevé	Elevé	Très élevé	Elevé	Moyen

Tableau 15. Synthèse des résultats obtenus pour les peintures

Pour la peinture gouache TR23, près d'un cinquième des teneurs des composés émis lors de la première heure sont lié à de nombreux hydrocarbures aromatiques dont éthylbenzène, cumène, propylbenzène, m-xylène, etc.

Pour évaluer l'influence de la couleur sur les émissions d'une même peinture, les peintures acryliques TR24 et TR25, d'un même fabricant, mais de couleur différentes cyan et jaune, ont été testées. La différence de pigment de ces deux peintures ne modifie pas le résultat des émissions qui sont sensiblement identiques.

Deux produits ont été sélectionnés en raison de leur obtention du label américain ACMI AP (cf. page 15) qui certifie la non-toxicité de la peinture. Il a pourtant été constaté que :

- La peinture gouache TR23 émet de nombreux composés volatils et plusieurs hydrocarbures aromatiques aux toxicités reconnues : l'éthylbenzène est nocif par inhalation, le cumène est irritant pour les voies respiratoires, le propylbenzène est irritant par inhalation. Il est à noter que le butyl acrylate est un sensibilisant et irritant sévère cutané et oculaire.
- La peinture au doigt TR27 a aussi ce label malgré la présence de formaldéhyde, responsable de problèmes respiratoires mais aussi d'eczéma, ce qui pose un réel problème pour un produit appliqué avec les doigts par des enfants. Ce composé est mentionné dans la FDS. Il est à noter que cette peinture a aussi le A Label danois (cf. page 15) qui est pourtant attribué aux produits ayant une FDS sans mention de danger.

Les fiches de données de sécurité ne permettent pas d'avoir une information correcte sur les émissions des peintures, mais elles peuvent cependant apporter certains éléments non négligeables à l'analyse des produits.

5.10. Analyse des émissions des polluants volatils des surligneurs

La caractérisation des émissions de polluants volatils a concerné 2 surligneurs présentés dans le Tableau 43.

Référence	Type de fourniture	Référence	Type de fourniture
TR-28	Surligneur	TR-29	Surligneur

Tableau 43 : Liste des surligneurs caractérisés en chambre d'émission

5.10.1. Surligneur TR28

5.10.1.1. Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le surligneur TR28

Composés	N° CAS	Méthode	Étalonnage	SERs [0h-1h] ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	SERs [1h-2h] ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)
Formaldéhyde	50-00-0	HPLC	spécifique	2	1,7
Acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	spécifique	< LD	< LD
Acétone	67-64-1	HPLC	spécifique	< LD	< LD
Acroléine	107-02-8	HPLC	spécifique	0,4	0,2
Propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	spécifique	< LD	< LD
Hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	spécifique	0,6	0,7
Acétonitrile	75-05-8	GC-MS	eq. toluène	< LQ	1,2
2-butanone	78-93-3	GC-MS	eq. toluène	1,6	4,6
4-hydroxy-2-butanone	590-90-9	GC-MS	eq. toluène	< LQ	2
THF	109-99-9	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
1-butanol	71-36-3	GC-MS	eq. toluène	< LQ	3,6
Toluène	108-88-3	GC-MS	eq. toluène	0,5	1,4
m-xylène	106-42-3	GC-MS	eq. toluène	0,5	1
p-xylene	106-42-3	GC-MS	eq. toluène	0,3	0,5
o-xylene	95-47-6	GC-MS	eq. toluène	< LQ	0,8
Alpha-pinène	80-56-8	GC-MS	eq. toluène	0,3	0,7
2-éthylhexanol	104-76-7	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
Nonanal	124-19-6	GC-MS	eq. toluène	< LQ	< LQ
Décanal	112-31-2	GC-MS	eq. toluène	< LQ	0,5
2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
TVOC	-	GC-MS	eq. toluène	<5	16,9

Tableau 44 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le surligneur TR28

Les émissions de COVT du surligneur TR28 sont faibles. Des traces de 1-butanol témoignent de la présence d'alcool primaire dans la composition de l'encre. De faibles émissions de 2-butanone (méthyléthylcétone MEK), solvant des encres, sont quantifiées. Cette cétone s'est révélée peu nocive lors de différents tests. C'est un irritant modéré pour la peau et l'œil¹².

5.10.1.2. Données recueillies pour l'analyse

Pour ce produit, la « Chemical data sheet » du surligneur TR28 indique que son encre est à base d'eau et que les pigments fluorescents ne contiennent pas de métaux lourds, ni de substances radioactives. Les composants plastiques sont en polypropylène et non en PVC. Cette fiche indique également que le surligneur a été testé aux États-Unis par des toxicologues de l'Art & Creative Material Institute, Inc. (ACMI) et qu'il est conforme à l'US standard ASTM D-4236 (Standard Practice for Labeling Art Materials for Chronic Health Hazards).

La Safety Data Sheet disponible sur Internet précise que ce produit est un article et, selon une politique identique à d'autres fabricants qui ne fournissent pas de FDS, n'est pas soumis à OSHA Hazard Communication Standard 29 CFR 1910.1200.

5.10.1.3. Comparaison avec les éléments de l'analyse bibliographique

Si comme l'indique la « Chemical data sheet », l'encre est en phase aqueuse, elle contient de l'alcool et une cétone.

5.10.1.4. Pistes de réflexion pour la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges

5.10.2. Dans les clauses sanitaires, l'absence de cétones dans les surligneurs peut être recommandée. Surligneur TR29

5.10.2.1. Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le surligneur TR29

Les émissions du surligneur TR29 sont négligeables, inférieures à 5 µg/m²/h.

Composés	N° CAS	Méthode	Étalonnage	SERs [0h-1h] (µg/m ² /h)	SERs [1h-2h] (µg/m ² /h)
Formaldéhyde	50-00-0	HPLC	spécifique	1,9	0,4
Acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	spécifique	< LD	< LD
Acétone	67-64-1	HPLC	spécifique	< LD	< LD
Propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	spécifique	< LD	< LD
Valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	spécifique	< LQ	0,2
hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	spécifique	1,2	0,8
Acétonitrile	75-05-8	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
1-butanol	71-36-3	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
2-éthylhexanol	104-76-7	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
Nonanal	124-19-6	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
2-éthylhexyl acétate	103-09-3	GC-MS	eq. toluène	1,3	0,9
2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
2-éthylhexyl chloroacétate	5345-58-4	GC-MS	eq. toluène	1,4	0,7
TVOC	-	GC-MS	eq. toluène	< 5	< 5

Tableau 45 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le surligneur TR29

5.10.2.2. Données recueillies pour l'analyse

La Safety Data Sheet (SDS) de 2006 précise que l'encre est à base d'eau et d'une résine colorée, de tensioactifs et d'acrylates-polymères. Le mélange est non classifié selon CLP N° 1272/2008/CE.

¹² INRS. Butanone ou Méthyléthylcétone. Fiche toxicologique n°14

L'attestation (2010) mentionne que l'encre du surligneur ne contient pas de COV exceptés du diéthylène glycol (CAS 111-46-6) et de l'éthylène glycol (CAS 107-21-1). Le produit est exempt de métaux lourds (cadmium, antimoine, plomb, chrome VI, mercure, arsenic, sélénium). Le contenu en phtalates DINP, DEHP, DBP, DIDP, DNOP et BPSi, est inférieur à 0,1%.

5.10.2.3. Comparaison avec les éléments de l'analyse bibliographique

A la différence des nombreux autres produits, les composés annoncés dans les documents bibliographiques ne sont pas retrouvés dans les résultats des essais d'émission, comme les éthers de glycols. Un acrylate est identifié mais présent en dessous de la limite de détection.

5.10.2.4. Pistes de réflexion pour la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges

Pas de remarques à ajouter aux clauses sanitaires suite à l'analyse de ce surligneur.

5.10.3. Synthèse de l'analyse des émissions de polluants volatils des surligneurs

Les émissions de polluants volatils des deux surligneurs testés sont faibles, voire très faibles.

	Surligneur TR28	Surligneur TR29
COV émis SER (1h-2h) (µg/m ² /h)	1-butanol : 3,6 2-butanone : 4,6	Aucun COV > 1
COVT SER (1h-2h) (µg/m ² /h)	16,9	< 5
Potentiel émissif	Faible	Très faible

Tableau 46 : Synthèse des résultats obtenus pour les surligneurs

5.11. Analyse des émissions de polluants volatils d'un effaceur-récrivain

La caractérisation des émissions de polluants volatils a concerné un effaceur-récrivain (Tableau 47).

Référence	Type de fourniture
TR-30	Surligneur

Tableau 47 : Effaceur-récrivain caractérisé en chambre d'émission

5.11.1. Effaceur-récrivain TR30

5.11.1.1. Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour l'effaceur-récrivain TR30

Les émissions du stylo effaceur-récrivain TR30 sont très faibles avec un seul composé présent, le 2-phénoxyéthanol, déjà identifié dans les émissions des stylos.

Composés	N° CAS	Méthode	Étalonnage	SERs [0h-1h] (µg/m ² /h)	SERs [1h-2h] (µg/m ² /h)
Formaldéhyde	50-00-0	HPLC	spécifique	1,1	< LQ
Acéaldéhyde	75-07-0	HPLC	spécifique	< LD	< LD
Acétone	67-64-1	HPLC	spécifique	< LD	< LD
Valéaldéhyde	110-62-3	HPLC	spécifique	< LD	< LD
Hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	spécifique	1,3	0,8
Chloro méthyl sulfone	124-63-0	GC	eq. toluène	< LQ	0,6
2-butanone	78-93-3	GC-MS	eq. toluène	0,7	< LQ
THF	109-99-9	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
1-butanol	71-36-3	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
Alpha-pinène	80-56-8	GC-MS	eq. toluène	1,2	0,1
2-éthylhexanol	104-76-7	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
Nonanal	124-19-6	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	GC-MS	eq. toluène	< LD	< LD
2-phénoxyéthanol	122-99-6	GC-MS	eq. toluène	< LQ	10,8
TVOC	-	GC-MS	eq. toluène	< 5	12,3

Tableau 48: Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour l'effaceur-récrivain TR30

5.11.1.2. Données recueillies pour l'analyse

Aucune donnée n'a été transmise pour ce produit. Pas de FDS disponible.

Néanmoins dans les informations collectées, lors de l'analyse des fournitures scolaires de la grande distribution, le côté blanc de l'effaceur contient du bisulfite de sodium, sel réducteur, en solution aqueuse. L'encre de la partie stylo contient du gallate de fer. Cette composition, en partie minérale, limite les émissions de COV.

5.11.1.3. Comparaison avec les éléments de l'analyse bibliographique

Les faibles émissions de COV de l'effaceur-récrivain sont cohérentes avec une composition en partie minérale de l'effaceur et de l'encre du stylo.

5.11.1.4. Pistes de réflexion pour la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges

Pas de remarques à ajouter aux clauses sanitaires.

5.11.2. Synthèse de l'analyse des émissions de polluants volatils de l'effaceur

Effaceur récrivain TR30	
COV émis SER (1h-2h) ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	2-phénoxyéthanol : 10,8
COVT SER (1h-2h) ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	12,3
Potentiel émissif	Faible

Tableau 49: Synthèse des résultats obtenus pour l'effaceur récrivain

5.12. Analyse des émissions des polluants volatils des papiers

Les trois papiers différents testés dans le cadre de l'étude TROUSS'AIR sont présentés dans le Tableau 50.

Le papier bleu clair 80g (TR32) a aussi servi de support pour les essais de certaines fournitures scolaires : feutres, stylos, surligneurs, effaceurs.

Référence	Type de fourniture	Référence	Type de fourniture
TR-31	Papier A4 blanc 120 g	TR-33	Feuille cahier Seyes 90 g
TR-32	Papier A4 bleu 80 g		

Tableau 50 : Liste des papiers caractérisés en chambre d'émission

5.12.1. Papier A4 blanc 120 g TR31

5.12.1.1. Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le papier TR31

Les émissions des feuilles A4 de papier blanc 120 g sont faibles avec un composé majeur, le 2-éthylhexanol et deux autres molécules dont la concentration est supérieure à $10 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$: le 2-éthylhexyl acrylate et le propionaldéhyde.

- Le 2-éthylhexanol, est un agent de revêtement du papier. Il est irritant pour la peau, les yeux et les voies respiratoires.
- Le 2-éthylhexyl acrylate est utilisé pour le traitement du papier. Cette substance est peu préoccupante pour la santé humaine.
- Le propionaldéhyde est émis naturellement par certaines essences de bois. Ses risques sanitaires sont l'irritation oculaire et respiratoire.
- Le tétrahydrofurane THF et l'acétonitrile sont des solvants organiques. Selon Santé Canada, les risques pour la santé humaine associés à l'acétonitrile sont considérés comme faibles.
- Les émissions de formaldéhyde sont faibles, de l'ordre de $3,2 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$.

5.12.1.2. Données recueillies pour l'analyse

Le site du fabricant fournit quelques éléments techniques relatifs à la composition du papier. La pâte à papier provient des fibres de cellulose issues du bois (pin, épicéa, bouleau) et/ou de papiers et cartons à recycler. Les charges minérales (kaolin, carbonate de calcium, talc, craie, baryte) confèrent au papier son inertie en minimisant ses réactions aux variations hygrométriques. Le collage rend imperméable le papier. Il est réalisé avec de l'alun, colophane, résinate de sodium, amidon, fécule, gélatine. Pour la blancheur du papier, on ajoute des azurants optiques qui ont la faculté de transformer en lumière visible l'énergie absorbée dans l'UV (entre 300 et 400 nm), et contribuent ainsi à l'augmentation de la luminosité. Ce sont le plus souvent des dérivés de l'acide 4,4'-diamino stilbène-2,2 disulfonique.

Pour que le papier soit encore mieux adapté à l'impression, il peut être couché. Le processus de couchage du papier peut être comparé à l'égalisation de la surface avec du mastic et un couteau à mastiquer. Le couchage est composé d'un liant (amidon ou latex) et d'un pigment (fine argile de kaolin ou carbonate de calcium).

Composés	N° CAS	Méthode	Étalonnage	SERs [0h-1h] (µg/m ² /h)	SERs [1h-2h] (µg/m ² /h)
Formaldéhyde	50-00-0	HPLC	spécifique	4,1	3,2
Acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	spécifique	1,8	1
Acétone	67-64-1	HPLC	spécifique	9,1	2,4
Propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	spécifique	15,3	11,6
Butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	spécifique	0,3	0,3
Isovaléraldéhyde	590-36-3	HPLC	spécifique	1,1	1,3
Valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	spécifique	0,5	1
o-tolualdéhyde	529-20-4	HPLC	spécifique	0,6	1
m/p-tolualdéhyde	620-23-5	HPLC	spécifique	0,8	0,8
Hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	spécifique	<LD	1,3
Éthanol	64-17-5	GC-MS	eq. toluène	2,3	2,2
Acétonitrile	75-05-8	GC-MS	eq. toluène	4,4	2
Alcool isoprpylique IPA	67-63-0	GC-MS	eq. toluène	1,2	0,7
Tétrahydrofurane THF	109-99-9	GC-MS	eq. toluène	11,9	3,3
1-butanol	71-36-3	GC-MS	eq. toluène	7,7	4,2
2(5H)-furanone	497-23-4	GC-MS	eq. toluène	1,1	0,8
Hexylène glycol	107-41-5	GC-MS	eq. toluène	2,3	1,8
Décane	124-18-5	GC-MS	eq. toluène	1,4	1
2-éthylhexanol	104-76-7	GC-MS	eq. toluène	31,2	45,3
Nonanal	124-19-6	GC-MS	eq. toluène	3	1,9
Dodécane	112-40-3	GC-MS	eq. toluène	1,1	0,9
Décanal	112-31-2	GC-MS	eq. toluène	1,5	1,1
2-éthylhexyl acrylate (EHA)	103-11-7	GC-MS	eq. toluène	15,8	21,8
2-(2-hydroxypropoxy)-1-propanol	106-62-7	GC-MS	eq. toluène	3,4	3
1-[1-méthyl-2-(2-propenyloxy)éthoxy]-propanol	2- 55956-25-7	GC-MS	eq. toluène	4,2	3,5
TVOC	-	GC-MS	eq. toluène	98,1	98,5

Tableau 51 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le papier TR31

5.12.1.3. Comparaison avec les éléments de l'analyse bibliographique

Les composés liés à la nature et au traitement du papier sont identifiés parmi les émissions de COV de la feuille de papier blanc A4.

5.12.1.4. Pistes de réflexion pour la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges

Pas de remarques à ajouter aux clauses sanitaires.

5.12.2. Papier A4 bleu 80 g TR32

5.12.2.1. Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le papier bleu TR32

Les émissions de COV de la feuille de papier A4 bleu 80 g sont sensiblement identiques à celle de la feuille de papier blanc 120 g avec les mêmes composés majoritaires : le 2-éthylhexanol et le 2-éthylhexyl acrylate et le propionaldéhyde. Les émissions de formaldéhyde sont également identiques.

À la différence de la feuille de papier blanc 120g, les émissions d'acétone de la feuille bleue sont plus élevées ainsi que celles du tétrahydrofurane et d'acétonitrile qui dépassent légèrement ou approchent les 10 µg/m²/h.

Composés	N° CAS	Méthode	Étalonnage	SERs [0h-1h] (µg/m ² /h)	SERs [1h-2h] (µg/m ² /h)
Formaldéhyde	50-00-0	HPLC	spécifique	3,9	3,5
Acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	spécifique	2,7	1,9
Acétone	67-64-1	HPLC	spécifique	13,1	10,2
Propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	spécifique	14,3	12,2
Butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	spécifique	0,8	0,6
Benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	spécifique	0,3	1,3
Isovaléraldéhyde	590-36-3	HPLC	spécifique	1,5	1,2
Aléraldéhyde	110-62-3	HPLC	spécifique	2	0,3
o-tolualdéhyde	529-20-4	HPLC	spécifique	1,7	3
m/p-tolualdéhyde	620-23-5	HPLC	spécifique	1,2	2,8
Hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	spécifique	LD	0,9
Éthanol	64-17-5	GC-MS	eq. toluène	2	2,4
Acétonitrile	75-05-8	GC-MS	eq. toluène	8,5	9
Alcool isopropylique IPA	67-63-0	GC-MS	eq. toluène	1,9	1,8
Acide acétique	64-19-7	GC-MS	eq. toluène	24,6	< LD
Tétrahydrofurane THF	109-99-9	GC-MS	eq. toluène	14,5	11,2
1-butanol	71-36-3	GC-MS	eq. toluène	8,1	5,5
1-méthoxy-2-propanol	107-98-2	GC-MS	eq. toluène	1,2	1,2
1-éthoxy-2-propanol	1569-02-4	GC-MS	eq. toluène	3	1,4
DPGME	20324-32-7	GC-MS	eq. toluène	6	2
1-(2-méthoxypropoxy)-2-propanol	13429-07-7	GC-MS	eq. toluène	9	4,6
2-éthylhexanol	104-76-7	GC-MS	eq. toluène	36,3	42,6
Nonanal	124-19-6	GC-MS	eq. toluène	2,1	1,4
Dodécane	112-40-3	GC-MS	eq. toluène	1,1	<LD
Décanal	112-31-2	GC-MS	eq. toluène	1,5	0,9
2-éthylhexyl acrylate (EHA)	103-11-7	GC-MS	eq. toluène	19,1	21,7
TVOC	-	GC-MS	eq. toluène	110,6	99,4

Tableau 52 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le papier bleu TR32

5.12.2.2. Données recueillies pour l'analyse

Selon les sites des papetiers, dans un papier coloré, de petites quantités d'agent de rétention sont ajoutées à la pâte à papier pour fixer le pigment sur la fibre. La proportion d'agent de rétention en fibres varie selon les couleurs. Des produits minéraux (sels d'alun, le plus souvent) sont utilisés comme fixateur ou mordant.

5.12.2.3. Comparaison avec les éléments de l'analyse bibliographique

Les composés liés à la nature et au traitement du papier sont identifiés parmi les émissions de COV de la feuille de papier bleu A4. Les émissions de solvant sont légèrement plus élevées sans qu'on puisse les attribuer au papier coloré.

5.12.2.4. Pistes de réflexion pour la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges

Pas de remarques à ajouter aux clauses sanitaires.

5.12.3. Papier cahier Seyes 90 g TR33

5.12.3.1. Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le papier cahier TR33

Les émissions de COVT du papier cahier 90 g sont deux fois moins élevées que celles des feuilles A4 de 120 et 80 g avec moins de substances différentes, mais avec les mêmes composés majoritaires : le 2-éthylhexanol et le 2-éthylhexyl acrylate et le propionaldéhyde. Les émissions de ce dernier composé sont légèrement plus élevées dans la feuille de cahier.

Alors que les émissions totales sont plus faibles avec la feuille de cahier, les teneurs en acétonitrile sont presque 7 fois plus élevées que dans la feuille A4 blanche 120 g.

Les émissions de formaldéhyde sont légèrement plus faibles et le tétrahydrofurane n'est pas identifié.

Composés	N° CAS	Méthode	Étalonnage	SERs [0h-1h] ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	SERs [1h-2h] ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)
Formaldéhyde	50-00-0	HPLC	spécifique	3,3	2,4
Acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	spécifique	2	2
Acétone	67-64-1	HPLC	spécifique	4,3	1,5
Propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	spécifique	10,8	14,1
Butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	spécifique	0,3	0,2
Benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	spécifique	0,3	0,2
Isovaléraldéhyde	590-36-3	HPLC	spécifique	0,3	0,2
Hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	spécifique	0,9	1,3
Éthanol	64-17-5	GC-MS	eq. toluène	3,1	2,4
Acétonitrile	75-05-8	GC-MS	eq. toluène	21,8	13,9
Furane	110-00-9	GC-MS	eq. toluène	1,1	0,3
Chloro méthyl sulfone	124-63-0	GC-MS	eq. toluène	0,9	0,7
Diacétyl	431-03-8	GC-MS	eq. toluène	1,7	1,5
1-butanol	71-36-3	GC-MS	eq. toluène	1,5	1,1
2-éthylhexanol	104-76-7	GC-MS	eq. toluène	24,7	30,2
2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	GC-MS	eq. toluène	15,2	17,8
TVOC	-	GC-MS	eq. toluène	41,5	44,1

Tableau 53 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le papier cahier TR33

5.12.3.2. Données recueillies pour l'analyse

Créé en 1892 par Jean-Alexandre Seyès, libraire-papetier à Pontoise, le cahier d'écolier classique en France comporte une réglure que l'on appelle communément « grands carreaux ». Chaque carreau mesure 0,8 x 0,8 cm, découpé en fine lignes horizontales dessinées tous les deux millimètres. La réglure est généralement bicolore. La ligne d'écriture est imprimée en violet et les interlignes en bleu clair. La réglure est le plus souvent accompagnée d'une marge à gauche.

5.12.3.3. Comparaison avec les éléments de l'analyse bibliographique

Comme pour les deux autres échantillons de feuilles de papier, les composés liés à la nature et au traitement du papier sont identifiés parmi les émissions de COV de la feuille de cahier.

Une question est soulevée : la présence d'encre violette et bleue pourrait-elle être corrélée à une augmentation d'acétonitrile ?

5.12.3.4. Pistes de réflexion pour la rédaction des clauses sanitaires du cahier des charges

Pas de remarques à ajouter aux clauses sanitaires.

5.12.4. Synthèse de l'analyse des émissions de polluants volatils des papiers

Les émissions des deux papiers TR31 120 g et TR32 80 g sont très proches, avec un $SERA_{COVT}$ de l'ordre de $100 \mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ et un $SERA_{\text{formaldéhyde}}$ d'environ $3-4 \mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$. Celles du papier 90 g de cahier Seyes sont 2 fois plus faibles.

Trois composés sont majoritaires pour les trois échantillons de papier : le 2-éthylhexanol et le 2-éthylhexyl acrylate et le propionaldéhyde. Ils sont spécifiques du papier. Le 2-éthylhexanol est un agent de revêtement du papier. Le 2-éthylhexyl acrylate est utilisé pour le traitement du papier. Le propionaldéhyde est émis naturellement par certaines essences de bois.

Les émissions de deux solvants organiques, le tétrahydrofurane et l'acétonitrile varient selon le type de papier. Ce dernier composé est plus élevé pour la feuille de cahier Seyès. En outre, les émissions d'acétone sont plus élevées pour le papier bleu 80 g.

	Papier A4 blanc 120 g TR31	Papier A4 bleu 80 g TR32	Feuille cahier Seyes 90 g TR33
COV émis $SERA_{COV}$ (1h-2h) ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	2-éthylhexanol : 45,3 2-éthylhexyl acrylate : 21,8 Propionaldéhyde : 11,6 Tétrahydrofurane : 3,3 Acétonitrile : 2 Formaldéhyde 3,2 Acétone : 2,4	2-éthylhexanol : 42,6 2-éthylhexyl acrylate : 21,7 Propionaldéhyde : 12,2 Tétrahydrofurane : 11,2 Acétonitrile : 9 Formaldéhyde 3,2 Acétone : 10,2	2-éthylhexanol : 30,2 2-éthylhexyl acrylate : 17,8 Propionaldéhyde : 14,1 Acétonitrile : 13,9 Formaldéhyde 2,4 Acétone : 1,5
COVT $SERA_{COVT}$ (1h-2h) ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	98,5	99,4	44,1
Potentiel émissif	Faible	Faible	Très faible

Tableau 54 : Synthèse des résultats obtenus pour les feuilles de papier

6. Contribution des fournitures scolaires à la QAI

Si l'utilisation des fournitures scolaires les plus émissives, à une très grande proximité des voies respiratoires des enfants, peut augmenter leur exposition, il a paru également pertinent d'évaluer l'impact sur la qualité de l'air intérieur des salles de classe.

Suite aux essais de mesure des émissions de composés volatils réalisés sur les fournitures scolaires sélectionnées dans l'étude TROUSS'AIR, le CSTB a calculé, pour une salle de classe, les concentrations en COVT et en formaldéhyde résultant de l'utilisation de ces fournitures par les élèves, selon la procédure détaillée dans l'Annexe 1(Rapport CSTB, pages 51-53).

Ces calculs de concentrations ne représentent pas les concentrations totales en polluants pour une salle de classe : elles traduisent uniquement la contribution de l'utilisation des fournitures scolaires sélectionnées à la QAI. Elles ne prennent pas en compte la contribution des autres sources (air extérieur, émissions des produits de construction, émissions de l'ameublement, utilisation des produits de nettoyage, etc.).

Pour faire ces calculs, il a été décidé de simuler une salle de classe de 55 m^2 avec 25 élèves et un débit d'air nominal réglementaire de $15 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{pers}$. Si chaque élève utilise ses fournitures scolaires sur une feuille format A4, la surface émissive totale est de 25 feuilles A4, soit $1,56 \text{ m}^2$, ce qui représente une petite surface émissive à l'échelle de la classe.

Cinq activités utilisant des fournitures scolaires différentes ont été caractérisées :

- Collage de 2 feuilles A4 :
 - Avec colle en bâton ;
 - Avec autres colles ;
- Coloriage au feutre d'une feuille A4 ;
- Écriture au stylo sur une feuille A4 avec surligneur et correcteur (sur 10% de la surface) ;
- Écriture du marqueur effaçable sur ardoise A4 ;
- Peinture sur une feuille A4.

Les résultats montrent que les concentrations résultantes minimales en COVT et les concentrations résultantes minimales et maximales en formaldéhyde sont très faibles. Bien que la modélisation de la QAI dans une salle de classe soit satisfaisante, une étude plus approfondie des risques sanitaires serait nécessaire pour évaluer l'exposition des enfants lors des travaux manuels.

Des concentrations résultantes de l'ordre de 10 à 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de COVT sont attendues pour le collage de deux feuilles avec une colle bâton, pour le coloriage au feutre, pour l'écriture au stylo avec surligneur et correction et pour la peinture.

Ce type de calcul est évidemment dépendant des paramètres d'entrée utilisés, et notamment du débit d'air dans la salle de classe. Une étude menée par l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) dans les crèches et les écoles primaires a relevé des débits d'air compris entre 0,6 et 8,2 l/s.pers, soit entre 2,16 et 29,5 $\text{m}^3/\text{h.pers}$ (Canha et al., 2016).

Les calculs des concentrations résultantes ont été refaits avec un débit d'air de ventilation de 2,16 $\text{m}^3/\text{h.pers}$ pour simuler des défauts de fonctionnement et/ou dimensionnement du système d'aération de la salle de classe. Avec un débit d'air de ventilation de 2,16 $\text{m}^3/\text{h.pers}$ (fonctionnement dégradé de la ventilation), les concentrations résultantes minimales et maximales en formaldéhyde restent très faibles, de l'ordre de 60 à 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de COVT pour les mêmes activités que précédemment : collage de 2 feuilles avec une colle bâton, coloriage au feutre, écriture au stylo avec surligneur et correction et peinture.

Ces résultats sont synthétisés dans différents tableaux des pages 51 à 53 du rapport du CSTB annexé à ce document.

7. Faisabilité économique du choix de fournitures scolaires peu émissives

Afin d'évaluer la faisabilité économique du choix de fournitures scolaires respectueuses de la qualité de l'air intérieur, une analyse comparative du coût de produits de la même famille, mais de potentiel émissif différent, est réalisée selon les résultats des essais d'émission effectués par le CSTB.

7.1. Analyse comparative des coûts des produits peu émissifs et émissifs

L'analyse comparative des coûts de chaque famille de fournitures scolaires a utilisé les prix de la commande publique pratiqués par le distributeur de la Ville de Grenoble et les prix appliqués aux consommateurs par la grande distribution ou la vente en ligne.

Dans le Tableau 55 et pour une meilleure lisibilité, les produits faiblement émissifs sont en vert et les produits émissifs en rouge.

FAMILLES PRODUITS	PRODUITS PEU ÉMISSIFS	PU HT € Distributeur	PU TTC € Public	PRODUITS ÉMISSIFS	PU HT € Distributeur	PU TTC € Public	COMPARAISON Prix
COLLE BÂTON	TR2 Très faibles émissions de COVT	0,11 (8 g) 0,41 (21 g)	/ /	TR3 - émissif ++ Émissions d'acétone et de COVT 78 fois plus élevées que colle bâton TR2	/ /	0,68 (8 g) 1,55 (21 g)	Pour la collectivité : Prix de 3 à 4 fois plus élevé pour les bâtons de colle émissifs
	TR6 Émissions de COV faibles, mais légères émissions de formaldéhyde	5,45 (5 L)	/	TR1 - émissif + TR5 Émissions de COV 16 fois plus élevées et 2 fois plus importantes de formaldéhyde par rapport à la colle liquide	0,48 (8 g) 1,39 (21 g)	3,10 (80 ml)	Pour la collectivité : Prix 10 plus élevé pour la colle plus émissive (tenir compte de la différence de quantité de produit)
COLLE ROLLER	TR7 Émissions très faibles de COVT	Non utilisée	2,90 (9,5 m)				
COLLE LIQUIDE STYLO	TR4 Très faibles émissions de COVT	Non utilisée	2,85 (50 ml)				
PEINTURE	TR24 et TR25 Entre 12 et 23 COV, peu de formaldéhyde	3,30 couleur (500 ml)	/	TR23 Émissions de COVT très élevées Émissions de 81 substances dont des hydrocarbures aromatiques (éthylbenzène, xylène, styrène, propylbenzène, cumène, éthyltoluènes,	2,4 (L)	4,95 (couleur 500 ml)	Comparaison difficile du coût en raison des natures différentes (gouache et acrylique)
FEUTRE	TR8 Très faibles émissions de COVT	La mise sur le marché des feutres TR8 a été arrêtée faute de rentabilité mondiale		TR9 Émissions de COVT faibles mais élevées pour le formaldéhyde	0,27	0,49	Le feutre peu émissif TR8 n'étant plus commercialisé, il n'y a pas de différence de prix des autres feutres, selon les niveaux d'émission.
	TR12 Faibles émissions de COVT	0,14	0,26	TR10 Émissions de COVT très élevées, plus de 30 fois celles du feutre TR8	0,16	0,33	
	TR14 Très faibles émissions de COVT	1,65	1,96	TR11 Émissions de COVT très élevées plus de 35 fois celles du feutre TR8	0,24	0,33	
STYLO À BILLE				TR13 Émissions de COVT 10 fois plus élevées que le stylo TR12	0,34	0,41	Pour la collectivité : Prix du stylo à bille émissif 2,5 fois plus élevé
STYLO ROLLER À ENCRE GEL							
STYLO ROLLER À ENCRE LIQUIDE				TR15 Faibles émissions de COVT, mais présence de phénol	1,46	1,13	

FAMILLES PRODUITS	PRODUITS PEU ÉMISSIFS	PU HT € Distributeur	PU TTC € Public	PRODUITS ÉMISSIFS	PU HT € Distributeur	PU TTC € Public	COMPARAISON Prix
CORRECTEUR				<p>TR16 Émissions de COVT très fortement élevées, avec de très nombreux alcanes. C'est le plus émissif des produits testés</p> <p>TR17 Émissions de COVT élevées, avec de nombreux hydrocarbures aromatiques</p> <p>TR18 Très faibles émissions de COVT, mais émissions de formaldéhyde</p>	<p>1,35</p> <p>0,72 (10 mL)</p> <p>0,93 (???) (8 m)</p>	<p>2,99</p> <p>0,68 (10 mL)</p> <p>2,95 (10 m)</p>	<p>Le stylo correcteur très émissif est de 2 à 4 fois plus cher.</p>
MARQUEUR EFFAÇABLE	<p>TR19bis +++ Très faibles émissions de COVT</p> <p>TR21 + Faibles émissions de COVT</p> <p>TR20 + Faibles émissions de COVT, acétone</p> <p>TR19 Émissions moyennes de COVT, environ 10 fois plus que le TR19bis - Encre cétone,</p>	<p>Non utilisé</p> <p>0,34 (4 mm)</p> <p>0,6 (2,7 mm)</p> <p>1,67</p> <p>0,43</p>	<p>1,05</p> <p>0,62 (2,7 mm)</p> <p>2 (1,5 mm)</p> <p>0,98</p>				<p>• Pour la collectivité et le grand public, le feutre moins émissif TR21 est légèrement moins cher que les 2 autres à encre cétone</p> <p>• Le TR19bis très faiblement émissif est plus cher que le TR21</p>
SURLIGNEUR	<p>TR29 +++ Pratiquement pas d'émissions de COVT</p> <p>TR28 Très faibles émissions de COVT</p> <p>TR30 Très faibles émissions de COVT</p>	<p>0,86</p> <p>0,45</p> <p>0,14 (??)</p>	<p>1,29</p> <p>1,11</p> <p>1,62</p>				<p>• Pour la collectivité, le prix du surligneur TR29 très faiblement émissif est presque 2 fois plus cher que le TR28.</p> <p>• Pour le grand public, les prix sont sensiblement identiques.</p>
STYLO EFFAÇEUR RÉÉCRIVEUR							

Tableau 55 : Synthèse comparative des coûts des produits peu émissifs et émissifs

7.2. Conclusions

Contrairement à l'idée répandue que les produits moins émissifs seraient systématiquement plus chers, l'analyse comparative des coûts des 34 fournitures scolaires, dont l'émissivité de polluants volatils a été mesurée en chambre d'essai par le CSTB, met en évidence les points suivants :

De nombreux produits faiblement émissifs sont moins coûteux que leurs homologues dispersant dans l'air des substances volatiles en plus grande quantité.

C'est ainsi que, parmi les fournitures étudiées :

- La colle bâton peu émissive TR2 est de 3 à 4 fois moins chère que les colles bâtons plus émissives.
- Le coût de la colle la moins émissive est 10 fois plus faible que celui de la colle émettant plus de COV
- Le prix du stylo à bille TR12 (moins émissif) est 2,5 fois plus faible que le TR13 qui émet 10 fois plus de COVT
- Le marqueur moins émissif TR21 est légèrement moins cher que les 2 autres à encre cétone
- Le stylo correcteur très émissif TR16 est de 2 à 4 fois plus cher que le TR18.
- Pour les feutres, le produit très peu émissif TR8 n'étant plus commercialisé depuis les essais, il n'y a pas de différence de prix selon les niveaux d'émission des autres fournitures de cette catégorie.

Il y a cependant deux exceptions :

- Le prix du surligneur très faiblement émissif TR29 est, pour la collectivité, presque 2 fois plus cher que le TR28 plus émissif. Pour le grand public, les prix de ces deux surligneurs sont sensibles identiques.
- Le marqueur TR19bis, très faiblement émissif, est plus cher que le TR21.

8. Indications concernant les clauses sanitaires pour le marché des fournitures scolaires de la collectivité

Après les différentes analyses des fournitures scolaires et les résultats de la caractérisation des émissions de certaines d'entre elles, une demande de respect des clauses suivantes a été introduite dans le cahier des charges pour le marché des fournitures scolaires de la Ville de Grenoble. Ces clauses concernent uniquement les catégories de produits utilisés par les enseignants et les élèves. Par exemple, les correcteurs n'étant pas autorisés, aucune clause n'a été insérée concernant les correcteurs liquides dans le cahier des charges.

8.1. Clauses générales

Les clauses suivantes s'appliquent aux différentes familles de fournitures scolaires.

Concernant les fournitures scolaires considérées comme des jouets (craies, crayons de couleur, crayons de cire, feutres, peintures au doigt, peintures à l'eau, peintures vitrail) :

- Elles doivent être conformes à la directive européenne 2009/48/CE (marquage CE)
- Elles ne doivent contenir aucun des 19 composants chimiques suivants : aluminium, antimoine, arsenic, baryum, bore, cadmium, chrome (2 formes), cobalt, cuivre, plomb, manganèse, mercure, nickel, sélénium, strontium, étain, composés organostanniques et zinc.

Concernant les fournitures scolaires considérées comme des substances ou des mélanges (gouaches, peintures, colles, encres, etc.)

- Elles doivent être conformes au règlement (CE) N° 1272/2008 du Parlement européen (dit règlement CLP) relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges ;
- Elles ne doivent contenir aucune des substances classées CMR et des 66 substances parfumantes allergisantes listées dans l'annexe du règlement sus-cité.

Les fournitures scolaires ne doivent pas contenir les substances chimiques suivantes, utilisées comme conservateurs :

- Conservateurs fortement allergisants de la famille des isothiazolinones (benzothiazolinone (BIT), octhiline, chlorométhylisothiazolinone (CMIT) méthylisothiazolinone (MIT). *A minima*, respect des valeurs limites spécifiques de la Directive (UE) 2015/2117 pour la CMIT et la MIT, seules ou mélangées en proportion 3:1 ;
- ABiocides de la famille des carbamates (fongicide IPBC au potentiel sensibilisant faible à modéré) ;
- Formaldéhyde ou bronopol (précurseur de formaldéhyde).

Les fournitures scolaires ne doivent pas contenir les phtalates suivants : Di(2-ethylhexyl)-phtalate (DEHP), Dibutyle-phtalate (DBP), Butyl-benzyl-phtalate (BBP), Di-isononyl-phtalate (DINP), Diisodécyle-phtalate (DIDP), Di-n-octyl-phtalate (DNOP).

Toute mention générale sans preuve ou toute autre indication n'étant pas en adéquation avec la classification du produit n'est pas recevable comme, par exemple, « pas d'effet pour la santé », « sans danger dans la plupart des conditions d'utilisation » ou « non dangereux » ou toute autre mention indiquant que « la substance ou le mélange n'est pas dangereux »

Fourniture obligatoire de la fiche de données de sécurité, outil privilégié pour accéder à des informations sur une substance chimique ou sur un mélange. Créées en 1978, les FDS doivent depuis le 1^{er} avril 1988 être obligatoirement fournies à tout chef d'établissement ou travailleur indépendant. La FDS n'a pas de caractère confidentiel.

8.2. Cluses spécifiques à chacune des différentes familles de produits

Les clauses précédentes sont reprises et complétées pour chaque catégorie de fournitures scolaires.

8.2.1. **Gouaches et peintures**

Ces fournitures devront répondre aux clauses suivantes :

- Fourniture de la FDS ;
- Conformité au règlement (CE) no 1272/2008 modifié (dit règlement CLP) relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges ;
- Absence de substances inscrites sur la liste des substances candidates à l'autorisation à une concentration supérieure à 0,1 % en masse selon l'article 33 du règlement européen REACH ;
- Conformité à la Directive 2009/48/CE relative à la sécurité des jouets et marquage CE ;
- Absence de conservateurs très allergisants de la famille des isothiazolinones, en particulier, la CMIT (chlorométhylisothiazolinone) et la MIT (méthylisothiazolinone) ou *a minima* respect des valeurs limites spécifiques de la Directive (UE) 2015/2117 pour ces substances seules ou en mélange en proportion 3:1;
- Absence de formaldéhyde ou de bronopol mais aussi d'hydrocarbures aromatiques (éthylbenzène, xylènes, styrène, o-xylène, cumène, propylbenzène, etc ainsi que leur dérivés) ;
- Absence des phtalates suivants : DEHP, DBP, BBP, DINP, DIDP, DNOP.

8.2.2. **Colles**

8.2.2.1. **Les colles bâtons**

Ces fournitures devront répondre aux clauses suivantes :

- Proposition de bâtons de colle blanche à base d'amidon en lieu et place des colles vinyliques et conformité aux exigences à la norme européenne sur la sécurité des Jouets, NF EN 71-3
- Fourniture de la FDS
- Absence de solvants, d'acétone.
- Absence de formaldéhyde ou de bronopol
- Absence des phtalates suivants : DEHP, DBP, BBP, DINP, DIDP, DNOP

8.2.2.2. Les colles liquides

Ces fournitures devront répondre aux clauses suivantes :

- Fourniture de la FDS.
- Conformité au règlement (CE) no 1272/2008 modifié (dit règlement CLP) relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges.
- Absence de substances inscrites sur la liste des substances candidates à l'autorisation à une concentration supérieure à 0,1 % en masse selon l'article 33 du règlement européen REACH.
- Absence de conservateurs très allergisants de la famille des isothiazolinones, en particulier la CMIT (chlorométhylisothiazolinone) et la MIT (méthylisothiazolinone) ou *a minima* respect des valeurs limites spécifiques de la Directive (UE) 2015/2117 pour ces substances seules ou en mélange en proportion 3:1.
- Absence de formaldéhyde ou de bronopol.
- Absence des phtalates suivants: DEHP, DBP, BBP, DINP, DIDP, DNOP.

8.2.3. Crayons de couleur

Ces fournitures devront répondre aux clauses suivantes :

- Pour les crayons en bois, privilégier des crayons en bois brut certifié, non colorés et non vernis. En cas d'application de peintures ou de vernis, finition exclusivement en phase aqueuse.
- Conformité à la Directive 2009/48/CE relative à la sécurité des jouets et marquage CE.
- Absence des phtalates suivants: DEHP, DBP, BBP, DINP, DIDP, DNOP.
- Privilégier les produits porteurs du label NF ENVIRONNEMENT ou équivalent.

8.2.4. Crayons de papier

Ces fournitures devront répondre aux clauses suivantes :

- Pour les crayons en bois, privilégier des crayons en bois brut certifié, non colorés et non vernis. En cas d'application de peintures ou de vernis, finition exclusivement en phase aqueuse
- Absence des phtalates suivants: DEHP, DBP, BBP, DINP, DIDP, DNOP.
- Privilégier les produits porteurs du label NF ENVIRONNEMENT ou équivalent.

8.2.5. Stylos à bille, stylos roller

Ces fournitures devront répondre aux clauses suivantes concernant l'encre, déterminante dans la fonction des instruments d'écriture :

- FDS de l'encre qui doit être en phase aqueuse ;
- Absence de formaldéhyde ou de bronopol, précurseur du formaldéhyde et de 2-phénoxyéthanol ;
- Pas de CMR 1A et 1B (anciennement 1 et 2) selon classification européenne ;
- Pas de COV, mais autorisation, conformément au label NF Environnement, d'alcool benzylique, de propylène glycol ou d'éthylène glycol, en teneur la plus faible possible. Indication fortement recommandée des teneurs, voire des émissions dans l'attestation du fabricant ;
- Absence de conservateurs très allergisants de la famille des isothiazolinones, en particulier, la CMIT (chlorométhylisothiazolinone) et la MIT (méthylisothiazolinone) ou *a minima* respect des valeurs limites spécifiques de la Directive (UE) 2015/2117 pour ces substances seules ou en mélange en proportion 3:1 ;
- Pas de solvants type cétone ou phénol.

8.2.6. Feutres de coloriage

Ces fournitures devront répondre aux clauses suivantes :

- Conformité à la directive européenne 2009/48/CE (marquage CE).

- Concernant l'encre, déterminante dans la fonction des instruments d'écriture :
 - FDS de l'encre qui doit être en phase aqueuse
 - Absence de de formaldéhyde ou de bronopol, précurseur du formaldéhyde et de 2-phénoxyéthanol
 - Pas de CMR 1A et 1B (anciennement 1 et 2) selon classification européenne
 - Pas de COV, mais autorisation, conformément au label NF Environnement, du diéthylène glycol, de l'éthylène glycol, en teneur la plus faible possible. Indication fortement recommandée des teneurs, voire des émissions dans l'attestation du fabricant.
 - Absence de conservateurs très allergisants de la famille des isothiazolinones, en particulier la CMIT (chlorométhylisothiazolinone) et la MIT (méthylisothiazolinone) ou *a minima* respect des valeurs limites spécifiques de la Directive (UE) 2015/2117 pour ces substances, seules ou en mélange en proportion 3:1.

8.2.7. Feutres d'écriture

Ces fournitures devront répondre aux clauses suivantes concernant l'encre, déterminante dans la fonction des instruments d'écriture :

- FDS de l'encre qui doit être en phase aqueuse
- Absence de de formaldéhyde ou de bronopol, précurseur du formaldéhyde et de 2-phénoxyéthanol
- Pas de CMR 1A et 1B (anciennement 1 et 2) selon classification européenne
- Pas de COV, mais autorisation, conformément au label NF Environnement du diéthylène glycol, de l'éthylène glycol, en teneur la plus faible possible. Indication fortement recommandée des teneurs, voire des émissions dans l'attestation.
- Absence de conservateurs très allergisants de la famille des isothiazolinones, en particulier la CMIT (chlorométhylisothiazolinone) et la MIT (méthylisothiazolinone) ou *a minima* respect des valeurs limites spécifiques de la Directive (UE) 2015/2117 pour ces substances seules ou en mélange en proportion 3:1

8.2.8. Rubans correcteurs

Les correcteurs en rubans sont préférables aux correcteurs liquides, dont les émissions en polluants sont les plus élevées.

- Fourniture de la FDS.
- Absence de de formaldéhyde ou de bronopol, précurseur du formaldéhyde.

8.2.9. Marqueurs effaçables

Ces fournitures devront répondre aux clauses suivantes concernant l'encre, déterminante dans la fonction des instruments d'écriture :

- FDS de l'encre
- Pas de CMR 1A et 1B (anciennement 1 et 2) selon classification européenne
- Encres à base d'alcool et non à base de cétones et d'hydrocarbures aromatiques (xylène, toluène).
- Pas de COV mais autorisation, conformément au label NF Environnement de l'éthanol, des isomères 1 et 2 du propanol, méthoxypropanol, en teneur la plus faible possible. Indication fortement recommandée des teneurs, voire des émissions, dans l'attestation du fabricant.
- Absence de conservateurs très allergisants de la famille des isothiazolinones, en particulier la CMIT (chlorométhylisothiazolinone) et la MIT (méthylisothiazolinone) ou *a minima* respect des valeurs limites spécifiques de la Directive (UE) 2015/2117 pour ces substances seules ou en mélange en proportion 3:1

8.2.10. Marqueurs permanents

Ces fournitures devront répondre aux clauses suivantes concernant l'encre déterminante dans la fonction des instruments d'écriture :

- FDS de l'encre qui doit être en phase aqueuse
- Pas de CMR 1A et 1B (anciennement 1 et 2) selon classification européenne
- Encres à base d'alcool et non avec cétones et d'hydrocarbures aromatiques (xylène, toluène).
- Pas de COV mais autorisation, conformément au label NF Environnement de l'éthanol, des isomères 1 et 2 du propanol, méthoxypropanol, en teneur la plus faible possible. Indication fortement recommandée des teneurs, voire des émissions, dans l'attestation.
- Absence de conservateurs très allergisants de la famille des isothiazolinones, en particulier la CMIT (chlorométhylisothiazolinone) et la MIT (méthylisothiazolinone) ou *a minima* respect des valeurs limites spécifiques de la Directive (UE) 2015/2117 pour ces substances, seules ou en mélange en proportion 3:1

8.2.11. Cahiers

Il est souhaitable de privilégier les produits disposant des labels suivants ou équivalent : ÉCOLABEL EUROPÉEN, NF ENVIRONNEMENT ou ANGE BLEU. Les phtalates suivants ne doivent pas entrer dans la composition : DEHP, DBP, BBP, DINP, DIDP, DNOP.

- Conformité NF environnement ou équivalent pour les encres des cahiers :
 - Pas de pigments à base de cadmium, d'antimoine, de plomb, de chrome VI, de mercure, d'arsenic, de sélénium et de leurs composés. Somme des impuretés en cadmium, plomb, chrome VI et mercure ≤ 100 ppm ;
 - Interdiction de substances cancérigènes 1, 2A et 2B classées par le CIRC.
- Conformité NF environnement ou équivalent pour les finitions des cahiers (adhésifs dont colles de pelliculage et vernis) :
 - Colles thermofusibles, vinyliques, blanches à eau ou polyurethane ;
 - Contenu en masse de COV inférieur à 5 %.

8.2.12. Cahiers avec couverture transparente polypropylène

Les clauses sont identiques à celles des cahiers (§ 8.2.11).

8.2.13. Feuilles, Papier

Il est souhaitable de privilégier des produits porteurs du label NF ENVIRONNEMENT. Outre NF ENVIRONNEMENT, le papier peut être labellisé ÉCOLABEL EUROPEEN, ANGE BLEU et CYGNE BLANC.

8.2.14. Protège-cahiers

Les Protège-cahiers doivent être en polypropylène (PP) et pas en PVC en raison de la présence éventuelle de phtalates.

8.2.15. Gommages

Il est souhaitable de privilégier les gommages en caoutchouc naturel ou synthétique, sans PVC ou à base de matières d'origine renouvelable (gommages de porte-mines et crayons non concernés).

- Les phtalates suivants ne doivent pas entrer dans la composition : DEHP, DBP, BBP, DINP, DIDP, DNOP ;
- Les gommages doivent être sans parfum ;
- Il est souhaitable de privilégier les produits disposant du label NF ENVIRONNEMENT.

8.2.16. Pâte à modeler

Ces fournitures devront répondre aux clauses suivantes :

- Absence de substances parfumées sensibilisantes.
- Conformité à la Directive 2009/48/CE relative à la sécurité des jouets et marquage CE

- Fourniture de la FDS
- Absence de conservateurs très allergisants de la famille des isothiazolinones, en particulier la CMIT (chlorométhylisothiazolinone) et la MIT (méthylisothiazolinone) ou *a minima* respect des valeurs limites spécifiques de la Directive (UE) 2015/2117 pour ces substances seules ou en mélange en proportion 3:1

8.2.17. Encres à dessiner

Ces fournitures devront répondre aux clauses suivantes :

- Fourniture de la FDS de l'encre qui doit être en phase aqueuse ;
- Conformité au règlement (CE) no 1272/2008 modifié (dit règlement CLP) relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges ;
- Absence de substances inscrites sur la liste des substances candidates à l'autorisation à une concentration supérieure à 0,1 % en masse selon l'article 33 du règlement européen REACH ;
- Conformité à la Directive 2009/48/CE relative à la sécurité des jouets et marquage CE ;
- Absence de conservateurs très allergisants de la famille des isothiazolinones, en particulier la CMIT (chlorométhylisothiazolinone) et la MIT (méthylisothiazolinone) ou *a minima* respect des valeurs limites spécifiques de la Directive (UE) 2015/2117 pour ces substances seules ou en mélange en proportion 3:1 ;
- Absence de formaldéhyde ou de bronopol, d'hydrocarbures aromatiques ;
- Absence des phtalates suivants : DEHP, DBP, BBP, DINP, DIDP, DNOP.

9. Élaboration d'un guide de sensibilisation à destination des acteurs

Pour valoriser le travail mené sur la mesure et l'analyse des émissions des fournitures scolaires, un travail de synthèse a été réalisé pour sensibiliser les collectivités locales, les enseignants et les parents aux meilleurs choix de fournitures scolaires pour la santé des enfants et de tous.

9.1. Objectifs

Les informations essentielles et utilisables ont été structurées pour aboutir à un outil pédagogique et pratique :

- Pédagogique, car il doit apporter de l'information sur la composition des produits, les expositions des enfants notamment cutanées et respiratoires, l'impact sur la qualité de l'air des locaux où sont utilisées les fournitures scolaires ;
- Pratique, car il s'agit d'un outil d'aide au choix capable d'orienter les différents acteurs lorsqu'ils sont en situation d'acheter des fournitures scolaires.

Les lecteurs doivent y trouver les réponses aux questions qu'ils se posent :

- Pourquoi se préoccuper fournitures scolaires pour la santé des enfants ?
- Comment repérer les bons produits ?
- Quelles informations apportent les différents labels ?
- Comment lire les étiquettes sans être chimiste ?
- Quels sont les bons conseils pour différentes activités : coller, peindre, colorier, écrire, modeler, etc... ?

9.2. Modalités de réalisation

La rédaction du contenu a été réalisée par MEDIECO. Une fois le document préparé, des réunions et des échanges ont été établis avec différentes directions de l'ADEME pour la validation de la fiche et sa mise en page :

- Au sein de la Direction Économie Circulaire et Déchets (DECD), avec le pôle « Consommation Responsable, produits du quotidien plus écologiques, labels environnementaux » du service Consommation et Prévention (SCP) ;
- Au sein de la Direction Exécutive de la Mobilisation pour la Transition Écologique (DEMTE), avec le pôle de « Coordination de la communication Grand Public et Jeunes » du Service Mobilisation Citoyenne et Media.

9.3. Publication de deux documents

9.3.1. « CHOISIR DES FOURNITURES SCOLAIRES SANS RISQUE POUR LA SANTÉ »

C'est l'outil pédagogique de 13 pages qui est intégré dans la collection des fiches pratiques « CLÉS POUR AGIR » et dans la thématique « ACHATS ». Il a été publié en mai 2019. Il est accessible en suivant le lien suivant :

<https://www.ademe.fr/choisir-fournitures-scolaires-risque-sante>

9.3.2. « FOURNITURES SCOLAIRES : COMMENT ÉQUIPER SES ENFANTS SANS RISQUE ? »

Cette infographie synthétique d'une page résume les messages clés sur les produits à privilégier.

<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/infographie-fournitures-scolaires-comment-equiper-ses-enfants-sans-risque.pdf>

9.4. Diffusion des outils de sensibilisation

9.4.1. Communication de l'ADEME

Une Infopresse de trois pages (ANNEXE 2) a été aussitôt effectuée en mai 2019 pour la préparation de la rentrée scolaire de septembre 2019. Cette communication, réalisée suffisamment tôt, a suscité plusieurs demandes d'interviews auprès de l'ADEME par les magazines mensuels ou bimestriels.

9.4.2. Communication de la Ville de Grenoble

Lors de la rentrée scolaire 2019, la fiche a été transmise : aux enseignants et aux parents lors des réunions de reprise de l'activité scolaire et à la responsable sécurité du Rectorat qui avait été informé de l'étude TROUSS'AIR.

10. Sensibilisation des acteurs au choix des fournitures scolaires

En complément de l'élaboration de clauses sanitaires dans le cahier des charges du marché public des fournitures scolaires, le service de la Mission Évaluation des Risques Sanitaires de la Direction Santé Publique et Environnement de la collectivité a eu une forte volonté de susciter une prise de conscience des acteurs concernés par l'impact sanitaire des fournitures scolaires et d'intégrer la prise en compte de la qualité de l'air dans les produits commandés par les différents établissements de la Ville de Grenoble.

Une fois les deux supports de sensibilisation élaborés, des ateliers de sensibilisation des différents acteurs ont été organisés.

10.1. Contexte et enjeux

Ces rencontres avaient plusieurs objectifs :

- Valoriser les travaux d'analyse sur les fournitures scolaires et les documents publiés,
- Apporter une synthèse des éléments essentiels, échanger et répondre aux interrogations des participants,

- Identifier les freins à lever, les clés de succès, les éléments à développer, la compréhension et la faisabilité des recommandations, le manque d'informations et tout autre élément intéressant à prendre en compte pour améliorer les supports et les actions de sensibilisation.

10.2. Sensibilisation des élus

Un atelier a été réalisé le 14 décembre 2018 à l'Hôtel de Ville de Grenoble.

Peu d'élus étaient présents, mais il y avait un noyau dur de trois personnes intéressées par ces sujets en raison de leurs fonctions : l'adjoint aux écoles, l'adjoint à la santé et l'adjoint à l'environnement et l'urbanisme.

La fiche et l'infographie leur ont été commentées, mais globalement ils ont trouvé la fiche un peu complexe en raison des nombreux noms des substances chimiques.

Les élus avaient une inquiétude sur le plan financier qui a été levée suite à la passation du marché des fournitures scolaires. En effet, une baisse de coût de l'ordre de 10 % a pu être réalisée. Ils se sont également interrogés sur la possibilité de convaincre les fournisseurs habituels de proposer des produits plus respectueux de la santé.

Dans chaque catégorie de fournitures, 1, 2, 3 voire 4 produits ont pu être proposés avec une faible émissivité. Un des fournisseurs a d'ailleurs pris la décision de s'engager dans ce sens en proposant tous les ans de nouveaux produits négociés avec les fabricants. La prochaine proposition aura lieu en mai 2020.

Concernant le marché public des fournitures scolaires, la Ville de Grenoble n'a pas réussi à savoir pourquoi sur les sept entreprises qui avaient demandé le dossier de consultation, seulement deux ont répondu. L'importance des clauses sanitaires ont pu les effrayer alors que les deux entreprises qui avaient répondu, il y a quatre ans, avaient été informées de la démarche de la Ville de Grenoble.

10.3. Sensibilisation des enseignants et des parents d'élèves

10.3.1. Déroulement des réunions

La réunion de sensibilisation des enseignants a eu lieu le 27 mai 2019, entre 12 et 14 h, suivi d'un buffet. Elle a réuni 15 participants dont 9 enseignants.

La seconde réunion à destination des parents d'élèves qui s'est tenue le 6 juin 2019, de 18h à 19h30, à la Maison des Associations a réuni 9 participants, dont 3 parents d'élèves.

Avec les enseignants, MEDIECO et la Ville de Grenoble ont présenté, en présence d'élus, le travail d'Analyse Qualité Santé® mené sur les fournitures scolaires et les conclusions de l'étude.

Avec les parents d'élèves, les deux partenaires ont abordé l'impact des fournitures scolaires de manière à susciter l'intérêt des parents et à orienter la rencontre vers des solutions leur permettant de devenir des consommateurs soucieux de la santé des enfants.

Pour chacune des rencontres, un support Powerpoint a été présenté. Le guide et l'affiche ont été distribués en fin d'atelier.

10.3.2. Contenu des échanges

Les réunions de sensibilisation ont rassemblé peu de participants, mais les personnes présentes étaient très intéressées et motivées. Les participants découvraient pour la plupart les aspects sanitaires des fournitures scolaires à cette occasion. Ils ont manifesté leur intérêt pour comprendre les bonnes pratiques à adopter et ont enrichi les échanges de leurs expériences professionnelles et/ou personnelles.

Le format des réunions, sur la pause de midi pour les enseignants et en fin de journée pour les parents, a satisfait les participants. Les échanges en fin de réunion témoignent que le contenu des présentations et des échanges a globalement répondu aux attentes des participants.

Le guide et l'affiche ayant été finalisés peu de temps avant les réunions de sensibilisation, les participants découvraient ces supports les jours de réunion. Pour autant, le format court de l'affiche a permis de recueillir des réactions pendant la réunion, notamment par les parents d'élèves, premières cibles de ce support. La fiche, plus complète, aurait nécessité une prise en main préalable pour un meilleur retour. Sur ce dernier document, seuls les élus qui en avaient eu connaissance préalablement ont pu s'exprimer.

Les enseignants s'interrogent sur les modalités d'intégration de ce critère dans leur choix de fournitures. La Ville de Grenoble indique avoir mis en place une « mise en avant » des fournitures dont l'Analyse Qualité Santé est satisfaisante. Ces produits sont donc positionnés en tête des listes proposées aux enseignants.

Une problématique a émergé suite aux échanges avec les enseignants : le compromis entre faible émissivité et garantie de l'efficacité. Par exemple : une colle n°1 peut avoir une analyse sanitaire moins satisfaisante qu'une colle n°2 mais ne nécessiter que 3 points de collage pour une bonne fixation alors que l'autre demande une application en bandes. C'est le cas pour deux des produits analysés. L'arbitrage lors du choix d'un produit doit également intégrer cet aspect.

Remarques spécifiques sur la fiche « Choisir des fournitures scolaires sans risque pour la santé »

Les élus trouvent le document « compliqué d'accès », notamment à cause de certaines terminologies utilisées, par exemple le nom des substances chimiques présentes dans les produits. D'autres participants nuancent les propos en indiquant que les plus curieux pourront trouver des réponses à leurs interrogations.

Remarques spécifiques à l'affiche « Fournitures scolaires : comment équiper ses enfants sans risque ? »

Les parents d'élèves se sont préférentiellement tournés vers l'infographie plutôt que vers la fiche, car ils indiquent trouver un contenu succinct et facilement appropriable, des messages clairs et compréhensibles. Ce format synthétique leur convient pour une situation d'achat des fournitures en magasin ou sur internet. Ils suggèrent que ce document soit également distribué par les établissements scolaires dans les cahiers de liaison, en même temps que la liste des fournitures pour la rentrée, afin que les parents effectuent leurs achats en ayant à disposition ces deux documents joints.

Les parents auraient souhaité voir figurer une liste de marques ou de références recommandées. Il leur a été expliqué qu'une telle liste ne serait pas exhaustive et serait rapidement obsolète sans un travail régulier d'actualisation.

Dans la partie « Quels produits privilégier ? » de la fiche, les parents proposent de conserver le contenu, et d'ajouter, pour chacune des fournitures, un parallèle avec « Les produits qu'il ne faut pas choisir ».

11. Conclusions et perspectives

Dans le cadre de son plan de gestion de la QAI dans les ERP, la Ville de GRENoble a initié une réflexion sur le vaste sujet de la caractérisation sanitaire des fournitures scolaires commandées et utilisées chaque année par les enseignants des différentes écoles grenobloises.

Il est ainsi apparu essentiel au service de la Mission Évaluation des Risques Sanitaires de la Direction Santé Publique et Environnement de la Ville de GRENoble de pouvoir intégrer des clauses sanitaires dans son cahier des charges pour le marché des fournitures scolaires et de sensibiliser les élus, les enseignants et les parents d'élèves à l'importance de faire les meilleurs choix.

Pour répondre à ces enjeux et, en raison du manque de réglementation spécifique tant nationale qu'euro-péenne pour ces produits, une vaste étude a été réalisée au sein du projet TROUSS'AIR.

La recherche, le classement et l'analyse des différentes informations techniques et/ou sanitaires communiquées par les fabricants à la Ville de Grenoble et au consommateur dans la grande distribution ont été complétées par l'analyse des fiches de données de sécurité et des *Safety Data Sheet*.

Sur la base de ce travail bibliographique concernant au total 167 fournitures scolaires (52 de la grande distribution et 115 du catalogue du fournisseur de la collectivité), 34 produits ont été sélectionnés pour la caractérisation, en chambre d'essai, de leurs émissions de polluants volatils par la Direction Santé Confort du CSTB. Il a paru important de les confronter ensuite aux éléments de l'analyse, aux affirmations des fabricants et de certains labels afin d'établir les exigences sanitaires pertinentes à intégrer dans le marché public.

Parmi les nombreux constats effectués au cours de ce projet :

- Des conservateurs de la famille des isothiazolinones, substances allergisantes cutanées, sont présents dans de très nombreux produits : cartouches d'encre, feutres, surligneurs, colles, peintures et même dans les peintures au doigt.

- La présence fréquente d'un autre conservateur : le bronopol, précurseur du formaldéhyde.
- L'émission surprenante d'hydrocarbures aromatiques dans une gouache et des traces dans une peinture au doigt.
- Des émissions de COV et de formaldéhyde très différentes d'un produit à l'autre pour tous les produits testés, et d'un produit à l'autre dans la même catégorie de produits. Par exemple :
 - Le bâton de colle TR2 émet 40 fois moins de COVT que le bâton de colle TR1, et 90 fois moins que le troisième, le TR3.
 - Le feutre TR10 émet 60 fois plus de COVT que le feutre TR9 qui émet lui-même 8 fois plus de formaldéhyde que le TR10.
 - Deux colles liquides émettent de fortes concentrations de formaldéhyde.
- Les produits faiblement émissifs sont, pour la plupart, moins coûteux (§7). Leur impact économique sur le budget des collectivités et des familles est positif. Lors de la passation du marché des fournitures scolaires, une baisse de coût de l'ordre de 10 % a pu être réalisée.

Une démarche exemplaire de la collectivité

Dans le cahier des charges du marché des fournitures scolaires de la Ville de Grenoble, diverses exigences ont donc été formulées par famille de produits (§ 8) en collaboration avec le Service des achats de la Ville. La qualité sanitaire a été un des critères de sélection avec introduction d'une pondération sanitaire aux côtés des critères de valeur technique, environnementale, budgétaire. Une analyse critique des offres est ensuite essentielle pour repérer, parmi les propositions, les produits les plus biocompatibles en sachant que la plupart des attestations de conformité demandées par la Ville de Grenoble et fournies par les fabricants ont été très souvent en contradiction avec les résultats des essais.

La pérennité de la démarche dépend ensuite du travail instauré sur le long terme avec le titulaire du marché pour améliorer l'offre au gré des évolutions. Une démarche de progression a été incluse dans le cahier des charges, avec obligation d'une réunion semestrielle pour introduction éventuelle de nouveaux produits « vertueux ».

Une sensibilisation difficile des enseignants et des parents d'élèves

La constitution d'un groupe d'enseignants volontaires et d'animateurs référents dans trois écoles de Grenoble retenues avait été envisagée pour lancer les premières actions de sensibilisation et de travail commun sur le contenu de la fiche réalisée sur les fournitures scolaires. Deux des trois directeurs d'école avaient participé avec intérêt aux entretiens préliminaires à l'étude TROUSS'AIR (p.13). Des raisons extérieures au projet TROUSS'AIR ont démobilisé les enseignants pour l'organisation des ateliers. Aussi, la sensibilisation a été réduite à deux réunions qui n'ont malheureusement réuni qu'un nombre limité de participants, néanmoins très intéressés (§10.3). De même, la structuration d'ateliers prévus avec les parents d'élèves délégués n'a pas pu être mise en œuvre.

Connaître l'exposition réelle des enfants aux nombreux polluants volatils des fournitures scolaires

À partir des teneurs de polluants quantifiées lors des mesures des différents produits en chambre d'essai, la contribution de l'utilisation des fournitures scolaires à la QAI a été calculée pour une salle de classe standard et un nombre habituel d'élèves (§6). Cinq activités ont été caractérisées avec différents produits pour chacune d'elles : collage, coloriage au feutre, écriture au stylo et au marqueur, peinture. **Les concentrations résultantes minimales en COVT et les concentrations résultantes minimales et maximales en formaldéhyde sont très faibles, même dans des conditions de fonctionnement dégradé de ventilation.**

Néanmoins, cette évaluation ne quantifie pas l'exposition réelle des enfants qui utilisent, pendant plusieurs heures des fournitures scolaires très émissives, à une très grande proximité de leurs voies respiratoires.

- ⇒ L'étude TROUSS'AIR pourrait donc être poursuivie par des mesures de polluants volatils au plus près des enfants et des enseignants lors des activités les plus émissives : collage, peinture, écriture. Des prélèvements individuels par badge passif et peu coûteux sont possibles tels ceux utilisés en hygiène industrielle pour quantifier les expositions professionnelles. Avec cette technique non contraignante, les enfants et les enseignants sont libres de leurs mouvements. La mesure réalisée permettrait de connaître les concentrations présentes près des voies

respiratoires, notamment en formaldéhyde et serait le reflet de l'exposition, en situation réelle, aux émissions élevées de certaines fournitures scolaires.

Urgence d'une réglementation sur les aspects sanitaires des fournitures scolaires

Tout au long de la conduite du projet TROUSS'AIR, la problématique majeure a été la difficulté d'accès à une information de qualité sur des produits utilisés massivement et régulièrement par 12 millions d'élèves et près de 900 000 enseignants. Or, à ce jour, les fournitures scolaires ne relèvent d'aucune directive européenne ni de texte national. En effet, aucune réglementation spécifique n'existe pour ces objets conçus pour les enfants, qui n'ont pas l'obligation de porter le marquage CE si le produit n'est pas qualifié en jouet.

Les clauses sanitaires qu'une collectivité choisit de s'imposer pour limiter l'exposition des enfants dans ses écoles pourraient inspirer des obligations faites aux industriels de supprimer certaines substances, par exemple, les isothiazolinones fortement allergisantes, le bronopol, précurseur du formaldéhyde, etc... ou *a minima* de mentionner ces substances sur l'étiquetage.

Les différents labels existants sur le marché français des fournitures scolaires ((Ecolabel européen, NF Environnement, ange bleu et cygne blanc)) ne donnent pas une vision globale sur les émissions de substances volatiles, ni sur les impacts sanitaires de ces produits. Ils donnent cependant des indications en ce sens et le choix d'un produit portant un label reste préférable à celui n'en portant aucun. Par exemple, la marque NF environnement - Instruments d'écriture (NF 400) limite la présence de quelques familles de COV dans les encres des instruments d'écriture mais n'impose pas de limite de concentration. Autre constat : l'obtention du label américain ACMI-AP et du A-label danois ne garantit pas, comme les essais l'ont démontré, l'absence d'hydrocarbures aromatiques, d'isothiazolinones et de formaldéhyde dans les peintures, tout particulièrement, celle appliquée avec les doigts.

Afin d'éviter aux consommateurs une multiplication des affichages et des informations, il serait pertinent de compléter les référentiels des labels existants pour intégrer à la fois des critères environnementaux et des critères sanitaires renforcés.

A l'heure actuelle, l'information du consommateur relève de la seule décision du fabricant. Il peut jouer la transparence et indiquer les dangers relatifs à ses produits, mais choisir aussi ne rien mentionner. Lors de l'achat, le consommateur aura tendance à privilégier, entre différentes fournitures, le produit ne mentionnant aucun danger. Cependant, en raison de l'absence d'une réglementation relative à ces produits, il ne sélectionnera pas forcément un produit inoffensif.

INDEX DES TABLEAUX ET FIGURES

TABLEAUX

Tableau 1. Présentation de différents labels et tests concernant les fournitures scolaires.....	17
Tableau 2 : Catégories des fournitures scolaires sélectionnées	25
Tableau 3 : Références TROUSS'AIR des 34 fournitures scolaires testées	25
Tableau 4 : Liste des colles caractérisées en chambre d'émission.....	26
Tableau 5 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la colle bâton TR1	27
Tableau 6 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la colle bâton TR2	28
Tableau 7 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la colle bâton TR3	29
Tableau 8 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la colle stylo TR4.....	30
Tableau 9 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la colle liquide TR5.....	30
Tableau 10 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la colle liquide TR6.....	32
Tableau 11 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la colle roller TR7	32
Tableau 12 : Synthèse des émissions de polluants volatils des 7 colles testées	34
Tableau 13. Liste des feutres caractérisés en chambre d'émission	34
Tableau 14 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le feutre TR8	34
Tableau 15 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le feutre TR9	36
Tableau 16 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le feutre TR10	37
Tableau 17 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le feutre TR11	38
Tableau 18 : Synthèse des émissions de polluants volatils des 4 feutres testés.....	39
Tableau 19 : Liste des stylos caractérisés en chambre d'émission	39
Tableau 20 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le stylo à bille TR12	40
Tableau 21 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le stylo à bille TR13	41
Tableau 22 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le stylo roller TR14	43
Tableau 23 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le stylo roller TR15	43
Tableau 24 : Synthèse des résultats obtenus pour les stylos	44
Tableau 25 : Liste des correcteurs caractérisés en chambre d'émission.....	45
Tableau 26 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le correcteur stylo TR16.....	46
Tableau 27 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le correcteur stylo TR17.....	48
Tableau 28 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le correcteur ruban TR18	49
Tableau 29 : Synthèse des résultats obtenus pour les correcteurs	50
Tableau 30 : Liste des marqueurs effaçables caractérisés en chambre d'émission	50
Tableau 31 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le marqueur effaçable TR19	51
Tableau 32 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le marqueur effaçable TR19bis	52
Tableau 33 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le marqueur effaçable TR20	53
Tableau 34 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le marqueur effaçable TR21	54
Tableau 35 : Synthèse des résultats obtenus pour les marqueurs effaçables	55
Tableau 36 : Liste des peintures caractérisées en chambre d'émission	55
Tableau 37 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la peinture gouache TR22	55
Tableau 38 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la peinture gouache TR23	58
Tableau 39 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la peinture acrylique cyan TR24.....	59
Tableau 40 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la peinture acrylique jaune TR25	60
Tableau 41 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la peinture acrylique rouge TR26.....	61
Tableau 42 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour la peinture au doigt TR27	63
Tableau 43 : Liste des surligneurs caractérisés en chambre d'émission.....	65
Tableau 44 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le surligneur TR28	65
Tableau 45 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le surligneur TR29.....	66
Tableau 46 : Synthèse des résultats obtenus pour les surligneurs.....	67
Tableau 47 : Effaceur-récrivain caractérisé en chambre d'émission.....	67
Tableau 48 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour l'effaceur-récrivain TR30.....	68
Tableau 49 : Synthèse des résultats obtenus pour l'effaceur récrivain	68
Tableau 50 : Liste des papiers caractérisés en chambre d'émission	68
Tableau 51 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le papier TR31	70
Tableau 52 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le papier bleu TR32	71
Tableau 53 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques pour le papier cahier TR33	72
Tableau 54 : Synthèse des résultats obtenus pour les feuilles de papier	73
Tableau 55 : Synthèse comparative des coûts des produits peu émissifs et émissifs	76
Tableau 56. Exigences sanitaires des papiers porteurs de l'ÉCOLABEL EUROPÉEN	92
Tableau 57 : Catégories de fournitures scolaires pouvant être certifiées NF ENVIRONNEMENT	93
Tableau 58 : Exigences sanitaires des cahiers et des instruments d'écriture labellisés NF ENVIRONNEMENT	95
Tableau 59 : Exigences sanitaires des fournitures de papeterie labellisées Ange Bleu	97
Tableau 60 : Exigences sanitaires des fournitures labellisées Cygne blanc.....	99

SIGLES ET ACRONYMES

ADEME	Agence de la transition écologique
ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire alimentation, environnement, travail
AQS	Analyse Qualité Santé
BNPC	Banque Nationale des Produits et Compositions
CAP	Centres antipoison
CAPTV	Centres antipoison et de toxicovigilance
CAS	N° Chemical Abstracts Service
CCTV	Comité de Coordination de Toxicovigilance
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer
CLP	Classification, Labelling and Packaging
CNESST	Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail du Québec
COFRAC	Comité Français d'Accréditation
COV	Composés Organiques Volatils
COVT	Composés Organiques Volatils Totaux
CSTB	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
EPDM	Éthylène-Propylène-Diène Monomère (caoutchouc)
ERP	Établissement recevant du public
FDS	Fiche de Données de Sécurité
INRS	Institut National de Recherche et de Sécurité
INERIS	Institut national de l'environnement industriel et des risques
MIT	MéthylIsoThiazolinone
OQAI	Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur
QAI	Qualité de l'Air Intérieur
REACH	enRegistrement, Evaluation et Autorisation des produits CHimiques.
SDS	Security Data Sheet
SER	Facteur d'émission spécifique
SERa	Facteur d'émission surfacique
SGH	Système Général Harmonisé

ANNEXES

ANNEXE 1. Informations complémentaires sur les labels des fournitures scolaires

ÉCOLABEL EUROPEEN

Catégories de produits concernés

Parmi les catégories de produits papier concernés par l'ÉCOLABEL EUROPEEN, trois peuvent être intégrées dans les fournitures scolaires :

- **Le papier transformé** : les enveloppes et sacs en papier constitués d'au moins 90 % en poids de papier, papier cartonné ou substrats à base de papier ; les produits de papeterie constitués d'au moins 70 % en poids de papier, papier cartonné ou substrats à base de papier, à l'exception des sous-catégories correspondant aux dossiers suspendus et aux chemises à lamelles métalliques.
- **Le papier à copier et le papier graphique** : feuilles ou rouleaux de papier vierge, non imprimé et non façonné, ainsi que le carton non façonné d'un grammage de base allant jusqu'à 400 g/m² (sauf le papier journal, le papier thermosensible, le papier photographique et autocopiant ...).
- **Le papier imprimé** : tous les produits en papier imprimé contenant au moins 90 % en poids de papier, carton ou substrat à base de papier. Cette catégorie ne comprend pas les papiers absorbants imprimés, les papiers imprimés utilisés pour l'emballage et le conditionnement, les dossiers, les enveloppes et les classeurs à anneaux.

Exigences sanitaires de l'ÉCOLABEL EUROPÉEN

Les exigences sanitaires auxquelles doivent répondre les produits des trois catégories ci-dessus sont détaillées dans les trois parties du Tableau 56.

Papier transformé
Substrat <ul style="list-style-type: none">• Blanchiment du substrat au gaz chloré interdit• Absence d'alkylphénoléthoxylates et autres dérivés d'alkylphénol dans le substrat• Concentration en monomères résiduels*, (À l'exception de l'acrylamide) ≤ 100 ppm <p><i>*Monomères pour lesquels certaines phrases de risque (ou une combinaison) sont attribuées ou susceptibles de l'être et présents dans les agents de couchage, les adjuvants de rétention, les agents de renforcement, les hydrofuges ou les substances chimiques utilisés pour le traitement interne ou externe des eaux</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Concentration d'acrylamide ≤ 700 ppm dans les agents de couchage, adjuvants de rétention, agents de renforcement, hydrofuges ou substances chimiques utilisés pour le traitement interne ou externe des eaux• Absence de colorants azoïques susceptibles de donner par coupure certaines amines aromatiques
<ul style="list-style-type: none">• Absence de colorants ou pigments à base de plomb, de cuivre, de nickel ou d'aluminium. Colorants, à base de phtalocyanine de cuivre, autorisés.• Concentrations de différentes impuretés ioniques dans les colorants limitées
Substances et mélanges faisant l'objet d'une limitation ou d'une exclusion <ul style="list-style-type: none">• Aucunes substances et mélanges dangereux à des concentrations supérieures aux limites autorisées dans les composants autres que le papier qui font partie du produit fini et dans les matières consommables utilisées dans les opérations d'impression, de pelliculage et de finition du produit fini en papier transformé• Aucunes substances recensées conformément à l'article 59, paragraphe 1, du règlement (CE) no 1907/2006 présentes dans le produit fini à des concentrations dépassant les limites spécifiées• Teneur en certains biocides limitée• Ajout interdit de certaines substances et préparations aux encres, colorants, toners, colles, agents de nettoyage et autres produits chimiques de nettoyage utilisés pour l'impression du produit en papier transformé (alkylphénoléthoxylates et dérivés susceptibles de produire des alkylphénols par dégradation, certains solvants halogénés, certains phtalates)• Interdiction de certains métaux lourds et leurs composés dans la composition des encres d'impression, toners, encres, vernis, films et pelliculages (cadmium, cuivre (à l'exclusion de la phtalocyanine de cuivre), plomb, nickel, chrome hexavalent, mercure, arsenic, baryum soluble, sélénium, antimoine, cobalt utilisé au maximum à 0,10 % (m/m), traces de ces métaux dans les ingrédients provenant d'impuretés présentes dans les matières premières au maximum à 0,010 % (m/m)• Aucuns métaux revêtu de cadmium, de chrome, de nickel, de zinc, de mercure, de plomb, d'étain et de leurs composés• Indication de la teneur en COV de certaines substances chimiques (alcools, agents de nettoyage, encres, solutions de mouillage et autres produits chimiques concernés) dans le critère « Émissions dans l'air »

Papier imprimé
<p>Substances et mélanges dangereux</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interdiction de matières consommables susceptibles d'être présentes dans le produit final en papier imprimé et contenant des substances et/ou mélanges répondant aux critères d'attribution de certaines mentions de danger et phrases de risque dans les opérations d'impression, de pelliculage et de finition du produit final en papier imprimé. <ul style="list-style-type: none"> ➔ Non applicable au toluène dans certaines conditions • Interdiction de certaines substances et limites de concentrations pour certaines substances
<ul style="list-style-type: none"> • Teneur limitée en certains biocides • Agents de nettoyage contenant des hydrocarbures aromatiques utilisés pour le nettoyage dans les processus et/ou sous-processus d'impression autorisés sous certaines conditions <ul style="list-style-type: none"> ➔ <i>Non applicable au toluène employé comme agent de nettoyage dans l'impression en héliogravure.</i> • Ajout interdit de certaines substances ou préparations aux encres, colorants, toners, colles, agents de nettoyage et autres produits chimiques de nettoyage utilisés pour l'impression du produit en papier transformé : Alkylphénoléthoxylates et dérivés susceptibles de produire des alkylphénols par dégradation, certains solvants halogénés, certains phtalates • Interdiction de certains métaux lourds et leurs composés dans la composition des encres d'impression, toners, encres, vernis, films et pelliculages (cadmium, cuivre (à l'exclusion de la phtalocyanine de cuivre), plomb, nickel, chrome hexavalent, mercure, arsenic, baryum soluble, sélénium, antimoine, cobalt utilisé au maximum à 0,10 % (m/m), traces de ces métaux dans les ingrédients provenant d'impuretés présentes dans les matières premières au maximum à 0,010 % (m/m)
Papier à copier et papier graphique
<ul style="list-style-type: none"> • Interdiction et limites de concentration de certaines substances • Interdiction d'utiliser le gaz chloré comme agent de blanchiment. ➔ Non applicable au gaz chloré provenant de la production et de l'emploi de dioxyde de chlore. • Ajout interdit d'alkylphénoléthoxylates (APEO) et autres dérivés d'alkylphénol aux produits chimiques de nettoyage et de désencrage, aux agents antimousses, aux dispersants ou aux agents de couchage • Quantité totale de certains monomères résiduels présents dans des agents de couchage, adjuvants de rétention, agents de renforcement, hydrofuges ou substances chimiques utilisés pour le traitement interne ou externe des eaux limitée • Concentration d'acrylamide dans les couches, les adjuvants de rétention, les agents de renforcement, les hydrofuges ou les substances chimiques utilisés pour le traitement interne ou externe des eaux limitée • Obligation de biodégradabilité à terme des agents tensioactifs utilisés pour le désencrage • Composants actifs des biocides ou des agents bactériostatiques utilisés pour lutter contre les organismes responsables de la formation d'un biofilm dans les systèmes de circulation d'eau contenant des fibres non susceptibles de bioaccumulation • Absence de colorants azoïques susceptibles de donner par coupure certaines amines aromatiques • Absence de colorants ou pigments à base de plomb, de cuivre, de nickel ou d'aluminium. Colorants, à base de phtalocyanine de cuivre, autorisés. • Concentrations limitées de différentes impuretés ioniques dans les colorants

Tableau 56. Exigences sanitaires des papiers porteurs de l'ÉCOLABEL EUROPÉEN

NF ENVIRONNEMENT

Catégories de produits concernés

Les fournitures scolaires pouvant être certifiées NF ENVIRONNEMENT sont décrites dans le Tableau 2

Cahiers	Instruments d'écriture
<ul style="list-style-type: none"> • Cahiers et carnets (piqués, reliés ou brochés) • Copies • Feuillettes mobiles • Blocs • Agendas 	<ul style="list-style-type: none"> • Écriture graphite (crayons, porte-mines, mines calibrées) • Porte-plumes, stylos plumes, cartouches, parures d'écriture et de stylos acier • Crayons et stylos bille, recharge • Feutres d'écriture (pointe synthétique, pointe bille plastique ou métal, recharges feutres et rollers) • Marqueurs (alcool et solvant chimique, effaçables à sec, à l'eau) • Surligneurs (Crayons feutres surligneurs, marqueurs surligneurs) • Gommages et produits de correction (Gommages caoutchouc, synthétiques, crayons gommages, gommages spéciales) • Coloriage (crayons de couleur, feutres et marqueurs de coloriage) • Crayons Beaux-Arts

Tableau 57: Catégories de fournitures scolaires pouvant être certifiées NF ENVIRONNEMENT

Exigences sanitaires du label NF ENVIRONNEMENT

Les exigences sanitaires auxquelles doivent répondre les produits porteurs du label NF ENVIRONNEMENT sont détaillées dans le Tableau 58.

Cahiers
<ul style="list-style-type: none"> • Matières premières : qualité écologique des papiers du support d'écriture <ul style="list-style-type: none"> ➢ Répondent aux exigences de l'Écolabel Européen ou équivalent (Écolabel Nordique Cygne Blanc Printing paper) ➢ Si azurants optiques ajoutés dans la fabrication du papier : quantités utilisées par tonne de papier indiquées • Matières premières : qualité écologique de la couverture et des intercalaires. Si couvertures en papier recyclé et si procédés suivants utilisés <ul style="list-style-type: none"> ➢ Blanchiment : gaz chloré non utilisé comme agent de blanchiment (ne s'applique pas au gaz chloré provenant de la production et de l'emploi de dioxyde de chlore) ➢ Désencrage : alkylphénoléthoxylates (APEO) ou autres dérivés d'alkylphénol non ajoutés aux produits chimiques de désencrage ➢ Agents d'augmentation de la résistance à l'humidité : ≤ 1,0 % de substances organochlorées, par rapport à la masse sèche, auxquelles sont attribuées ou peuvent être attribuées des phrases de risques définies dans le référentiel • Impression OFFSET : étape d'impression <ul style="list-style-type: none"> ➢ Solution de mouillage : teneur en COV (alcool isopropylique ou alcools classés COV équivalent) ≤ 10 % et biocides non potentiellement bioaccumulables (BCF < 100 ou log Ko/w < 3) ➢ Nettoyage à base de solvants organiques : indication des actions mises en place pour limiter la teneur en composés aromatiques des agents utilisés et les émissions de COV. Agents de nettoyage non classés cancérigènes, mutagènes ou reprotoxiques ou portant certaines phrases de risque définies dans le référentiel • Impression Flexographie : étape d'impression <ul style="list-style-type: none"> ➢ Encres : exclusivement à base aqueuse ou UV et teneur en COV lors de l'utilisation ≤ 5 % massique ➢ Agents nettoyants : aqueux, acides ou basiques (sans solvants organiques) ou à base de solvant végétal ayant un point d'ébullition > 250 °C ➢ Teneur en COV des agents nettoyants à base de solvants organiques ≤ 5 %

- Teneur en composés aromatiques des produits nettoyants utilisés < 1 %

• Encres

- Ajout volontaire interdit des substances à base de cadmium, d'antimoine, de plomb, de chrome VI, de mercure, d'arsenic, de sélénium et de leurs composés nécessitant l'utilisation de ces éléments dans les pigments. Somme des impuretés en cadmium, plomb, chrome VI et mercure ≤ 100 ppm
- Interdiction de substances listées 1, 2A et 2B par le CIRC, de substances listées par la CEPE

• Finitions des cahiers

- Adhésifs : ≤ 250 ppm de solvants aromatiques et de solvants halogénés dans la formulation ou procédé de fabrication
- Vernis : ≤ 250 ppm de solvants aromatiques et de solvants halogénés, ≤ 500 ppm de formaldéhyde et ≤ 5 % en masse de COV dans la formulation ou procédé de fabrication

• **Agents de nettoyage, solutions de mouillage, encres et produits de finitions des cahiers** : absence de nonylphénols, d'hydrocarbures halogénés, des éthers de glycols suivants : EGME, EGEE, EGMEA, EGEEA, EGDME, DEGDME, DEGME, TEGDME

• **Cahiers** : Absence des phtalates suivants : DEHP, DINO, DIDP, DBP, BBP, DNOP

Instruments d'écriture

• Respect des normes

- Norme jouet ISO 11540 pour les capuchons d'instruments d'écriture
- Norme EN 71 – 1, 2 & 3 (norme de sécurité relative à la sécurité des jouets fixant des exigences mécaniques, physiques et chimiques) pour les articles de coloriage

• Encres

- Réglementation européenne : encres en tant que préparation non classées dangereuses suivants les caractéristiques suivantes : Très toxiques (T+), Toxiques, dangereuses pour la santé (T), extrêmement inflammable (F+), cancérigènes, reprotoxiques, mutagènes, corrosives (C), explosives (E)
- Interdiction de substances CMR 1 ou 2 dans les ingrédients entrant dans la composition des encres. Impuretés autorisées dans la limite des seuils réglementaires
- Interdiction de l'ajout volontaire dans la formulation des pigments entrant dans la composition des encres de substances à base de cadmium, d'antimoine, de plomb, de chrome VI, de mercure, d'arsenic, de sélénium et de leurs composés ou nécessitant l'utilisation de ces éléments
- Pas de COV sauf ceux issus de la liste suivante dans les encres :
- ➔ Stylos, rollers gel et rollers encre liquide : alcool benzylique, propylène glycol, éthylène glycol
- ➔ Marqueurs permanents et effaçables à sec : éthanol, isomères 1 et 2 du propanol, méthoxypropanol
- ➔ Feutres de coloriage et surligneurs : diéthylène glycol, éthylène glycol

• Instruments d'écriture

- Interdiction de métaux lourds solubles conformément aux exigences de la norme NF EN 71 partie 3 dans les plastiques
- Interdiction du DINP, DEHP, DBP, DIDP, DNOP, BBP

• Revêtements des crayons en bois

- Produits (peintures, vernis) en phase aqueuse exclusivement
- Si bois traité par des conservateurs : concentrations inférieures aux valeurs limites de la norme NF EN 71-9

• **Gommes**

- *Exclusivement en caoutchouc naturel ou synthétique, ou à base de matières d'origine renouvelable (gommes de porte-mines et crayons non concernées)*
- *Interdiction des parfums dans les gommes*
- *Obligation de conformité à la norme NF EN 71-3*

Tableau 58 : Exigences sanitaires des cahiers et des instruments d'écriture labellisés NF ENVIRONNEMENT

ANGE BLEU

Catégorie de produits certifiés

Parmi les catégories de produits papier concernées par le label ANGE BLEU, quatre peuvent être intégrées dans les fournitures scolaires :

- Le papier recyclé
- Les papiers d'impression et de publication
- Les imprimés
- Les ustensiles d'écriture

Exigences sanitaires du label ANGE BLEU

Les exigences sanitaires pour les différentes catégories de produits certifiés Ange Bleu suscitées sont présentées dans le Tableau 59.

Papier recyclé et papier d'impression et de publication

- Teneur en diisopropylnaphtalène (DIPN) dans le papier et le carton maintenue aussi bas que techniquement possible
- Utilisation d'azurants optiques interdite
- Aucun colorant ou pigment azoïque susceptible de se détacher des amines énumérées dans la directive 2002/61 / CEE ou TRGS 6143 ne peut être utilisé comme colorant
- Utilisation de colorants (pigments ou colorants) contenant des composés de mercure, de plomb, de cadmium ou de chrome (VI) interdite
- Interdiction de certains colorants, agents de finition de surface, auxiliaires et matériaux de revêtement
- Déchets de papier traités sans utiliser de chlore, d'agents de blanchiment halogénés et d'agents complexants non facilement biodégradables, comme par exemple l'acide éthylènediaminetétraacétique (EDTA) et l'acide diéthylènetriaminepentaacétique (DTPA)
- Seules les substances approuvées en vertu du règlement sur les produits biocides - Règlement (UE) n ° 528/2012 – utilisées en tant que biocides. Disulfure de tétraméthylthiurame (n ° CAS : 137-26-8) et nano-argent (n ° CAS : 7440-22-4) interdits
- Interdiction des additifs à base d'huiles minérales contenant des ingrédients contenant des hydrocarbures aromatiques dans la fabrication de papier recyclé. Autorisation des hydrocarbures aliphatiques ayant une longueur de chaîne de C10 à C20. Substituts végétaux pour l'huile minérale autorisés sous condition
- Obligation de tester le papier recyclé destiné à être utilisé sur des imprimantes électrophotographiques ou des copieurs (« papier à copier ») en fonction de son potentiel d'émission d'émissions de substances organiques volatiles (TVOC et TSVOC et DIPN). *Exigence spécifique au papier recyclé*
 - ➔ *Limites des valeurs indiquant le potentiel d'émission : COVT - 60 microgrammes par gramme de papier (µg/g), COSVT : 200 µg/g, DIPN : 20 µg/g*
- Produits principalement destinés à être utilisés par les enfants doivent satisfaire aux exigences de la norme DIN EN 71, partie 3 « Sécurité des jouets »
- Aucune encre d'imprimerie à base d'huile minérale contenant des hydrocarbures aromatiques comme ingrédients utilisée pour l'impression des produits. Autorisation uniquement des hydrocarbures aliphatiques ayant une longueur de chaîne de C10 à C20. Autorisation des substituts des huiles minérales à base de plantes sous condition
- Aucun adhésif contenant du phtalate de diisobutyle utilisé dans la fabrication de produits finis
- Interdiction d'utiliser de chlore, de blanchiment halogéné et d'azurants optiques pour la fabrication des fibres vierges.

Exigence spécifique au papier d'impression et de publication

Ustensiles d'écriture

- Absence de propriétés dangereuses dans les supports d'écriture et d'emboutissage
- Conservateurs : certaines substances (substances actives ou biocides) approuvées pour l'utilisation comme agents de conservation mais sous condition
- Substances interdites dans les supports d'écriture et d'estampage prêt à l'emploi : substances classées comme COV avec des exceptions néanmoins, parfums, substances aromatiques, colorants azoïques qui libèrent l'une des amines énumérées à l'annexe XVII du règlement (CE) no 1907/2006, autres colorants cancérigènes ou potentiellement sensibilisants, substances et mélanges contenant des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

→ *Exceptions pour les COV : éthanol, propane-1-ol, propane-2-ol, 1-méthoxy-2-propanol, propylène glycol peuvent être utilisés jusqu'à une teneur totale de 15 % en poids dans le support d'écriture et d'estampage prêt à l'emploi des marqueurs de tableaux et des marqueurs permanents*

- Vernis, adhésifs, encres d'imprimerie ou revêtements de surface utilisés dans la fabrication des capuchons des ustensiles d'écriture ainsi que dans la fabrication des cadres et enveloppes des tampons à encres ne doivent être affectés à aucune des catégories de danger énumérées à l'Annexe 1 du règlement CLP. Idem pour les granulés plastiques utilisés dans la fabrication de ces composants.
- Métaux et éléments suivants, ainsi que leurs composés, ne doivent pas être des composants des formulations des supports d'écriture et d'estampage ni être utilisés dans les vernis, les adhésifs, les encres d'imprimerie : cadmium, plomb, chrome VI, mercure, baryum (exception : sulfate de baryum), cobalt, antimoine, sélénium et ses composés. Utilisation de pigments contenant certains spinelles de cobalt.
- Existence de limites de migration pour les métaux pour les supports d'écriture et d'estampage, au bouchon d'ustensiles d'écriture, ainsi qu'aux cadres et enveloppes de tampons d'encre.

Imprimés

Processus d'impression

- Matériaux suivants interdits : PVC, métal chromé, adhésifs contenant du phtalate de diisobutyle (DIBP)
- Conditions si adhésifs PUR et adhésifs thermofusibles à base d'éthylène-acétate de vinyle (EVA) utilisés

Exigences relatives au papier et au carton

- Papier ou le carton utilisé dans la fabrication de l'imprimé doit être conforme aux RAL-UZ 14 (papier de recyclage) ou de RAL-UZ 72 (papiers d'impression et de publication principalement en papier recyclé) ou RAL-UZ 56 (carton recyclé)

Exigences pour toutes les substances et mélanges ajoutés à l'imprimé

- Interdiction de certaines substances ou mélanges dans le procédé de prépresse, le processus d'impression et les étapes de traitement ultérieur

Non applicable au toluène, au chrome VI et au sulfate de cuivre dans certaines conditions.

Non applicable aux agents nettoyants et agents de régénération de couverture en caoutchouc excluant les substances ou mélanges avec la Phrase H 304

Non applicable aux gommes enrobées et gommes terminales avec les phrases H H411, H412 et H413 ou les révélateurs avec les phrases H H371 et H373

Exigences pour les colorants, les toners, les encres d'imprimerie et les vernis

- Aucun additif ajouté ultérieurement à l'imprimé (sauf exception précisé dans le référentiel)
- Ajout interdit de plomb, cadmium, chrome VI, cobalt, mercure, nickel et composés de cuivre, à l'exception du cuivre phtalocyanine, aux colorants, aux toners, aux encres d'imprimerie et aux vernis comme composant constitutif (colorant, pigment, siccatif)
- Ajout autorisé de composés de manganèse à des colorants, des toners, des encres d'imprimerie et des vernis que comme composant constitutif (colorant, pigment, siccatif) si proportion de manganèse dans le mélange $\leq 0,5\%$ en masse au maximum
- Ajout interdit de colorants ou de pigments azoïques pouvant se décomposer en amines. Énumération des amines dans la directive 2002/61/CEE7 ou TRGS 6148
- Autorisation uniquement des hydrocarbures aliphatiques ayant une longueur de chaîne de C10 à C20. Autorisation des cires microcristallines, la vaseline, les cires de polyoléfine, les cires de paraffine ou les cires de Fischer-Tropsch sous conditions
- Autorisation uniquement des encres d'imprimerie dans lesquelles on utilise moins de 1% en masse d'hydrocarbures aromatiques à partir d'huile minérale comme ingrédient constitutif pour l'impression des imprimés. En outre, valeurs limites définies pour les HAP et réglementées par le Règlement européen n° 1272/2013 doivent être valides

Exigences relatives aux émissions de solvants organiques

- Agents nettoyants, agents de régénération de couverture en caoutchouc et autres substances auxiliaires d'impression dans les procédés d'impression offset : limitation de teneur de certains composés (toluène, xylène, benzène, hydrocarbures aromatiques d'un indice carbone > C9), interdiction d'autres composés (hydrocarbures halogénés, terpènes, n-hexanes, amines secondaires et amides)
- Utilisation d'agents nettoyants provoquant de faibles émissions pour le nettoyage des machines
- Additifs de solution d'humidification dans les procédés d'impression offset : limitation de la teneur en COV, en isopropanol ou éthanol
- Contrôle des émissions en COV dans les différents procédés d'impression

Tableau 59: Exigences sanitaires des fournitures de papeterie labellisées Ange Bleu

LE CYGNE BLANC

Catégorie de produits certifiés

Parmi les catégories de produits papier concernés par le label CYGNE BLANC, trois peuvent être intégrées dans les fournitures scolaires :

- Le papier de copie et d'impression
- Les fournitures de bureau et de passe-temps
- Les imprimés et autres produits de papier transformé

Exigences sanitaires du label CYGNE BLANC

Les exigences sanitaires auxquelles doivent répondre les produits porteurs du label CYGNE BLANC sont détaillées dans Tableau 60. Les référentiels pour les trois catégories de produits susmentionnées sont disponibles sur le site du label (<http://www.nordic-ecolabel.org/criteria/product-groups/>).

Papier de copie et d'impression

- Pas d'exigences sanitaires spécifiques

Fournitures de bureau et de passe-temps

- Liste des matériaux et des produits chimiques utilisés dans la production de l'instrument d'écriture, du passe-temps, de la colle ou du ruban adhésif et de tout emballage primaire, bobines, composants d'application ou autres composants inclus avec le produit
- FDS soumise pour chaque produit chimique
- Interdiction de certains composés (peintures, encres, etc.) et substances chimiques présents dans ces composés si porteurs de certaines phrases de risques ou mentions de danger
- Exigences supplémentaires pour les produits destinés aux enfants, pour les peintures et les crayons de bureau et passe-temps
- Interdiction des métaux lourds suivants en tant que substances entrantes dans le composé chimique final : cadmium, plomb, chrome VI, mercure, arsenic, baryum (à l'exception du sulfate de baryum), sélénium¹³, cobalt et antimoine
- Pour le passe-temps, la peinture, la colle et le ruban, autorisation jusqu'à 3 000 ppm de COV qui ne sont pas des hydrocarbures aromatiques volatils dans le composé chimique final → Exception pour le propylène glycol jusqu'à 5 % en poids du composé chimique final dans la colle et le ruban
- Interdiction de solvants organiques halogénés dans les composés chimiques finaux sauf exception : pigments dans lesquels la teneur en PCB est une contamination ou un résidu involontaire et dont la teneur est < 25 ppm dans le pigment
- Substances présentant un risque de perturbation endocrinienne interdites dans le composé chimique final
- Lors de l'utilisation de noir de carbone dans les produits pour enfants, la peinture et les crayons de couleur, la teneur totale des HAP suivants doit être ≤ 0,2 mg/kg de composé chimique final : benzo[A]pyrène, benzo[E]pyrène, benzo[A]anthracène, dibenzo[A,H]anthracène, benzo[B]fluoranthène, benzo[J]fluoranthène, benzo[K]fluoranthène, chrysène → Déclaration ou rapport d'essai du fournisseur de carbone noir indiquant le contenu des HAP présents et le calcul démontrant que l'exigence est remplie
- Pour les produits dans lesquels le polymère est 1% p/p ou plus du composé chimique final, la teneur totale en monomères résiduels présentant certaines mentions de danger dans le polymère ne doit pas dépasser 100 ppm → exception pour l'acétate de vinyle pouvant être présent jusqu'à 1 000 ppm dans le polymère
- Ajout interdit de conservateurs bioaccumulables dans le composé chimique final ou dans les substances entrantes
- Teneur totale en conservateurs limitée dans tous les produits ainsi que teneur totale du 5-chloro-2-méthyl-2H-isothiazol-3-on et du 2-méthyl-2H-isothiazol-3-on
- Pour les instruments de peinture et d'écriture, les gommes à effacer, la colle et les adhésifs sur bande, teneur totale en isothiazolinones dans le composé chimique limitée
- Interdiction des parfums, arômes et autres composés aromatiques dans des produits
- Interdiction des nanoparticules dans les produits → exception pour les pigments et la silice synthétique amorphe
- Interdiction du chrome VI, nickel, mercure, plomb ou cadmium dans les éléments métalliques et interdiction du traitement de surface avec du chrome, du nickel, du plomb, du cadmium ou du zinc → exception pour les éléments métalliques qui ne sont pas en contact avec la peau et qui pèsent moins de 5 g, et pour les pointes de stylos à bille

¹³ Le sélénium n'est pas un métal, mais la substance interagit avec de nombreux métaux et se comporte de manière similaire dans l'environnement et est donc incluse dans cette exigence.

- Interdiction de l'ajout des substances suivantes dans le mélange-maître ou au composé pour les pièces plastiques et le caoutchouc : pigments et additifs à base de plomb, d'étain, de cadmium, de chrome VI et de mercure, et leurs composés, phtalates, composés organiques halogénés en général, composés cancérigènes, mutagènes et toxiques (catégories 1 et 2)
- Teneur en 1,3-butadiène et teneur totale de différents HAP limitées dans le latex
- Obligation de satisfaire aux exigences officielles de sécurité des enfants ainsi qu'aux exigences de marquage CE conformément aux sections pertinentes de la norme sur la sécurité des jouets pour les produits commercialisés comme étant des produits destinés aux enfants

Imprimés et autres produits de papier transformés

- Interdiction des produits chimiques portant certaines mentions de danger sauf exceptions
- Interdiction d'ajouter les substances suivantes aux produits chimiques et aux matériaux : EDTA et ses sels, hypochlorite de sodium ou de calcium, les polyols et les substances alkylées perfluorées ou les alkylphénoléthoxylates et leurs dérivés
- Interdiction d'ajouter aux produits chimiques et aux matériaux les substances constitutives classées dans les substances REACH comme substances extrêmement préoccupantes et substances similaires → Exemples : Substances CMR, substances PBT et/ou vPvB, substances considérées comme perturbant les hormones ou potentiellement perturbatrices des hormones sauf exceptions (toluène, isocyanates, adhésifs par exemple)
- Contenu des métaux lourds, du plomb, du cadmium, du mercure et du chrome avec un stade d'oxydation 6 ne doit pas dépasser 100 ppm dans les encres d'imprimerie, les toners, les encres, les feuilles pour l'impression de feuilles et les stratifiés
- Teneur en amines aromatiques primaires non sulfonées solubles dans l'acide chlorhydrique 1M et exprimées en aniline ne doit pas dépasser 500 mg / kg et ne doit pas dépasser 10 mg / kg de Benzidine, β -Naphthylamine et 4-Aminobiphenyl dans les encres d'imprimerie, les toners ou les encres
- Biocides dans les algicides et les additifs de la solution d'humidification ne doivent pas être potentiellement bioaccumulables

Tableau 60 : Exigences sanitaires des fournitures labellisées Cygne blanc

ACMI AP

Catégorie de produits certifiés et exigences sanitaires

L'Institut des arts et des matériaux créatifs (ACMI - Art and Creative Materials Institute) est une association internationale regroupant environ 200 fabricants de matériaux d'art, d'artisanat et de création qui cherche à promouvoir la sécurité dans l'art et les produits créatifs grâce à son programme de certification.

Les produits certifiés ACMI sont évalués sur leur toxicité aiguë et chronique avant d'obtenir le droit de porter le sceau de certification ACMI dont le programme est actualisé avec les dernières informations scientifiques et réglementaires disponibles. Il comprend un examen quinquennal des formulations de produits pour satisfaire aux exigences de la Loi sur l'étiquetage des objets d'art dangereux.

La mention AP (Approved Product) identifie les matériaux d'art certifiés par l'évaluation toxicologique. Leur composition ne peut contenir de substances toxiques ou nocives pour l'homme, y compris les enfants, ou causer des problèmes de santé aigus ou chroniques. Ces produits sont certifiés par ACMI conformément à la norme d'étiquetage de danger sanitaire chronique ASTM D 4236 et à la loi américaine sur l'étiquetage des matériaux dangereux (LHAMA).

Sur l'étiquette des produits certifiés par l'ACMI, la mention « *Conforms to ASTM D 4236* » doit être visible. Cela ne signifie pas que le produit est « non toxique », mais bien que le produit a été analysé par un toxicologue compétent, que l'étiquette énumère tous les ingrédients qui présentent des dangers aigus ou chroniques potentiels et, si le produit contient effectivement une substance constituant un tel danger, que des directives assurant une utilisation sans danger du produit accompagnent le produit.¹⁴

A-LABEL (<http://fffh.biz/index.html>)

Catégorie de produits certifiés

Produits de modelage et de loisir :

- Peintures au doigt
- Peintures sèches, crayons
- Peintures humides, colle, vernis
- Maquillage
- Pâte à modeler et matériaux de moulage

Exigences sanitaires du A-LABEL

Elles ont été établies en association avec Eurofins A/S à Galten (DK)

- Une fiche de données de sécurité doit être fournie pour le produit dans le cas d'applications professionnelles, dans les produits portant un label de danger et dans les produits contiennent des substances dangereuses
- Le produit doit être étiqueté conformément aux règles de classification et d'étiquetage applicables (irritant, nocif, etc.)

Mais un produit A-Label doit respecter les exigences suivantes plus strictes pour offrir une plus grande sécurité aux enfants et les jeunes :

- Fourniture d'une fiche de données de sécurité.
- Absence de phrases de danger.
- Pas de substances dangereuses mentionnées dans la fiche de données de sécurité.
- Seul un groupe particulier de conservateurs est autorisé dans les produits.
- Absence de butylparabène et de propylparabène.
- Absence voire quantité négligeable de substances cancérigènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction

¹⁴ www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pubs/indust/art-fra.php

- Allergènes présents uniquement en quantités négligeables.
- Absence de perturbateurs endocriniens reconnus par l'UE.
- Conformité du produit aux exigences de libération minimale de métaux lourds.
- Le produit ne doit contenir aucun parfum ou fragrance.

ANNEXE 2. RAPPORT CSTB n° SC-2019-025

**CARACTÉRISATION DES ÉMISSIONS DE POLLUANTS VOLATILS PAR DES
FOURNITURES SCOLAIRES.**

PROJET TROUSS'AIR

**CARACTERISATION DES EMISSIONS DE POLLUANTS VOLATILS
PAR DES FOURNITURES SCOLAIRES
PROJET TROUSSAIR**

Rapport final (n° SC-2019-025)

Version 3 du 22 mai 2019

François MAUPETIT et Mélanie NICOLAS
Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB)
Direction Santé – Confort
24, rue Joseph Fourier
38400 Saint-Martin d'Hères

Table des matières

1. INTRODUCTION	3
2. METHODOLOGIE DE L'ETUDE	3
2.1 Choix des produits testés	3
2.2 Méthodologie d'essais	5
2.2.1 Normes de références.....	5
2.2.2 Préparation des éprouvettes d'essais	5
2.2.3 Protocole d'essai	12
2.2.4 Composés recherchés	13
2.2.5 Calculs des résultats d'essai	13
3. RESULTATS	14
3.1 Papiers	15
3.2 Colles	17
3.3 Feutres	22
3.4 Stylos	27
3.5 Correcteurs	31
3.6 Marqueurs effaçables	35
3.7 Peintures	37
3.8 Surligneurs	43
3.9 Stylo-effaceur	46
4. DISCUSSION	47
4.1 Emissions de polluants volatils par les fournitures scolaires	47
4.2 Contribution des activités scolaires à la QAI	51
5. CONCLUSIONS	54

1. INTRODUCTION

La Ville de Grenoble souhaite intégrer des exigences relatives aux émissions de polluants volatils dans ses marchés de renouvellement des fournitures scolaires. Pour ce faire, la Ville de Grenoble et la société MEDIECO ont déposé un appel à proposition de recherche AACT-AIR auprès de l'ADEME.

Les émissions des fournitures scolaires restent encore très mal documentées. En France, une seule étude pilotée par l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) et le CSTB sur ce sujet a été identifiée (à référencer).

Ainsi, afin de mieux connaître les émissions de polluants volatils de ces produits et d'aider dans la formulation des exigences à intégrer dans les cahiers des charges, MEDIECO a sollicité le CSTB pour la réalisation d'essais d'émissions de polluants volatils par différents types de fournitures scolaires régulièrement achetées par la Ville de Grenoble.

Ce rapport présente les résultats des essais d'émission de polluants volatils par 34 fournitures scolaires différentes : colles, feutres, stylos, correcteurs, marqueurs, peinture, surligneurs, effaceurs et papier.

2. METHODOLOGIE DE L'ETUDE

2.1 CHOIX DES PRODUITS TESTÉS

Les 34 produits testés ont été sélectionnés en accord entre la Ville de Grenoble, MEDIECO et le CSTB, sur la base des listes de produits achetés par la Ville et des informations sur ces produits collectées par MEDIECO (déclaration du fabricant, indications de composition, fiches de données de sécurité, etc.).

Les 34 produits testés sont répartis dans 9 catégories de fournitures scolaires (Tableau 1) :

- ✓ Colles : 7 produits
- ✓ Feutres : 4 produits
- ✓ Stylos : 4 produits
- ✓ Correcteurs : 3 produits
- ✓ Marqueurs effaçables : 4 produits
- ✓ Peintures : 6 produits
- ✓ Surligneurs : 2 produits
- ✓ Effaceurs : 1 produit
- ✓ Papiers : 3 produits

Ces produits ont été échantillonnés par MEDIECO auprès des fournisseurs de la Ville de Grenoble ou achetés en grande surface commerciale. Ils ont ensuite été envoyés pour essai au CSTB.

Référence TROUSS'AIR	Catégorie et Type
TR-1	Colle bâton
TR-2	Colle bâton
TR-3	Colle stylo
TR-4	Colle stylo
TR-5	Colle gel
TR-6	Colle liquide
TR-7	Colle roller
TR-8	Feutres
TR-9	Feutres
TR-10	Feutres
TR-11	Feutres
TR-12	Stylo à bille
TR-13	Stylo à bille
TR-14	Stylo roller
TR-15	Stylo roller
TR-16	Correcteur stylo
TR-17	Correcteur stylo
TR-18	Correcteur ruban
TR-19	Marqueur effaçable
TR-19bis	Marqueur effaçable
TR-20	Marqueur effaçable
TR-21	Marqueur effaçable
TR-22	Peinture gouache
TR-23	Peinture gouache
TR-24	Peinture acrylique cyan
TR-25	Peinture acrylique jaune
TR-26	Peinture acrylique rouge
TR-27	Peinture au doigt
TR-28	Surligneur
TR-29	Surligneur
TR-30	Effaceur-réécrivain
TR-31	Papier A4 blanc 120 g
TR-32	Papier A4 bleu 80 g
TR-33	Feuille cahier Seyes 90 g

Tableau 1 : Références des 34 produits sélectionnés et testés

2.2 METHODOLOGIE D'ESSAIS

2.2.1 NORMES DE REFERENCES

Les essais d'émissions ont été réalisés selon les normes de référence pour la caractérisation des émissions de polluants volatils par les produits de construction et d'ameublement, et notamment les normes suivantes :

- ✓ 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 (AFNOR, 2006)
- ✓ 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 (AFNOR, 2006)
- ✓ NF ISO 16000-3 : Air intérieur – Partie 3 : Dosage du formaldéhyde et d'autres composés carbonylés dans l'air intérieur et dans l'air des chambres d'essai – Méthode par échantillonnage actif (AFNOR, 2011)
- ✓ NF EN 16516 : Produits de construction : Evaluation de l'émission de substances dangereuses – Détermination des émissions dans l'air intérieur (AFNOR, 2017)

Ces normes précisent les conditions de préparation et de stockage des éprouvettes d'essai (NF EN ISO 16000-11), les conditions expérimentales dans les chambres d'essai d'émission (NF EN ISO 16000-9), et les conditions de prélèvement et d'analyse des composés carbonylés, dont le formaldéhyde et l'acétaldéhyde (NF ISO 16000-3).

Ces normes sont les normes de référence pour établir la classe réglementaire d'émission de polluants volatils par les produits de construction et de décoration tel que prévue dans le décret n° 2011-321 du 23 mars 2011 relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils et l'arrêté du 19 avril 2011 correspondant.

2.2.2 PREPARATION DES EPROUVETTES D'ESSAIS

A l'heure actuelle, il n'existe pas de protocole harmonisé pour la réalisation d'essais d'émissions de polluants volatils par des fournitures scolaires.

Des protocoles spécifiques de préparation des éprouvettes d'essai ont donc été proposés par le CSTB et MEDIECO pour cette étude. Ils visent à se rapprocher des protocoles existants pour les produits de construction et de décoration (par exemple : préparation des peintures sur des supports inertes) tout en conservant la particularité des fournitures scolaires (essais répétables avec adoption de trames simples et géométriques pour les essais sur les feutres, marqueurs, surligneurs, etc.).

Les essais ont ainsi été réalisés sur l'équivalent de 2 feuilles format A4 avec une seule face émissive pour chaque feuille ou sur 2 plaques de verre de dimensions 0,40 m x 0,15 m.

Les essais ont été réalisés dans des chambres d'essai d'émissions de 51 L du CSTB. Les paramètres d'essai correspondants sont synthétisés dans le Tableau 2. Les surfaces apparentes de 2 feuilles A4 ou de 2 plaques de verre de dimensions 0,40 m x 0,15 m étant très proches, les débits d'air spécifiques pour ces deux supports sont respectivement de 0,48 et 0,50 m³/m².h, ce qui confirme que les essais sont bien réalisés dans des conditions comparables.

Les protocoles spécifiques pour chaque famille de fournitures sont détaillés dans les paragraphes suivants.

Paramètres	Feuilles A4	Plaque verre	Unités
Longueur	0,30	0,40	m
Largeur	0,21	0,15	m
Nombre de faces émissives	2,00	2,00	m
Surface émissive totale (SET)	0,13	0,12	m ²
Volume chambre d'essai (V)	0,05	0,05	m ³
Débit d'air (QA)	0,06	0,06	m ³ /h
Taux de charge (L=SET/V)	2,48	2,36	m ² /m ³
Taux de renouvellement d'air (n=QA/V)	1,18	1,18	h ⁻¹
Débit d'air spécifique (q=n/L)	0,48	0,50	m ³ /m ² .h
Température	23 ± 2	23 ± 2	° C
Humidité relative	50 ± 5	50 ± 5	%

Tableau 2 : Paramètres retenus pour les essais d'émissions sur les fournitures scolaires

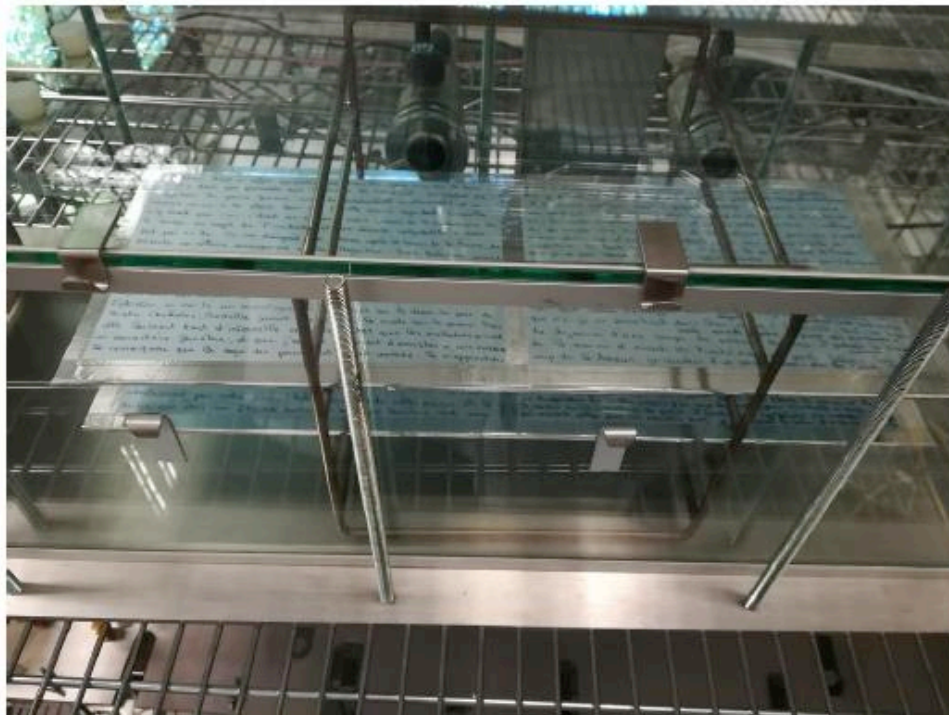


Figure 1 : Epruvette de stylo (texte copié sur 4 demi feuilles de papier A4) en chambre d'essai d'émission

2.2.2.1 Colles

Pour les colles, la masse de produit appliquée a été déterminée en simulant le collage de 2 feuilles A4. Cette opération a été réalisée par 6 opérateurs différents pour chacune des 7 colles testées.

On constate que les quantités de colles appliquées sont relativement variables selon les types de produits. Pour les colles en bâton ou en roller (TR2, TR3, TR7), les quantités appliquées pour coller 2 feuilles A4 sont en moyenne de 0,12 à 0,17 g alors qu'elles sont de 2,5 g pour la colle stylo (TR4) et de 4,4 g pour la colle liquide (TR6).

La variabilité inter opérateurs est également importante et c'est donc le valeurs moyenne qui a été retenue.

Opérateur	Colles						
	TR-1	TR-2	TR-3	TR-4	TR-5	TR-6	TR-7
1	0,33	0,13	0,15	1,96	2,09	2,20	0,11
2	0,21	0,07	0,08	1,35	1,07	3,90	0,13
3	0,29	0,15	0,14	2,49	1,24	4,50	0,08
4	0,30	0,21	0,14	4,53	1,73	5,40	0,12
5	0,22	0,15	0,12	1,44	2,12	6,60	0,10
6	0,53	0,31	0,34	3,28	1,79	4,00	0,16
Moyenne	0,31	0,17	0,16	2,51	1,68	4,43	0,12
Ecart-type	0,11	0,08	0,09	1,22	0,44	1,49	0,03

Tableau 3 : Masses de colle (en g) appliquées par différents opérateurs CSTB

Pour les colles, le scénario retenu a donc consisté à appliquer sur deux plaques de verre de 0,40 m x 0,15 m le double des quantités moyennes présentées dans le Tableau 3 (chaque plaque de verre simulant 2 feuilles A4 collées entre elles).



Figure 2 : Colle liquide (TR6) appliquée sur deux plaques de verre

2.2.2.2 Feutres

Pour les feutres, les éprouvettes d'essai ont été préparées en coloriant 4 demi feuilles A4 du papier 80g (TR32) avec 4 feutres de couleurs différentes : bleu, rouge, jaune, vert. Cette préparation a toujours été réalisée par le même opérateur.

L'envers et les bords des feuilles coloriées ont été fixés sur des plaques inox avec un adhésif faiblement émissif (Figure 3).



Figure 3 : 4 demi feuilles de papier A4 coloriées avec le feutre (TR8)

2.2.2.3 Stylos

Pour les stylos, les éprouvettes d'essai ont été préparées en copiant un texte sur 4 demi feuilles A4 du papier 80g (TR32). Cette préparation a toujours été réalisée par le même opérateur qui a recopié le même texte à chaque fois.

L'envers et les bords des feuilles copiées ont été fixés sur des plaques inox avec un adhésif faiblement émissif (Figure 4).

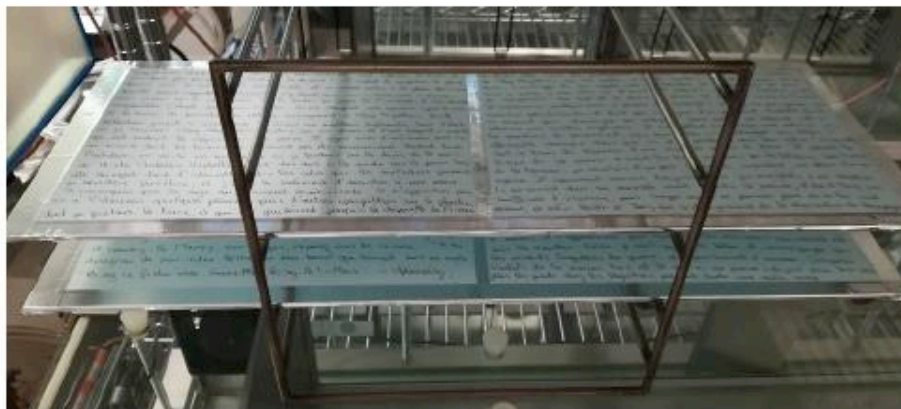


Figure 4 : Texte copié sur 4 demi feuilles de papier A4 avec le stylo (TR12)

2.2.2.4 Correcteurs

Pour les correcteurs, le scénario retenu a consisté à tirer un trait de correcteur avec un espacement de 1 cm sur deux plaques de verre de 0,40 m x 0,15 m (Figure 5).



Figure 5 : Correcteur (TR18) appliqué sur deux plaques de verre

2.2.2.5 Marqueurs effaçables

Pour les marqueurs effaçables, le scénario retenu a consisté à tracer un quadrillage avec un espacement de 1 cm sur deux plaques de verre de 0,40 m x 0,15 m (Figure 6).

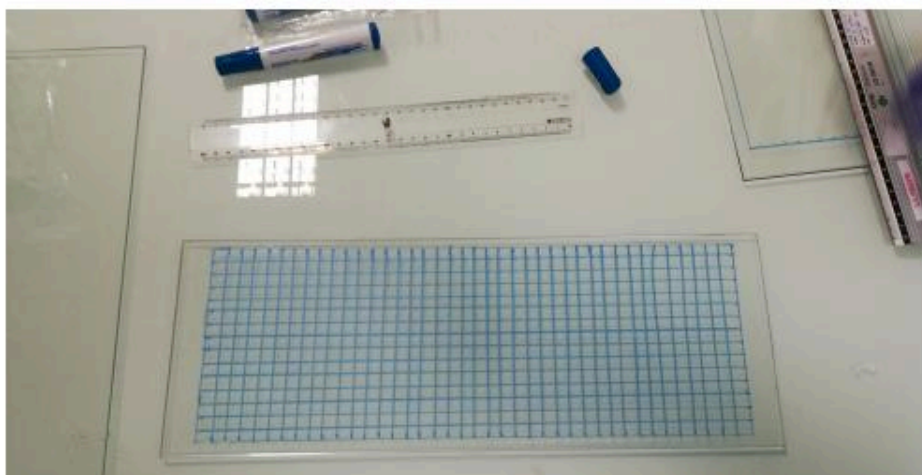


Figure 6 : Quadrillage réalisé avec le marqueur effaçable (TR19 bis) sur une plaque de verre

2.2.2.6 Peintures

Des premiers tests ont été réalisés entre différents opérateurs du laboratoire pour déterminer la quantité moyenne de peinture appliquée pour peindre une feuille A4. Les quantités moyennes appliquées varient de 2,4 g par feuille A4 pour la peinture acrylique TR-26 à 5,6 g par feuille A4 pour la gouache TR-23 (Tableau 4).

Référence TROUSS'AIR	Catégorie et Type	Moyenne (g)
TR-22	Peinture gouache	3,9
TR-23	Peinture gouache	5,6
TR-24	Peinture acrylique cyan	3,2
TR-25	Peinture acrylique jaune	3,5
TR-26	Peinture acrylique rouge	2,4

Tableau 4 : Masses moyennes de peintures (en g) appliquées par différents opérateurs CSTB

Une quantité moyenne de 3,5 g de peinture appliquée par feuille A4 a été choisie pour une bonne comparaison des émissions des différentes peintures testées.

Les éprouvettes d'essai ont donc été préparées en appliquant au mini rouleau 3,5 g de peinture sur deux plaques de verre (Figure 7), soit une masse totale de 7 g.

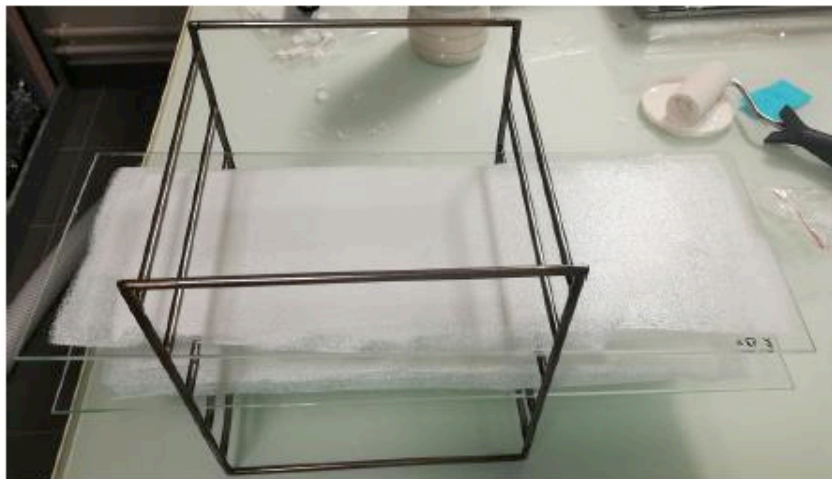


Figure 7 : Gouache (TR23) appliquée sur deux plaques de verre

2.2.2.7 Surligneurs

Pour les surligneurs, le scénario retenu a consisté à tirer un trait de surligneur avec un espacement de 1 cm sur deux feuilles A4 du papier 80g (TR32).

L'envers et les bords des feuilles surlignées ont été fixés sur des plaques inox avec un adhésif faiblement émissif (Figure 8).



Figure 8 : Surlignage sur 4 demi feuilles de papier A4 avec le surligneur (TR29)

2.2.2.8 Effaceur-récrivain

Pour le stylo-effaceur testé, l'éprouvette d'essai a été préparée en copiant avec la partie stylo un texte sur 4 demi feuilles A4 du papier 80g (TR32) (cf. protocole stylos). Ensuite, un mot par ligne a été effacé avec la partie effaceur de ce stylo-effaceur.

L'envers et les bords des feuilles copiées ont été fixés sur des plaques inox avec un adhésif faiblement émissif (Figure 4).

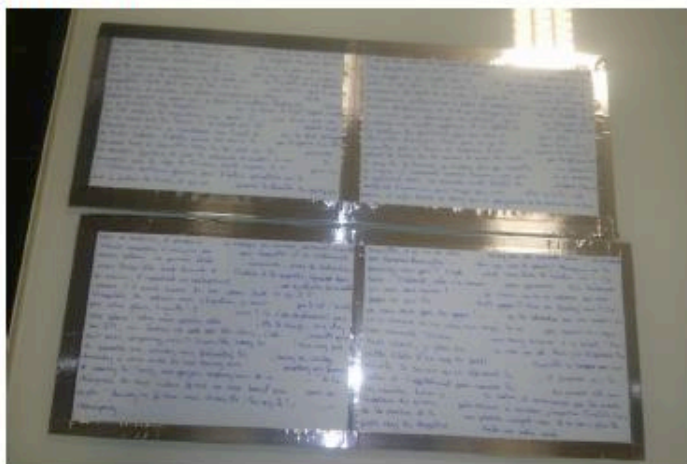


Figure 9 : Surlignage sur 4 demi feuilles de papier A4 avec l'effaceur-récrivain (TR30)

2.2.2.9 Papiers

Pour les papiers, le scénario retenu a consisté utiliser directement deux feuilles de papier A4 vierges. L'envers et les bords des feuilles ont été fixés sur des plaques inox avec un adhésif faiblement émissif (Figure 10).



Figure 10 : 4 demi feuilles de papier A4 (TR31)

2.2.3 PROTOCOLE D'ESSAI

Les éprouvettes d'essai ont été introduites en chambre d'essai d'émission juste après leur préparation.

Sur la base des premiers essais réalisés sur les fournitures scolaires (OQAI-CSTB, 2014), il a été proposé de réaliser deux prélèvements et analyses de l'air en sortie des chambres d'essai d'émissions :

- Prélèvement 1 : de 0 à 1 heure après introduction de l'éprouvette en chambre d'essai
- Prélèvement 2 : de 1 à 2 heures après introduction de l'éprouvette en chambre d'essai

2.2.4 COMPOSES RECHERCHES

Les composés recherchés sont les composés majoritaires à l'émission des différentes fournitures scolaires testées pour les deux techniques analytiques utilisées : prélèvements sur gel de silice imprégné de DNPH et analyse par HPLC-UV pour le formaldéhyde, l'acétaldéhyde et les composés carbonylés, prélèvements sur tubes garnis de Tenax TA et analyse par TD-GC-MS-FID pour les COV.

Les composés mesurés par HPLC-UV ont été quantifiés par étalonnage spécifique. Les COV mesurées par TD-GC-MS-FID ont été quantifiées en utilisant le facteur de réponse du toluène (concentrations mesurées en toluène équivalent).

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

Pour les fournitures appliquées sur papier (feutres, stylos, surligneurs, effaceurs), la concentration en composés organiques volatils totaux (alors notée COVT*) des produits seuls (après soustraction des émissions du papier) est calculée comme la somme des COV identifiés et quantifiés.

2.2.5 CALCULS DES RESULTATS D'ESSAI

Tous les prélèvements d'air ont été réalisés en duplicats : 2 prélèvements aldéhydes (ALD). Les résultats d'un essai correspondent à la moyenne arithmétique des 2 échantillons prélevés et analysés. Comme spécifié dans la norme NF EN 16516, si les valeurs des duplicats diffèrent de plus de 15% de la valeur moyenne, alors la valeur la plus élevée est retenue (sauf artefact analytique identifié).

Tous les résultats sont corrigés de la valeur du blanc de chambre mesurée avant le début de l'essai.

Les résultats des essais sont exprimés sous la forme de facteurs d'émission spécifiques surfaciques (SER_A , en $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$), calculés selon la formule suivante (d'après NF EN ISO 16000-9) :

$$SER_A = (C_{mes} \times \pi_{essai}) / L_{A_{essai}} \quad (1)$$

où C_{mes} représente les concentrations en formaldéhyde mesurées (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$), π_{essai} le taux de renouvellement d'air dans la chambre d'essai (en 1/h) et $L_{A_{essai}}$ le taux de charge dans la chambre d'essai (m^2 d'échantillon / m^3 de chambre d'essai).

Une colle (TR5) et une peinture (TR22) ont aussi été testées respectivement dans un pôt et dans une barquette afin de simuler les émissions de ce type de conditionnement utilisé dans les classes pour les activités.

Dans ce cas, les résultats des essais sont exprimés sous la forme de facteurs d'émission spécifiques surfaciques (SER_A , en $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$) et de facteurs d'émission spécifiques unitaires (SER_U , en $\mu\text{g}/\text{unité}\cdot\text{h}$), calculés selon la formule suivante (d'après NF EN ISO 16000-9) :

$$SER_U = (C_{mes} \times \pi_{essai}) / L_{U_{essai}} \quad (1)$$

où $L_{U_{essai}}$ le taux de charge dans la chambre d'essai (nombre unités (pôt ou barquette) / m^3 de chambre d'essai).

Dans toute comparaison des résultats des différents essais réalisés, il faut considérer les incertitudes analytiques associées aux mesures. Ainsi, la norme NF EN 16516 (2017) mentionne une incertitude analytique élargie de 35% pour les résultats d'essais obtenus avec cette méthode. Cette valeur tirée d'essai de répétabilité entre différents laboratoires est à considérer comme une fourchette haute, mais réaliste.

Une étude française menée sur des panneaux de particules en bois par 6 laboratoires concluait à des incertitudes comprises entre 17% et 24% pour des concentrations d'aldéhydes (selon NF ISO 16000-3) comprises entre 6 et 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Yrieix et al., 2010). En particulier, l'incertitude déterminée sur la mesure du formaldéhyde était de 17,4% pour une concentration moyenne de l'ordre de 58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Yrieix et al., 2010).

3. RESULTATS

Les résultats des essais sont présentés sous la forme de facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SER_A , en $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$).

Les résultats des essais pour les produits testés sur plaques de verre (colles, correcteurs, marqueurs effaçables, peintures) sont présentés tels quels.

Les résultats des essais pour les produits appliqués sur papier (feutres, stylos, surligneurs, effaceurs) sont présentés sous deux formes :

- SER_A du produit appliqué sur papier
- SER_A du produit seul (SER_A du papier retranché)

L'essai sur le produit appliqué sur le papier traduit les émissions du produit testé et du support (feuille de papier). Ce résultat présente l'avantage de renseigner les émissions globales auxquelles les élèves sont exposés pendant l'utilisation des différents produits. En effet, les feutres, stylos, surligneurs, effaceurs sont toujours utilisés avec un support papier.

Le SER_A du produit seul, qui est obtenu par soustraction du SER_A du papier TR32, permet d'identifier les composés émis spécifiquement par le produit concerné et de comparer avec les résultats des papiers appliqués sur plaques de verre. L'incertitude analytique sur ce résultat est plus importante que celle sur le produit appliqué sur papier.

3.1 PAPIERS

Les émissions des deux papiers 120g et 80g sont très proches avec un SER_{λ} COVT de l'ordre de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ et un SER_{λ} formaldéhyde (FORM) d'environ 3-4 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$. Les principaux composés émis sont le propionaldéhyde, l'acétonitrile, le tétrahydrofurane, le 2-éthylhexanol et le 2-éthylhexyl acrylate.

Les émissions du papiers cahier 90g sont comparables, mais globalement moins élevées (SER_{λ} COVT ~ 40-45 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$).

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SER _λ (μg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR31	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	4,1	3,2
TR31	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	1,8	1,0
TR31	acétone	67-64-1	HPLC	SP	9,1	2,4
TR31	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	15,3	11,6
TR31	butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	SP	0,3	0,3
TR31	isovaléraldéhyde	590-36-3	HPLC	SP	1,1	1,3
TR31	valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	SP	0,5	1,2
TR31	o-tolualdéhyde	529-20-4	HPLC	SP	0,6	1,0
TR31	m/p-tolualdéhyde	620-23-5	HPLC	SP	0,8	0,8
TR31	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	< LD	1,3
TR31	éthanol	64-17-5	GC-MS	TE	2,3	2,2
TR31	acétonitrile	75-05-8	GC-MS	TE	4,4	2,0
TR31	alcool isopropylique	67-63-0	GC-MS	TE	1,2	0,7
TR31	tétrahydrofurane	109-99-9	GC-MS	TE	11,9	3,3
TR31	1-butanol	71-36-3	GC-MS	TE	7,7	4,2
TR31	2(5H)-furanone	497-23-4	GC-MS	TE	1,1	0,8
TR31	hexylène glycol	107-41-5	GC-MS	TE	2,3	1,8
TR31	décane	124-18-5	GC-MS	TE	1,4	1,0
TR31	2-éthylhexanol	104-76-7	GC-MS	TE	31,2	45,3
TR31	nonanal	124-19-6	GC-MS	TE	3,0	1,9
TR31	dodécane	112-40-3	GC-MS	TE	1,1	0,9
TR31	décanal	112-31-2	GC-MS	TE	1,5	1,1
TR31	2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	GC-MS	TE	15,8	21,8
TR31	2-(2-hydroxypropoxy)-1-propanol	106-62-7	GC-MS	TE	3,4	3,0
TR31	1-[1-méthyl-2-(2-propényloxy)éthoxy]-2-propanol	55956-25-7	GC-MS	TE	4,2	3,5
TR31	COVT	-	GC-MS	TE	98,1	98,5

Tableau 5 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SER_λ, en $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$) pour le papier 120g (TR31)

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR32	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	3,9	3,5
TR32	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	2,7	1,9
TR32	acétone	67-64-1	HPLC	SP	13,1	10,2
TR32	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	14,3	12,2
TR32	butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	SP	0,8	0,6
TR32	benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	SP	0,3	1,3
TR32	isovaléraldéhyde	590-36-3	HPLC	SP	1,5	1,2
TR32	valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	SP	1,7	0,3
TR32	o-tolualdéhyde	529-20-4	HPLC	SP	1,1	2,9
TR32	m/p-tolualdéhyde	620-23-5	HPLC	SP	1,2	2,8
TR32	éthanol	64-17-5	GC-MS	TE	2,0	2,4
TR32	acétonitrile	75-05-8	GC-MS	TE	8,5	9,0
TR32	alcool isopropylique	67-63-0	GC-MS	TE	1,9	1,8
TR32	acide acétique	64-19-7	GC-MS	TE	24,6	< LD
TR32	tétrahydrofurane	109-99-9	GC-MS	TE	14,5	11,2
TR32	1-butanol	71-36-3	GC-MS	TE	8,1	5,5
TR32	1-méthoxy-2-propanol	107-98-2	GC-MS	TE	1,2	1,2
TR32	1-éthoxy-2-propanol	1569-02-4	GC-MS	TE	3,0	1,4
TR32	DPGME	20324-32-7	GC-MS	TE	6,0	2,0
TR32	1-(2-méthoxypropoxy)-2-propanol	13429-07-7	GC-MS	TE	9,0	4,6
TR32	2-éthylhexanol	104-76-7	GC-MS	TE	36,3	42,6
TR32	nonanal	124-19-6	GC-MS	TE	2,1	1,4
TR32	dodécane	112-40-3	GC-MS	TE	1,1	< LD
TR32	décane	112-31-2	GC-MS	TE	1,5	0,9
TR32	2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	GC-MS	TE	19,1	21,7
TR32	COVT	-	GC-MS	TE	110,6	99,4

Tableau 6 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SER_A, en µg/m².h) pour le papier 80g (TR32)

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR34	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	3,3	2,4
TR34	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	2,0	2,0
TR34	acétone	67-64-1	HPLC	SP	4,3	1,5
TR34	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	10,8	14,1
TR34	butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	SP	0,3	0,2
TR34	benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	SP	0,3	0,2
TR34	isovaléraldéhyde	590-36-3	HPLC	SP	0,3	0,2
TR34	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	0,9	1,3
TR34	éthanol	64-17-5	GC-MS	TE	3,1	2,4
TR34	acétonitrile	75-05-8	GC-MS	TE	21,8	13,9
TR34	furane	110-00-9	GC-MS	TE	1,1	0,3
TR34	chloro méthyl sulfone	124-63-0	GC-MS	TE	0,9	0,7
TR34	diacétyl	431-03-8	GC-MS	TE	1,7	1,5
TR34	1-butanol	71-36-3	GC-MS	TE	1,5	1,1
TR34	2-éthylhexanol	104-76-7	GC-MS	TE	24,7	30,2
TR34	2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	GC-MS	TE	15,2	17,8
TR34	COVT	-	GC-MS	TE	41,5	44,1

Tableau 7 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SER_A, en µg/m².h) pour le papier cahier 90g (TR34)

3.2 COLLES

7 colles différentes ont été testées dans le cadre de cette étude. Ces produits étaient sous forme de bâton, de stylo, de gel, de roller et de colle liquide. Les colles ont été testées appliquées sur plaque de verre.

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR1	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	1,2	< LD
TR1	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	1,3	0,3
TR1	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	0,5	< LQ
TR1	valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	SP	0,7	0,3
TR1	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	0,7	< LD
TR1	éthanol	64-17-5	CG-MS	TE	< LD	2,3
TR1	acétonitrile	75-05-8	CG-MS	TE	7,5	9,3
TR1	hexane	110-54-3	CG-MS	TE	0,7	LD
TR1	anhydride acétique	108-24-7	CG-MS	TE	5,0	2,0
TR1	propylène glycol	57-55-6	CG-MS	TE	979,4	1270,1
TR1	2-éthyl-4-méthyl-1-pentanol	106-67-2	CG-MS	TE	4,5	< LD
TR1	2-phénoxy-éthanol	122-99-6	CG-MS	TE	2,8	19,6
TR1	4-amino-1-butanol	13325-10-5	CG-MS	TE	< LD	12,9
TR1	2-isopropoxyéthanol	109-59-1	CG-MS	TE	< LD	2,9
TR1	1-isopropoxypropan-2-ol	3944-36-3	CG-MS	TE	< LD	1,9
TR1	1-heptène-4-ol	3521-91-3	CG-MS	TE	< LD	0,8
TR1	COVT	-	CG-MS	TE	999,2	1319,6

Tableau 8 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SERA_A, en µg/m².h) pour la colle bâton (TR1)

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR2	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	7,2	3,6
TR2	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	4,0	1,9
TR2	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	0,8	< LQ
TR2	propylène glycol	57-55-6	CG-MS	TE	25,0	24,3
TR2	4-penténal	2100-17-6	CG-MS	TE	1,3	< LD
TR2	butylcyclopropane	930-57-4	CG-MS	TE	2,1	< LD
TR2	1-vinyl-2-pyrrolidone	88-12-0	CG-MS	TE	6,9	2,0
TR2	4-amino-1-butanol	13325-10-5	CG-MS	TE	2,2	4,5
TR2	2-isopropoxyéthanol	109-59-1	CG-MS	TE	1,5	2,5
TR2	1-isopropoxypropan-2-ol	3944-36-3	CG-MS	TE	0,8	1,6
TR2	COVT	-	CG-MS	TE	35,5	33,5

Tableau 9 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SERA_A, en µg/m².h) pour la colle bâton (TR2)

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR3	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	7,9	3,7
TR3	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	3,3	2,2
TR3	acétone	67-64-1	HPLC	SP	32,5	29,6
TR3	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	0,8	< LD
TR3	butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	SP	0,6	< LQ
TR3	isovaléraldéhyde	590-36-3	HPLC	SP	LD	0,5
TR3	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	0,6	< LQ
TR3	acétonitrile	75-05-8	CG-MS	TE	2,1	7,8
TR3	propylène glycol	4254-14-2	CG-MS	TE	2736,1	2960,6
TR3	cyclobutylamine	2516-34-9	CG-MS	TE	3,9	16,5
TR3	béta-butyrolactone	3068-88-0	CG-MS	TE	1,2	4,0
TR3	alcool benzylique	100-51-6	CG-MS	TE	8,3	4,6
TR3	cyclopropane	75-19-4	CG-MS	TE	1,9	4,4
TR3	α-azido-cumène	32366-26-0	CG-MS	TE	4,0	2,9
TR3	1-heptèn-4-ol	3521-91-3	CG-MS	TE	0,7	0,6
TR3	COVT	-	CG-MS	TE	2745,8	2984,3

Tableau 10 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SER_A, en µg/m².h) pour la colle stylo (TR3)

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR4	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	6,6	4,7
TR4	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	8,2	3,7
TR4	acétone	67-64-1	HPLC	SP	6,3	3,7
TR4	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	0,4	0,3
TR4	benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	SP	0,3	< LD
TR4	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	0,6	0,4
TR4	tétrahydrofurane	109-99-9	CG-MS	TE	0,8	0,6
TR4	2,2'-azobis(2-méthyl-propionitrile)	78-67-1	CG-MS	TE	2,3	0,9
TR4	2-phénoxyéthanol	122-99-6	CG-MS	TE	0,4	1,9
TR4	COVT	-	CG-MS	TE	37,0	31,3

Tableau 11 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SER_A, en µg/m².h) pour la colle stylo (TR4)

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR5	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	71,8	80,0
TR5	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	1,0	0,7
TR5	acétone	67-64-1	HPLC	SP	4,4	1,2
TR5	acroléine	107-02-8	HPLC	SP	0,3	< LQ
TR5	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	0,9	0,4
TR5	butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	SP	0,2	0,2
TR5	benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	SP	0,5	0,7
TR5	valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	SP	0,6	0,2
TR5	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	0,3	0,2
TR5	acide acétique	64-19-7	CG-MS	TE	1,9	3,0
TR5	acétone alcool	116-09-6	CG-MS	TE	53,8	39,1
TR5	propylène glycol	57-55-6	CG-MS	TE	218,8	306,8
TR5	2-phénoxyéthanol	122-99-6	CG-MS	TE	1,8	2,4
TR5	diisobutyl succinate	925-06-4	CG-MS	TE	1,2	1,5
TR5	di(sec-butyl) 2-méthylsuccinate	57983-31-0	CG-MS	TE	0,9	1,2
TR5	COVT	-	CG-MS	TE	278,1	350,4

Tableau 12 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SER_A, en µg/m².h) pour la colle gel (TR5)

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)		SERU (µg/unité.h)	
					0 - 1 h	1h - 2h	0 - 1 h	1h - 2h
TR-5 pot	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	471,3	556,9	0,9	1,1
TR-5 pot	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	107,5	53,1	0,2	0,1
TR-5 pot	acétone	67-64-1	HPLC	SP	644,6	136,3	1,3	0,3
TR-5 pot	acroléine	107-02-8	HPLC	SP	< LD	< LD	< LD	< LD
TR-5 pot	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	217,3	304,4	0,4	0,6
TR-5 pot	butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	SP	8,4	5,7	< LQ	< LQ
TR-5 pot	benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	SP	< LD	< LD	< LD	< LD
TR-5 pot	valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	SP	< LD	< LD	< LD	< LD
TR-5 pot	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	58,0	88,6	0,1	0,2
TR-5 pot	acide acétique	64-19-7	CG-MS	TE	36,7	15,8	0,1	< LQ
TR-5 pot	acétone alcool	116-09-6	CG-MS	TE	< LD	< LD	< LD	< LD
TR-5 pot	propylène glycol	57-55-6	CG-MS	TE	698,7	2215,4	1,4	4,4
TR-5 pot	2-phénoxyéthanol	122-99-6	CG-MS	TE	< LD	< LD	< LD	< LD
TR-5 pot	diisobutyl succinate	925-06-4	CG-MS	TE	< LD	< LD	< LD	< LD
TR-5 pot	hexane	110-54-3	CG-MS	TE	75,7	23,2	0,1	< LQ
TR-5 pot	éthylé acétate	141-78-6	CG-MS	TE	67,5	28,4	0,1	0,1
TR-5 pot	1-hydroxy-2-propanone	116-09-6	CG-MS	TE	674,1	1207,1	1,3	2,4
TR-5 pot	heptane	142-82-5	CG-MS	TE	281,3	290,2	0,6	0,6
TR-5 pot	COVT	-	CG-MS	TE	2165,0	3830,6	4,3	7,5

Tableau 13 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SER_A, en µg/m².h) et unitaires (SER_U, en µg/unité.h) pour la colle gel (TR5) en pôt

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR6	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	35,3	40,5
TR6	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	1,6	1,0
TR6	acétone	67-64-1	HPLC	SP	6,1	2,3
TR6	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	5,4	3,2
TR6	benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	SP	1,8	2,7
TR6	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	0,8	LD
TR6	acétate de méthyle	79-20-9	CG-MS	TE	6,4	1,1
TR6	2-butanone	78-93-3	CG-MS	TE	2,5	0,5
TR6	tétrahydrofurane	109-99-9	CG-MS	TE	1,5	0,5
TR6	1-butanol	71-36-3	CG-MS	TE	3,1	0,8
TR6	propylène glycol	57-55-6	CG-MS	TE	2,3	8,0
TR6	toluène	108-88-3	CG-MS	TE	0,6	0,4
TR6	phénol	108-95-2	CG-MS	TE	0,4	0,6
TR6	alcool benzylique	100-51-6	CG-MS	TE	0,9	1,8
TR6	nonanal	124-19-6	CG-MS	TE	0,6	0,8
TR6	décanal	112-31-2	CG-MS	TE	0,4	0,8
TR6	2-phénoxyéthanol	122-99-6	CG-MS	TE	4,9	14,3
TR6	di(sec-butyl) 2-méthylsuccinate	57983-31-0	CG-MS	TE	0,6	1,2
TR6	COVT	-	CG-MS	TE	17,4	31,3

Tableau 14 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SER_A, en µg/m².h) pour la colle liquide (TR6)

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR7	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	2,8	0,5
TR7	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	0,6	LQ
TR7	acétone	67-64-1	HPLC	SP	4,4	1,5
TR7	butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	SP	0,4	LD
TR7	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	1,2	0,4
TR7	acétonitrile	75-05-8	CG-MS	TE	0,6	0,6
TR7	2-butanone	78-93-3	CG-MS	TE	1,9	LD
TR7	acétate d'éthyle	141-78-6	CG-MS	TE	1,4	0,3
TR7	tétrahydrofurane	109-99-9	CG-MS	TE	2,8	0,7
TR7	toluène	108-88-3	CG-MS	TE	0,6	LD
TR7	2-éthyl- 1-hexanol	104-76-7	CG-MS	TE	6,9	6,0
TR7	nonanal	124-19-6	CG-MS	TE	0,9	0,7
TR7	décanal	112-31-2	CG-MS	TE	0,7	1,0
TR7	COVT	-	CG-MS	TE	12,8	8,8

Tableau 15 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SER_A, en µg/m².h) pour la colle roller (TR7)

Les émissions des 7 colles testées sont assez différentes. 4 colles présentent des émissions globalement peu élevées (SER_A COVT de 10 à 100 µg/m².h), une colle a un niveau d'émissions en COVT moyen (SER_A COVT : 280-350 µg/m².h) et deux colles ont des niveaux d'émissions en COVT très élevés (SER_A COVT : 1000 à 3000 µg/m².h).

Le propylène glycol semble être un composé majoritaire émis par différentes colles testées. C'est le principal composé émis par la colle (TR1) (SER_A propylène glycol : 1270 µg/m².h / SER_A COVT : 1320

$\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$), par le bâton de colle (TR2) (SER_A propylène glycol : $25 \mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$ / SER_A COVT : $35 \mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$), par la colle stylo (TR3) (SER_A propylène glycol : $2960 \mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$ / SER_A COVT : $2985 \mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$) et par la colle gel (TR5) (SER_A propylène glycol : $307 \mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$ / SER_A COVT : $350 \mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$).

Les émissions de formaldéhyde des 7 colles testées sont également assez différentes et 2 produits présentent des émissions élevées : la colle gel (TR5) (SER_A FORM : $72\text{-}80 \mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$) et la colle liquide (TR6) (SER_A FORM : $35\text{-}40 \mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$).

3.3 FEUTRES

4 feutres ont été testés dans le cadre de cette étude. Les feutres ont été appliqués sur deux feuilles A4 de papier 80g (TR32) et les résultats sont donc présentés pour le produit appliqué sur le papier et pour le produit seul (émissions de la feuille de papier retranchées).

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR8 / TR32	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	3,4	3,3
TR8 / TR32	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	1,4	0,8
TR8 / TR32	acétone	67-64-1	HPLC	SP	4,5	1,7
TR8 / TR32	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	27,1	21,4
TR8 / TR32	butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	SP	0,3	0,2
TR8 / TR32	benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	SP	0,5	0,7
TR8 / TR32	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	2,7	0,8
TR8 / TR32	acétonitrile	75-05-8	CG-MS	TE	10,7	4,0
TR8 / TR32	diéthylène glycol	111-46-6	CG-MS	TE	19,4	47,7
TR8 / TR32	2-éthylhexanol	104-76-7	CG-MS	TE	10,4	31,0
TR8 / TR32	2-nonen-1-ol	22104-79-6	CG-MS	TE	0,7	2,4
TR8 / TR32	2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	CG-MS	TE	2,4	17,5
TR8 / TR32	dipropylène glycol	106-62-7	CG-MS	TE	0,9	2,0
TR8 / TR32	isopropyl glycidyl éther	4016-14-2	CG-MS	TE	1,3	2,5
TR8 / TR32	COVT	-	CG-MS	TE	33,3	124,5

Tableau 16 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SER_A, en µg/m².h) du feutre (TR8) appliqué sur le papier 80g (TR32)

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR8	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	< LD	< LD
TR8	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	< LD	< LD
TR8	acétone	67-64-1	HPLC	SP	< LD	< LD
TR8	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	12,8	9,2
TR8	butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	SP	< LD	< LD
TR8	benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	SP	0,2	< LD
TR8	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	2,7	0,8
TR8	acétonitrile	75-05-8	CG-MS	TE	2,1	< LD
TR8	diéthylène glycol	111-46-6	CG-MS	TE	19,4	47,7
TR8	2-éthylhexanol	104-76-7	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR8	2-nonen-1-ol	22104-79-6	CG-MS	TE	0,7	2,4
TR8	2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR8	dipropylène glycol	106-62-7	CG-MS	TE	0,9	2,0
TR8	isopropyl glycidyl éther	4016-14-2	CG-MS	TE	1,3	2,5
TR8	COVT*	-	CG-MS	TE	27,3	55,3

Tableau 17 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SER_A, en µg/m².h) du feutre (TR8) seul

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m2.h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR9 / TR32	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	68,1	57,0
TR9 / TR32	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	0,6	0,4
TR9 / TR32	acétone	67-64-1	HPLC	SP	3,7	1,0
TR9 / TR32	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	0,6	0,3
TR9 / TR32	benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	SP	0,4	< LQ
TR9 / TR32	isovaléraldéhyde	590-36-3	HPLC	SP	0,5	< LD
TR9 / TR32	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	0,4	0,5
TR9 / TR32	tétrahydrofurane	109-99-9	CG-MS	TE	1,7	0,6
TR9 / TR32	1-butanol	71-36-3	CG-MS	TE	4,9	4,4
TR9 / TR32	acide acétique	64-19-7	CG-MS	TE	1,6	10,8
TR9 / TR32	acétylacétone	123-54-6	CG-MS	TE	< LD	1,2
TR9 / TR32	propylène glycol	57-55-6	CG-MS	TE	6,9	8,9
TR9 / TR32	2-butoxyéthanol	111-76-2	CG-MS	TE	2,2	2,2
TR9 / TR32	octanal	124-13-0	CG-MS	TE	0,6	0,5
TR9 / TR32	2-éthylhexanol	104-76-7	CG-MS	TE	4,2	9,0
TR9 / TR32	nonanal	124-19-6	CG-MS	TE	3,4	2,7
TR9 / TR32	décanal	112-31-2	CG-MS	TE	0,8	0,8
TR9 / TR32	2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	CG-MS	TE	10,4	19,8
TR9 / TR32	2-phénoxyéthanol	122-99-6	CG-MS	TE	0,8	1,1
TR9 / TR32	dibutyl 2-méthylsuccinate	18447-89-7	CG-MS	TE	1,9	1,2
TR9 / TR32	COVT	-	CG-MS	TE	13,9	43,7

Tableau 18 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SER_A, en µg/m².h) du feutre (TR9) appliqué sur le papier 80g (TR32)

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m2.h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR9	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	64,2	53,5
TR9	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	< LD	< LD
TR9	acétone	67-64-1	HPLC	SP	< LD	< LD
TR9	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	< LD	< LD
TR9	benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	SP	< LD	< LD
TR9	isovaléraldéhyde	590-36-3	HPLC	SP	< LD	< LD
TR9	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	0,4	0,5
TR9	tétrahydrofurane	109-99-9	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR9	1-butanol	71-36-3	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR9	acide acétique	64-19-7	CG-MS	TE	< LQ	10,8
TR9	acétylacétone	123-54-6	CG-MS	TE	< LQ	1,2
TR9	propylène glycol	57-55-6	CG-MS	TE	6,9	8,9
TR9	2-butoxyéthanol	111-76-2	CG-MS	TE	2,2	2,2
TR9	octanal	124-13-0	CG-MS	TE	0,6	0,5
TR9	2-éthylhexanol	104-76-7	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR9	nonanal	124-19-6	CG-MS	TE	1,3	1,4
TR9	décanal	112-31-2	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR9	2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR9	2-phénoxyéthanol	122-99-6	CG-MS	TE	0,8	1,1
TR9	dibutyl 2-méthylsuccinate	18447-89-7	CG-MS	TE	1,9	1,2
TR9	COVT*	-	CG-MS	TE	14,1	27,6

Tableau 19 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SER_A, en µg/m².h) du feutre (TR9) seul

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR10 / TR32	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	13,8	9,9
TR10 / TR32	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	6,0	3,6
TR10 / TR32	acétone	67-64-1	HPLC	SP	2,8	1,7
TR10 / TR32	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	78,4	49,9
TR10 / TR32	butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	SP	0,7	0,3
TR10 / TR32	benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	SP	0,5	< LQ
TR10 / TR32	valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	SP	0,7	< LQ
TR10 / TR32	m/p-tolualdéhyde	620-23-5	HPLC	SP	1,4	0,2
TR10 / TR32	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	2,3	2,8
TR10 / TR32	2-butène	107-01-7	CG-MS	TE	1,4	1,2
TR10 / TR32	allyl alcool	107-18-6	CG-MS	TE	1,7	1,5
TR10 / TR32	1-butanol	71-36-3	CG-MS	TE	1,4	1,1
TR10 / TR32	acide acétique	64-19-7	CG-MS	TE	3,1	8,3
TR10 / TR32	acétone alcool	116-09-6	CG-MS	TE	6,2	4,3
TR10 / TR32	propylène glycol	57-55-6	CG-MS	TE	2019,7	1674,5
TR10 / TR32	propylène carbonate	108-32-7	CG-MS	TE	1,5	1,1
TR10 / TR32	2-éthylhexanol	104-76-7	CG-MS	TE	12,2	19,4
TR10 / TR32	2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	CG-MS	TE	6,3	8,6
TR10 / TR32	3,3'-oxydi-1-propanol	2396-61-4	CG-MS	TE	3,4	3,0
TR10 / TR32	isopropyl glycidyl éther	4016-14-2	CG-MS	TE	4,0	3,6
TR10 / TR32	COVT	-	CG-MS	TE	2063,9	1725,6

Tableau 20 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SERA_α, en µg/m².h) du feutre (TR10) appliqué sur le papier 80g (TR32)

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR10	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	9,9	6,4
TR10	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	3,4	1,7
TR10	acétone	67-64-1	HPLC	SP	< LD	< LD
TR10	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	64,1	37,7
TR10	butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	SP	< LD	< LD
TR10	benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	SP	0,2	< LQ
TR10	valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	SP	< LD	< LD
TR10	m/p-tolualdéhyde	620-23-5	HPLC	SP	0,2	< LQ
TR10	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	2,3	2,8
TR10	2-butène	107-01-7	CG-MS	TE	1,4	1,2
TR10	allyl alcool	107-18-6	CG-MS	TE	1,7	1,5
TR10	1-butanol	71-36-3	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR10	acide acétique	64-19-7	CG-MS	TE	< LD	8,3
TR10	acétone alcool	116-09-6	CG-MS	TE	6,2	4,3
TR10	propylène glycol	57-55-6	CG-MS	TE	2019,7	1674,5
TR10	propylène carbonate	108-32-7	CG-MS	TE	1,5	1,1
TR10	2-éthylhexanol	104-76-7	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR10	2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR10	3,3'-oxydi-1-propanol	2396-61-4	CG-MS	TE	3,4	3,0
TR10	isopropyl glycidyl éther	4016-14-2	CG-MS	TE	4,0	3,6
TR10	COVT*	-	CG-MS	TE	2040,6	1700,3

Tableau 21 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SERA_α, en µg/m².h) du feutre (TR10) seul

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR11 / TR32	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	8,2	6,3
TR11 / TR32	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	3,6	2,6
TR11 / TR32	acétone	67-64-1	HPLC	SP	4,6	1,9
TR11 / TR32	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	19,3	15,7
TR11 / TR32	benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	SP	0,6	0,3
TR11 / TR32	valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	SP	0,5	0,2
TR11 / TR32	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	3,4	2,7
TR11 / TR32	2-butène	107-01-7	CG-MS	TE	1,9	< LD
TR11 / TR32	anhydride acétique	108-24-7	CG-MS	TE	< LD	21,8
TR11 / TR32	acide acétique	64-19-7	CG-MS	TE	2,8	9,2
TR11 / TR32	acétone alcool	116-09-6	CG-MS	TE	9,8	25,9
TR11 / TR32	allyl acétate	591-87-7	CG-MS	TE	< LD	1,2
TR11 / TR32	propylène glycol	57-55-6	CG-MS	TE	1899,0	3760,7
TR11 / TR32	diméthylformamide	68-12-2	CG-MS	TE	26,8	69,6
TR11 / TR32	diméthylacétamide	127-19-5	CG-MS	TE	7,5	17,2
TR11 / TR32	acétone alcool	116-09-6	CG-MS	TE	6,7	15,6
TR11 / TR32	2-acétate-1,2-propanediol	6214-01-3	CG-MS	TE	2,7	6,7
TR11 / TR32	2(5H)-furanone	497-23-4	CG-MS	TE	< LD	1,8
TR11 / TR32	éthylcyanoacétate	105-56-6	CG-MS	TE	< LD	6,5
TR11 / TR32	diéthylène glycol monochlorohydrine	628-89-7	CG-MS	TE	< LD	1,2
TR11 / TR32	propylène carbonate	108-32-7	CG-MS	TE	1,8	4,8
TR11 / TR32	2-éthylhexanol	104-76-7	CG-MS	TE	< LD	30,0
TR11 / TR32	nonanal	124-19-6	CG-MS	TE	1,3	3,0
TR11 / TR32	2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	CG-MS	TE	0,6	19,5
TR11 / TR32	éthylène glycol mono-tert-butyl éther	7580-85-0	CG-MS	TE	1,3	1,7
TR11 / TR32	COVT	-	CG-MS	TE	1908,0	3898,0

Tableau 22 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SERA, en µg/m².h) du feutre (TR11) appliqué sur le papier 80g (TR32)

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR11	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	4,2	2,8
TR11	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	1,0	0,7
TR11	acétone	67-64-1	HPLC	SP	< LD	< LD
TR11	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	5,0	3,5
TR11	benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	SP	0,3	< LQ
TR11	valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	SP	< LD	< LD
TR11	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	3,4	2,7
TR11	2-butène	107-01-7	CG-MS	TE	1,9	0,0
TR11	anhydride acétique	108-24-7	CG-MS	TE	< LQ	21,8
TR11	acide acétique	64-19-7	CG-MS	TE	< LQ	9,2
TR11	acétone alcool	116-09-6	CG-MS	TE	9,8	25,9
TR11	allyl acétate	591-87-7	CG-MS	TE	< LQ	1,2
TR11	propylène glycol	57-55-6	CG-MS	TE	1899,0	3760,7
TR11	diméthylformamide	68-12-2	CG-MS	TE	26,8	69,6
TR11	diméthylacétamide	127-19-5	CG-MS	TE	7,5	17,2
TR11	acétone alcool	116-09-6	CG-MS	TE	6,7	15,6
TR11	2-acétate-1,2-propanediol	6214-01-3	CG-MS	TE	2,7	6,7
TR11	2(5H)-furanone	497-23-4	CG-MS	TE	< LQ	1,8
TR11	éthylcyanoacétate	105-56-6	CG-MS	TE	< LQ	6,5
TR11	diéthylène glycol monochlorohydrine	628-89-7	CG-MS	TE	< LQ	1,2
TR11	propylène carbonate	108-32-7	CG-MS	TE	1,8	4,8
TR11	2-éthylhexanol	104-76-7	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR11	nonanal	124-19-6	CG-MS	TE	< LQ	1,6
TR11	2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR11	éthylène glycol mono-tert-butyl éther	7580-85-0	CG-MS	TE	1,3	1,7
TR11	COVT*	-	CG-MS	TE	1961,2	3948,3

Tableau 23 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SER_A, en µg/m².h) du feutre (TR11) seul

Les émissions du feutre (TR8) sont relativement peu élevées (SER_A COVT : 55 µg/m².h de 1h à 2h d'essai) et les composés majoritaires émis par ce feutre sont le propionaldéhyde (SER_A : 9 µg/m².h) et le diéthylène glycol (SER_A : 48 µg/m².h).

Les émissions de COV du feutre (TR9) sont faibles (SER_A COVT : 28 µg/m².h de 1h à 2h d'essai) mais ce feutre présente des émissions de formaldéhyde élevées (SER_A FORM : 54-64 µg/m².h).

Les émissions du feutre (TR10) sont très élevées (SER_A COVT : 1700-2000 µg/m².h) et dues principalement au propionaldéhyde (SER_A : 38-64 µg/m².h) et au propylène glycol (SER_A : 1675-2020 µg/m².h).

Les émissions du feutre (TR11) sont également très élevées (SER_A COVT : 1960-3950 µg/m².h) et liées principalement au propylène glycol (SER_A : 1900-3760 µg/m².h).

3.4 STYLOS

4 stylos, 2 à bille et 2 roller, ont été testés dans le cadre de cette étude. Les stylos ont été utilisés sur deux feuilles A4 de papier 80g (TR32) et les résultats sont donc présentés pour le produit appliqué sur le papier et pour le produit seul (émissions de la feuille de papier retranchées).

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR12 / TR32	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	4,5	4,1
TR12 / TR32	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	0,9	0,4
TR12 / TR32	acétone	67-64-1	HPLC	SP	1,7	< LD
TR12 / TR32	benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	SP	< LQ	0,9
TR12 / TR32	valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	SP	< LQ	0,4
TR12 / TR32	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	0,9	0,9
TR12 / TR32	acétonitrile	75-05-8	CG-MS	TE	2,0	0,3
TR12 / TR32	tétrahydrofurane	109-99-9	CG-MS	TE	0,6	< LD
TR12 / TR32	1-butanol	71-36-3	CG-MS	TE	1,7	0,8
TR12 / TR32	2-éthylhexanol	104-76-7	CG-MS	TE	4,4	5,6
TR12 / TR32	nonanal	124-19-6	CG-MS	TE	2,8	1,7
TR12 / TR32	décanal	112-31-2	CG-MS	TE	1,2	0,8
TR12 / TR32	2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	CG-MS	TE	8,8	11,5
TR12 / TR32	2-phénoxyéthanol	122-99-6	CG-MS	TE	75,8	104,7
TR12 / TR32	1-phénoxypropan-2-ol	770-35-4	CG-MS	TE	91,4	106,2
TR12 / TR32	COVT	-	CG-MS	TE	193,7	233,1

Tableau 24 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SERA_s, en µg/m².h) du stylo (TR12) appliqué sur le papier 80g (TR32)

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR12	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	0,6	0,6
TR12	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	< LD	< LD
TR12	acétone	67-64-1	HPLC	SP	< LD	< LD
TR12	benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	SP	< LD	< LD
TR12	valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	SP	< LQ	0,1
TR12	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	0,9	0,9
TR12	acétonitrile	75-05-8	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR12	tétrahydrofurane	109-99-9	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR12	1-butanol	71-36-3	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR12	2-éthylhexanol	104-76-7	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR12	nonanal	124-19-6	CG-MS	TE	0,7	0,4
TR12	décanal	112-31-2	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR12	2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR12	2-phénoxyéthanol	122-99-6	CG-MS	TE	75,8	104,7
TR12	1-phénoxypropan-2-ol	770-35-4	CG-MS	TE	91,4	106,2
TR12	COVT*	-	CG-MS	TE	168,9	212,2

Tableau 25 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SERA_s, en µg/m².h) du stylo (TR12) seul

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR13 / TR32	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	5,6	3,1
TR13 / TR32	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	1,0	0,5
TR13 / TR32	acétone	67-64-1	HPLC	SP	5,1	0,5
TR13 / TR32	benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	SP	0,7	< LQ
TR13 / TR32	valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	SP	0,9	< LD
TR13 / TR32	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	1,1	0,8
TR13 / TR32	acétonitrile	75-05-8	CG-MS	TE	0,7	0,9
TR13 / TR32	1-butanol	71-36-3	CG-MS	TE	1,9	1,4
TR13 / TR32	toluène	108-88-3	CG-MS	TE	0,3	0,6
TR13 / TR32	phénol	108-95-2	CG-MS	TE	3,3	3,2
TR13 / TR32	diéthylène glycol mono	111-90-0	CG-MS	TE	33,4	32,4
TR13 / TR32	octanal	124-13-0	CG-MS	TE	0,7	1,3
TR13 / TR32	1,1'-oxydi-2-propanol	110-98-5	CG-MS	TE	8,6	12,5
TR13 / TR32	2-éthylhexanol	104-76-7	CG-MS	TE	3,9	6,3
TR13 / TR32	alcool benzylrique	100-51-6	CG-MS	TE	593,8	407,8
TR13 / TR32	nonanal	124-19-6	CG-MS	TE	3,3	2,7
TR13 / TR32	décanal	112-31-2	CG-MS	TE	1,2	2,3
TR13 / TR32	2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	CG-MS	TE	8,8	13,7
TR13 / TR32	2-phénoxyéthanol	122-99-6	CG-MS	TE	1391,5	1514,9
TR13 / TR32	COVT	-	CG-MS	TE	2053,1	2028,9

Tableau 26 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SERA_A, en µg/m².h) du stylo (TR13) appliqué sur le papier 80g (TR32)

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR13	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	1,7	< LQ
TR13	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	< LD	< LD
TR13	acétone	67-64-1	HPLC	SP	< LD	< LD
TR13	benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	SP	0,4	< LQ
TR13	valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	SP	< LD	< LD
TR13	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	1,1	0,8
TR13	acétonitrile	75-05-8	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR13	1-butanol	71-36-3	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR13	toluène	108-88-3	CG-MS	TE	0,3	0,6
TR13	phénol	108-95-2	CG-MS	TE	3,3	3,2
TR13	diéthylène glycol monoéthyl éther	111-90-0	CG-MS	TE	33,4	32,4
TR13	octanal	124-13-0	CG-MS	TE	0,7	1,3
TR13	1,1'-oxydi-2-propanol	110-98-5	CG-MS	TE	8,6	12,5
TR13	2-éthylhexanol	104-76-7	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR13	alcool benzylrique	100-51-6	CG-MS	TE	593,8	407,8
TR13	nonanal	124-19-6	CG-MS	TE	1,1	1,4
TR13	décanal	112-31-2	CG-MS	TE	< LQ	1,4
TR13	2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR13	2-phénoxyéthanol	122-99-6	CG-MS	TE	1391,5	1514,9
TR13	COVT*	-	CG-MS	TE	2034,3	1976,2

Tableau 27 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SERA_A, en µg/m².h) du stylo (TR13) seul

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR14 / TR32	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	5,0	3,5
TR14 / TR32	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	1,0	0,4
TR14 / TR32	acétone	67-64-1	HPLC	SP	4,2	18,8
TR14 / TR32	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	0,3	< LQ
TR14 / TR32	valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	SP	0,3	0,3
TR14 / TR32	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	0,5	0,7
TR14 / TR32	chloro méthyl sulfone	124-63-0	CG-MS	TE	0,7	0,4
TR14 / TR32	2-butanone	78-93-3	CG-MS	TE	3,2	3,2
TR14 / TR32	tétrahydrofurane	109-99-9	CG-MS	TE	2,1	0,6
TR14 / TR32	1-butanol	71-36-3	CG-MS	TE	3,9	2,1
TR14 / TR32	propylène glycol	57-55-6	CG-MS	TE	0,7	0,9
TR14 / TR32	toluène	108-88-3	CG-MS	TE	0,7	0,3
TR14 / TR32	phénol	108-95-2	CG-MS	TE	4,7	4,9
TR14 / TR32	octanal	124-13-0	CG-MS	TE	0,5	0,4
TR14 / TR32	2-éthylhexanol	104-76-7	CG-MS	TE	2,6	4,5
TR14 / TR32	nonanal	124-19-6	CG-MS	TE	2,3	1,4
TR14 / TR32	décanal	112-31-2	CG-MS	TE	1,0	0,3
TR14 / TR32	2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	CG-MS	TE	7,0	11,9
TR14 / TR32	COVT	-	CG-MS	TE	31,8	34,3

Tableau 28 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SERA_A, en µg/m².h) du stylo (TR14) appliqué sur le papier 80g (TR32)

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR14	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	1,1	< LQ
TR14	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	< LD	< LD
TR14	acétone	67-64-1	HPLC	SP	< LQ	8,5
TR14	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	< LD	< LD
TR14	valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	SP	< LD	< LD
TR14	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	0,5	0,7
TR14	chloro méthyl sulfone	124-63-0	CG-MS	TE	0,7	0,4
TR14	2-butanone	78-93-3	CG-MS	TE	3,2	3,2
TR14	tétrahydrofurane	109-99-9	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR14	1-butanol	71-36-3	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR14	propylène glycol	57-55-6	CG-MS	TE	0,7	0,9
TR14	toluène	108-88-3	CG-MS	TE	0,7	0,3
TR14	phénol	108-95-2	CG-MS	TE	4,7	4,9
TR14	octanal	124-13-0	CG-MS	TE	0,5	0,4
TR14	2-éthylhexanol	104-76-7	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR14	nonanal	124-19-6	CG-MS	TE	0,2	0,1
TR14	décanal	112-31-2	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR14	2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR14	COVT*	-	CG-MS	TE	11,4	10,9

Tableau 29 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SERA_A, en µg/m².h) du stylo (TR14) seul

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR15 / TR32	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	4,6	3,3
TR15 / TR32	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	1,4	0,9
TR15 / TR32	acétone	67-64-1	HPLC	SP	4,2	25,3
TR15 / TR32	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	0,4	0,2
TR15 / TR32	isovaléraldéhyde	590-36-3	HPLC	SP	< LQ	0,6
TR15 / TR32	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	0,9	1,1
TR15 / TR32	acétonitrile	75-05-8	CG-MS	TE	0,6	< LD
TR15 / TR32	acide acétique	64-19-7	CG-MS	TE	0,6	< LD
TR15 / TR32	2-butanone	78-93-3	CG-MS	TE	0,6	< LD
TR15 / TR32	tétrahydrofurane	109-99-9	CG-MS	TE	1,0	< LD
TR15 / TR32	1-butanol	71-36-3	CG-MS	TE	2,0	0,9
TR15 / TR32	octane	111-65-9	CG-MS	TE	0,5	< LD
TR15 / TR32	phénol	108-95-2	CG-MS	TE	87,8	26,1
TR15 / TR32	octanal	124-13-0	CG-MS	TE	0,6	0,3
TR15 / TR32	2-éthylhexanol	104-76-7	CG-MS	TE	3,3	3,0
TR15 / TR32	2-pyrrolidinone	616-45-5	CG-MS	TE	7,8	5,8
TR15 / TR32	nonanal	124-19-6	CG-MS	TE	3,0	1,3
TR15 / TR32	dodécane	112-40-3	CG-MS	TE	0,8	< LD
TR15 / TR32	décanal	112-31-2	CG-MS	TE	1,4	0,3
TR15 / TR32	2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	CG-MS	TE	8,9	9,8
TR15 / TR32	COVT	-	CG-MS	TE	116,5	23,0

Tableau 30 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SERA_A, en µg/m².h) du stylo (TR15) appliqué sur le papier 80g (TR32)

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR15	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	0,6	< LQ
TR15	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	< LD	< LD
TR15	acétone	67-64-1	HPLC	SP	< LQ	15,0
TR15	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	< LD	< LD
TR15	isovaléraldéhyde	590-36-3	HPLC	SP	< LD	< LD
TR15	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	0,9	1,1
TR15	acétonitrile	75-05-8	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR15	acide acétique	64-19-7	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR15	2-butanone	78-93-3	CG-MS	TE	0,6	< LQ
TR15	tétrahydrofurane	109-99-9	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR15	1-butanol	71-36-3	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR15	octane	111-65-9	CG-MS	TE	0,5	< LQ
TR15	phénol	108-95-2	CG-MS	TE	87,8	26,1
TR15	octanal	124-13-0	CG-MS	TE	0,6	0,3
TR15	2-éthylhexanol	104-76-7	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR15	2-pyrrolidinone	616-45-5	CG-MS	TE	7,8	5,8
TR15	nonanal	124-19-6	CG-MS	TE	0,8	< LQ
TR15	dodécane	112-40-3	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR15	décanal	112-31-2	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR15	2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	CG-MS	TE	< LD	< LD
TR15	COVT*	-	CG-MS	TE	99,1	33,3

Tableau 31 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SERA_A, en µg/m².h) du stylo (TR15) seul

Les émissions des 4 stylos testés sont relativement différentes.

Les émissions du stylo (TR12) sont moyennement élevées (SER_{λ} COVT : 170-210 $\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$) et les composés majoritaires émis sont le 2-phénoxyéthanol (SER_{λ} : 75-105 $\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$) et le 2-1-phénoxypropan-2-ol (SER_{λ} : 90-105 $\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$).

Les émissions du stylo (TR13) sont très élevées (SER_{λ} COVT : 2000 $\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$) et dues principalement à l'alcool benzylique (SER_{λ} : 400-600 $\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$) et au 2-phénoxyéthanol (SER_{λ} : 1400-1500 $\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$).

Les émissions du stylo (TR14) sont très faibles (SER_{λ} COVT : 10 $\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$).

Enfin, les émissions du stylo (TR11) sont relativement faibles (SER_{λ} COVT : 35-100 $\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$) mais on a identifié la présence de phénol (SER_{λ} : 25-90 $\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$).

3.5 CORRECTEURS

3 correcteurs sous 2 formes stylo et ruban différents ont été testés dans le cadre du projet TROUSS'AIR. Les correcteurs ont été testés après application sur plaque de verre.

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR16	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	7,3	2,3
TR16	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	0,9	0,2
TR16	acétone	67-64-1	HPLC	SP	4,5	1,5
TR16	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	0,5	0,2
TR16	valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	SP	0,3	0,5
TR16	m/p-tolualdéhyde	620-23-5	HPLC	SP	3,6	2,2
TR16	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	1,3	1,0
TR16	1,1-diméthyl-cyclopropane	1630-94-0	GC-MS	TE	1,5	1,5
TR16	2-butanone	78-93-3	GC-MS	TE	1,7	0,5
TR16	tétrahydrofurane	109-99-9	GC-MS	TE	3,9	< LQ
TR16	3-méthyl-1-hexène	3404-61-3	GC-MS	TE	2,5	< LQ
TR16	5-méthyl-1-hexène	3524-73-0	GC-MS	TE	3,3	0,3
TR16	2-méthyl-hexane	591-76-4	GC-MS	TE	313,3	118,1
TR16	2,3-diméthyl-pentane	565-59-3	GC-MS	TE	22,1	5,2
TR16	3-méthyl-hexane	589-34-4	GC-MS	TE	695,6	266,9
TR16	1-heptène	592-76-7	GC-MS	TE	20,4	5,5
TR16	heptane	142-82-5	GC-MS	TE	2370,8	707,2
TR16	cis-2-heptène	6443-92-1	GC-MS	TE	7,5	1,9
TR16	cis-3-méthyl-2-hexène	10574-36-4	GC-MS	TE	5,5	1,4
TR16	cis-3-heptène	7642-10-6	GC-MS	TE	7,7	0,4
TR16	2,2-diméthyl-hexane	590-73-8	GC-MS	TE	5,7	5,6
TR16	2-éthylhexanol	104-76-7	GC-MS	TE	224,9	88,7
TR16	2,4-diméthyl-hexane	589-43-5	GC-MS	TE	80,2	33,3
TR16	3,5-diméthyl-hexène	3404-79-3	GC-MS	TE	5,8	4,0
TR16	éthyl-cyclopentane	1640-89-7	GC-MS	TE	74,4	24,2
TR16	4-méthyl-cyclohexène	591-47-9	GC-MS	TE	5,4	1,6
TR16	2,3-diméthyl-1-hexène	16746-86-4	GC-MS	TE	4,0	1,3
TR16	2,3,4-triméthyl-pentane	565-75-3	GC-MS	TE	319,9	131,4
TR16	2,3-diméthyl-hexane	584-94-1	GC-MS	TE	282,7	162,1
TR16	2-méthyl-heptane	592-27-8	GC-MS	TE	55,8	35,8
TR16	4-méthyl-heptane	589-53-7	GC-MS	TE	13,3	< LD
TR16	3,4-diméthyl-hexane	583-48-2	GC-MS	TE	47,4	20,6
TR16	toluène	108-88-4	GC-MS	TE	68,6	26,9
TR16	2,2,5-triméthyl-hexane	3522-94-9	GC-MS	TE	129,1	192,3
TR16	2,3,5-triméthyl-hexane	1069-53-0	GC-MS	TE	223,4	89,2
TR16	2,4-diméthyl-heptane	2213-23-2	GC-MS	TE	64,2	27,5
TR16	2,6-diméthyl-heptane	1072-05-5	GC-MS	TE	97,1	41,7
TR16	2,3,5-triméthyl-1,3-hexadiène	61142-34-5	GC-MS	TE	1,7	8,3
TR16	2,5-diméthyl-heptane	2216-30-0	GC-MS	TE	245,4	105,9
TR16	3-éthyl-2-méthyl-hexane	16789-46-1	GC-MS	TE	5,5	2,4
TR16	acétate de 1-méthoxy-2-propyle	108-65-6	GC-MS	TE	213,5	66,1
TR16	éthylbenzène	100-41-4	GC-MS	TE	3,9	1,1
TR16	nonane	111-84-2	GC-MS	TE	25,3	13,9
TR16	o-éthyltoluène	611-14-3	GC-MS	TE	65,8	24,4
TR16	décane	124-18-5	GC-MS	TE	208,2	61,6
TR16	o-méthylstyrène	611-15-4	GC-MS	TE	35,0	11,7
TR16	undécane	1120-21-4	GC-MS	TE	156,8	60,8
TR16	2-éthylhexyl acétate	103-09-3	GC-MS	TE	38,3	17,6
TR16	dodécane	112-40-3	GC-MS	TE	41,7	17,0
TR16	2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	GC-MS	TE	14,1	7,7
TR16	ester non identifié	-	GC-MS	TE	14,9	7,2
TR16	tridécane	629-50-5	GC-MS	TE	9,5	5,3
TR16	n-octyl méthacrylate	2157-01-9	GC-MS	TE	43,4	28,6
TR16	somme des alcools non identifiés	-	GC-MS	TE	101,0	62,0
TR16	somme des alcènes non identifiés	-	GC-MS	TE	75,0	42,0
TR16	sommes alcanes non identifiés	-	GC-MS	TE	3198,0	2509,0
TR16	somme des cycloalcanes non identifiés	-	GC-MS	TE	134,0	77,0
TR16	COVT	-	GC-MS	TE	9867,3	5172,1

Tableau 32 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SERA_A, en µg/m².h) du correcteur stylo (TR16)

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR17	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	7,4	2,7
TR17	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	1,5	0,5
TR17	acétone	67-64-1	HPLC	SP	7,1	2,3
TR17	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	0,7	0,3
TR17	butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	SP	0,9	0,6
TR17	m/p-tolualdéhyde	620-23-5	HPLC	SP	2,4	0,5
TR17	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	1,2	0,4
TR17	tétrahydrofurane	109-99-9	GC-MS	TE	2,8	0,5
TR17	1-butanol	71-36-3	GC-MS	TE	4,3	2,7
TR17	3-méthyl-hexane	589-34-4	GC-MS	TE	1,3	0,4
TR17	heptane	142-82-5	GC-MS	TE	4,0	0,7
TR17	méthyl-cyclohexane	108-87-2	GC-MS	TE	470,6	134,5
TR17	1-méthyl-cyclohexène	591-49-1	GC-MS	TE	2,3	0,4
TR17	4-méthyl-cyclohexène	591-47-9	GC-MS	TE	8,3	1,6
TR17	méthylène-cyclohexane	1192-37-6	GC-MS	TE	0,7	0,5
TR17	2,3,4-triméthyl-pentane	565-75-3	GC-MS	TE	1,2	0,4
TR17	propylène glycol	57-55-6	GC-MS	TE	12,6	< LD
TR17	toluène	108-88-3	GC-MS	TE	24,8	31,6
TR17	3-méthyl-cyclohexène	591-48-0	GC-MS	TE	5,5	1,3
TR17	2,2,5-triméthyl-hexane	3522-94-9	GC-MS	TE	2,9	0,5
TR17	2,3,5-triméthyl-hexane	1069-53-0	GC-MS	TE	1,1	0,2
TR17	2-méthyl-octane	3221-61-2	GC-MS	TE	1,0	0,2
TR17	2,5-diméthyl-heptane	2216-30-0	GC-MS	TE	2,3	0,3
TR17	éthylbenzène	100-41-4	GC-MS	TE	14,9	2,6
TR17	m-xylène	108-38-3	GC-MS	TE	69,2	12,8
TR17	p-xylène	106-42-3	GC-MS	TE	19,7	3,7
TR17	2,2,4-triméthyl-heptane	14720-74-2	GC-MS	TE	1,5	0,2
TR17	o-xylène	95-47-6	GC-MS	TE	77,1	15,6
TR17	1-méthylcyclohexanol	590-67-0	GC-MS	TE	4,2	1,5
TR17	1,2,3-triméthyl-benzène	526-73-8	GC-MS	TE	0,6	1,2
TR17	2-éthylhexanol	104-76-7	GC-MS	TE	5,1	1,2
TR17	nonanal	124-19-6	GC-MS	TE	1,1	0,4
TR17	2-éthylhexyl acétate	103-09-3	GC-MS	TE	2,8	0,8
TR17	décanal	112-31-2	GC-MS	TE	0,7	0,4
TR17	2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	GC-MS	TE	5,6	1,9
TR17	anhydride isobutyrique	97-72-3	GC-MS	TE	0,7	0,5
TR17	acide propanoïque, 2-méthyl-, 2,2-diméthyl-	74367-33-2	GC-MS	TE	6,1	7,0
TR17	acide propanoïque, 2-méthyl-, 3-hydroxy-	74367-34-3	GC-MS	TE	7,2	9,2
TR17	acide propanoïque, 2-méthyl-, 1-(1,1-diméthyl-)	74381-40-1	GC-MS	TE	8,9	9,4
TR17	non identifiés		GC-MS	TE	4,3	1,1
TR17	junipène	475-20-7	GC-MS	TE	1,1	0,5
TR17	cis-1-(cyclohexylméthyl)-3-méthyl-cyclohexane	54823-96-0	GC-MS	TE	10,1	5,9
TR17	trans-1-(cyclohexylméthyl)-4-méthyl-cyclohexane	54823-98-2	GC-MS	TE	5,0	3,0
TR17	trans-3-(cyclohexylméthyl)-4-méthyl-cyclohexane	54823-95-9	GC-MS	TE	1,9	1,1
TR17	cis-3-(cyclohexylméthyl)-4-méthyl-cyclohexane	54823-97-1	GC-MS	TE	1,7	1,1
TR17	acide pentanoïque, 2,2,4-triméthyl-3-carboxy-	(COSV)	GC-MS	TE	832,1	1984,8
TR17	COVT	-	GC-MS	TE	798,5	249,7

Tableau 33 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SERA_s, en µg/m².h) du correcteur (TR17)

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR18	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	14,8	11,0
TR18	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	0,9	0,3
TR18	acétone	67-64-1	HPLC	SP	4,3	1,7
TR18	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	0,4	< LQ
TR18	valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	SP	0,5	0,6
TR18	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	0,5	< LD
TR18	chloro méthyl sulfone	124-63-0	GC-MS	TE	1,6	0,8
TR18	2-butanone	78-93-3	GC-MS	TE	0,8	0,3
TR18	1,3-époxy-3-méthylbutane	6245-99-4	GC-MS	TE	2,9	1,3
TR18	tétrahydrofurane	109-99-9	GC-MS	TE	3,3	0,4
TR18	1-butanol	71-36-3	GC-MS	TE	3,1	< LD
TR18	acide acétique	64-19-7	GC-MS	TE	1,9	< LD
TR18	toluène	108-88-3	GC-MS	TE	0,8	0,2
TR18	6-méthyl-5-heptèn-2-one	110-93-0	GC-MS	TE	0,5	< LD
TR18	2,2,4,6,6-pentaméthyl-heptane	13475-82-6	GC-MS	TE	0,8	< LD
TR18	octanal	124-13-0	GC-MS	TE	0,6	< LD
TR18	2-éthylhexanol	104-76-7	GC-MS	TE	2,1	0,6
TR18	nonanal	124-19-6	GC-MS	TE	4,5	1,1
TR18	décanal	112-31-2	GC-MS	TE	1,5	0,5
TR18	1,3,5-triméthyl-2-octadécyl-cyclohexane	55282-34-3	GC-MS	TE	1,6	0,5
TR18	cis-1,1,3,5-tétraméthyl-cyclohexane	50876-32-9	GC-MS	TE	6,4	2,4
TR18	COVT	-	GC-MS	TE	43,3	5,8

Tableau 34 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SER_A, en µg/m².h) du correcteur ruban (TR18)

Les émissions du correcteur stylo (TR16) sont très élevées (SER_A COVT : 5200-9900 µg/m².h) et dues notamment à de nombreux alcanes identifiés ou non identifiés.

Les émissions du correcteur stylo (TR17) sont moins élevées que celles du TR16 (SER_A COVT : 250-800 µg/m².h). Les principaux composés émis sont le méthyl-cyclohexane (SER_A : 135-470 µg/m².h) et les différents isomères du xylène.

Les émissions de COV du correcteur ruban (TR18) sont très faibles (SER_A COVT : 6-40 µg/m².h), mais ce produit présente des émissions de formaldéhyde (SER_A FORM : 11-15 µg/m².h) plus élevées que celles des deux autres correcteurs testés.

3.6 MARQUEURS EFFAÇABLES

4 marqueurs effaçables ont été testés dans le cadre du projet TROUSSAIR. Ils ont été utilisés sur plaque de verre.

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR19	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	4,1	1,3
TR19	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	1,1	0,5
TR19	acétone	67-64-1	HPLC	SP	7,3	3,3
TR19	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	3,1	1,1
TR19	butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	SP	1,2	0,5
TR19	isovaléraldéhyde	590-36-3	HPLC	SP	0,5	0,3
TR19	o-tolualdéhyde	529-20-4	HPLC	SP	0,3	0,7
TR19	m/p-tolualdéhyde	620-23-5	HPLC	SP	14,5	6,3
TR19	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	LD	0,3
TR19	acétonitrile	75-05-8	GC-MS	TE	8,3	3,5
TR19	méthyl isobutyle cétone (MIBK)	108-10-1	GC-MS	TE	13,1	6,7
TR19	acétate de n-butyle	123-86-4	GC-MS	TE	104,8	47,3
TR19	2-butoxyéthanol	111-76-2	GC-MS	TE	6,7	2,0
TR19	hexylène glycol	107-41-5	GC-MS	TE	9,3	3,1
TR19	3-methoxy-butylacétate	4435-53-4	GC-MS	TE	7,4	2,8
TR19	2-éthyl- 1-hexanol	104-76-7	GC-MS	TE	3,0	1,4
TR19	2-butoxyacétate d'éthyle	112-07-2	GC-MS	TE	15,5	5,1
TR19	caprolactam	105-60-2	GC-MS	TE	0,5	1,5
TR19	COVT	-	GC-MS	TE	151,7	61,3

Tableau 35 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SERA_A, en µg/m².h) du marqueur effaçable (TR19)

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR19bis	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	4,1	1,3
TR19bis	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	0,9	0,4
TR19bis	acétone	67-64-1	HPLC	SP	4,2	< LQ
TR19bis	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	5,4	< LD
TR19bis	benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	SP	0,5	< LD
TR19bis	éthanol	64-17-5	GC-MS	TE	< LD	1,1
TR19bis	acétonitrile	75-05-8	GC-MS	TE	4,1	2,6
TR19bis	COVT	-	GC-MS	TE	1,3	7,3

Tableau 36 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SERA_A, en µg/m².h) du marqueur effaçable (TR19bis)

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR20	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	3,6	1,2
TR20	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	1,3	0,5
TR20	acétone	67-64-1	HPLC	SP	10,8	4,2
TR20	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	0,5	0,3
TR20	butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	SP	0,4	< LD
TR20	valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	SP	0,4	< LD
TR20	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	1,3	1,1
TR20	éthanol	64-17-5	GC-MS	TE	15,2	3,3
TR20	acétonitrile	75-05-8	GC-MS	TE	43,7	10,9
TR20	alcool isopropylique	67-63-0	GC-MS	TE	167,1	14,6
TR20	tétrahydrofurane	109-99-9	GC-MS	TE	7,7	1,0
TR20	1-butanol	71-36-3	GC-MS	TE	1,6	5,9
TR20	acétate de 1-méthoxy-2-propyle	108-65-6	GC-MS	TE	42,1	17,3
TR20	1-(2-méthoxypropoxy)-2-propanol	13429-07-7	GC-MS	TE	1,4	0,4
TR20	tridécane	629-50-5	GC-MS	TE	2,3	1,2
TR20	sulfolane	126-33-0	GC-MS	TE	9,1	17,8
TR20	alpha-cédrane	13567-54-9	GC-MS	TE	1,1	0,9
TR20	aromadendrène	109119-91-7	GC-MS	TE	1,1	0,8
TR20	butyl hydroxy toluène (BHT)	128-37-0	GC-MS	TE	1,5	0,2
TR20	COVT	-	GC-MS	TE	83,0	48,9

Tableau 37 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SERA_A, en µg/m².h) du marqueur effaçable (TR20)

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR21	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	4,2	0,9
TR21	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	0,7	< LD
TR21	acétone	67-64-1	HPLC	SP	7,7	1,3
TR21	butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	SP	0,4	< LD
TR21	valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	SP	0,3	< LD
TR21	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	0,6	< LD
TR21	éthanol	64-17-5	GC-MS	TE	8,4	2,2
TR21	acétonitrile	75-05-8	GC-MS	TE	106,2	27,9
TR21	alcool isopropylique	67-63-0	GC-MS	TE	5,1	< LD
TR21	furane	110-00-9	GC-MS	TE	11,7	1,7
TR21	tétrahydrofurane	109-99-9	GC-MS	TE	8,4	0,6
TR21	1-butanol	71-36-3	GC-MS	TE	2,9	1,7
TR21	1-méthoxy-2-propanol	107-98-2	GC-MS	TE	5,4	2,4
TR21	3,8-diméthyl-undécane	17301-30-3	GC-MS	TE	3,9	4,1
TR21	2,3,5,8-tétraméthyl-décane	192823-15-7	GC-MS	TE	1,8	2,1
TR21	COVT	-	GC-MS	TE	32,1	12,9

Tableau 38 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SERA_A, en µg/m².h) du marqueur effaçable (TR21)

Les émissions des différents marqueurs effaçables testés ne sont globalement pas très élevées.

Les émissions du marqueur effaçable (TR19) sont moyennement élevées et les composés majoritaires émis par ce stylo sont le m/p-tolualdéhyde (SER_A : 6-15 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$), la méthyl isobutyle cétone (SER_A : 7-13 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$) et surtout l'acétate de n-butyle (SER_A : 47-105 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$).

Les émissions du marqueur effaçable (TR19bis) sont très faibles et nettement inférieures à celles du marqueur effaçable (TR19).

Les principaux composés émis par le marqueur effaçable (TR20) sont l'acétonitrile (SER_A : 10-45 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$), l'alcool isopropylique (SER_A : 15-170 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$) et l'acétate de 1-méthoxy-2-propyle (SER_A : 47-105 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$) alors que le marqueur effaçable (TR21) émet principalement de l'acétonitrile (SER_A : 30-105 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$).

3.7 PEINTURES

6 peintures différentes ont été testées dans le cadre du projet TROUSSAIR. Elles ont été appliquées sur plaque de verre à l'aide d'un mini rouleau.

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR22	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	37,6	33,8
TR22	acétone	67-64-1	HPLC	SP	4,4	2,2
TR22	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	1,7	1,0
TR22	butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	SP	0,6	0,3
TR22	benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	SP	0,5	0,3
TR22	isovaléraldéhyde	590-36-3	HPLC	SP	0,3	LQ
TR22	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	0,5	0,5
TR22	acide acétique	64-19-7	GC-MS	TE	1,6	1,0
TR22	propylène glycol	4254-14-2	GC-MS	TE	18,6	29,5
TR22	diéthylène glycol monoéthyl éther	111-90-0	GC-MS	TE	14,3	22,9
TR22	2-phénoxyéthanol	122-99-6	GC-MS	TE	2207,0	2154,0
TR22	acide propanoïque, 2-méthyl-, 2,2-diméthyl-1-(2-hydroxy-1-méthyléthyl)propyl ester	74367-33-2	GC-MS	TE	4,2	8,3
TR22	acide propanoïque, 2-méthyl-, 3-hydroxy-2,4,4-triméthylpentyl ester	74367-34-3	GC-MS	TE	6,4	11,7
TR22	COVT	-	GC-MS	TE	2252,5	2224,9

Tableau 39 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SERA, en µg/m².h) de la gouache (TR22)

TR22 barquette										
Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)		SERU (µg/unité.h)			
					0 - 1 h	1h - 2h	0 - 1 h	1h - 2h		
TR22 barquette	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	49,8	62,3	1,9	2,3		
TR22 barquette	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	154,5	162,7	5,8	6,1		
TR22 barquette	acétone	67-64-1	HPLC	SP	39,5	67,0	1,5	2,5		
TR22 barquette	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	38,0	40,7	1,4	1,5		
TR22 barquette	crotonaldéhyde	4170-30-3	HPLC	SP	4,7	2,3	0,2	0,1		
TR22 barquette	butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	SP	1,7	1,7	0,1	0,1		
TR22 barquette	benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	SP	8,7	10,8	0,3	0,4		
TR22 barquette	isovaléraldéhyde	590-36-3	HPLC	SP	0,6	0,6	<LQ	<LQ		
TR22 barquette	valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	SP	6,6	8,4	0,2	0,3		
TR22 barquette	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	3,8	3,9	0,1	0,1		
TR22 barquette	acide acétique	64-19-7	GC-MS	TE	<LD	<LD	<LD	<LD		
TR22 barquette	propylène glycol	4254-14-2	GC-MS	TE	<LD	<LD	<LD	<LD		
TR22 barquette	diéthylène glycol monoéthyl éther	111-90-0	GC-MS	TE	<LD	<LD	<LD	<LD		
TR22 barquette	2-phénoxyéthanol	122-99-6	GC-MS	TE	1000,4	1446,9	37,5	54,3		
TR22 barquette	acide propanoïque, 2-méthyl-, 2,2-diméthyl-1-(2-hydroxy-1-	74367-33-2	GC-MS	TE	<LQ	27,8	<LQ	1,0		
TR22 barquette	acide propanoïque, 2-méthyl-, 3-hydroxy-2,4,4-triméthylpentyl ester	74367-34-3	GC-MS	TE	<LQ	39,3	<LQ	1,5		
TR22 barquette	stryrène	100-42-5	GC-MS	TE	123,3	114,9	4,6	4,3		
TR22 barquette	α-méthylstyrène	98-83-9	GC-MS	TE	45,5	41,2	1,7	1,5		
TR22 barquette	2-éthyl-1-hexanol	104-76-7	GC-MS	TE	42,2	45,1	1,6	1,7		
TR22 barquette	pyrazine	290-37-9	GC-MS	TE	21,4	27,0	0,8	1,0		
TR22 barquette	COVT	-	GC-MS	TE	1323,7	1780,7	49,6	66,8		

Tableau 40 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SERA, en µg/m².h) et unitaires (SERU, en µg/m².h) de la gouache (TR22)

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR23	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	5,9	4,8
TR23	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	1,2	0,5
TR23	acétone	67-64-1	HPLC	SP	5,0	0,2
TR23	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	1,9	0,9
TR23	butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	SP	0,4	0,2
TR23	benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	SP	0,7	0,6
TR23	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	1,2	0,2
TR23	2-méthoxy éthylacétate	110-49-6	GC-MS	TE	3,4	< LD
TR23	tert-butanol	75-65-0	GC-MS	TE	1,3	< LD
TR23	chloro méthyl sulfone	124-63-0	GC-MS	TE	3,3	< LD
TR23	méthanésulfonic anhydride	7143-01-3	GC-MS	TE	1,4	< LD
TR23	2-butanone	78-93-3	GC-MS	TE	1,5	0,7
TR23	isobutanol	78-83-1	GC-MS	TE	34,2	1,4
TR23	1-butanol	71-36-3	GC-MS	TE	642,5	55,1
TR23	2-méthyl-1-butanol	137-32-6	GC-MS	TE	0,6	1,9
TR23	toluène	108-88-3	GC-MS	TE	2,3	0,8
TR23	propylène glycol	57-55-6	GC-MS	TE	581,5	888,1
TR23	acétate de n-butyle	123-86-4	GC-MS	TE	34,0	< LD
TR23	1-(2-propényloxy)-2-propanol	21460-36-6	GC-MS	TE	11,7	0,7
TR23	éthylbenzène	100-41-4	GC-MS	TE	251,2	62,6
TR23	4-heptanone	123-19-3	GC-MS	TE	16,8	2,4
TR23	m-xylène	108-38-3	GC-MS	TE	64,2	16,6
TR23	p-xylène	106-42-3	GC-MS	TE	6,8	1,8
TR23	n-butyl éther	142-96-1	GC-MS	TE	436,6	107,0
TR23	4-heptanol	589-55-9	GC-MS	TE	11,5	2,4
TR23	butyl acrylate	141-32-2	GC-MS	TE	499,4	100,4
TR23	styrène	100-42-5	GC-MS	TE	73,4	17,9
TR23	o-xylène	95-47-6	GC-MS	TE	35,4	10,0
TR23	bromoforme	75-25-2	GC-MS	TE	3,9	0,9
TR23	butyl propionate	590-01-2	GC-MS	TE	191,6	34,1
TR23	3-méthyl-4-heptanone	15726-15-5	GC-MS	TE	74,1	12,0
TR23	cumène	98-82-8	GC-MS	TE	167,4	53,4
TR23	cis-1,1,3,5-tétraméthyl-cyclohexane	50876-32-9	GC-MS	TE	1,0	0,7
TR23	1-éthyl-2,4-diméthyl-cyclohexane	61142-69-6	GC-MS	TE	3,4	1,6
TR23	allyl benzène	300-57-2	GC-MS	TE	44,8	13,2
TR23	propylbenzène	103-65-1	GC-MS	TE	113,5	36,4
TR23	m-éthyltoluène	620-14-4	GC-MS	TE	28,1	9,8
TR23	3-méthyl-4-heptanol	1838-73-9	GC-MS	TE	2,5	0,6
TR23	p-éthyltoluène	622-96-8	GC-MS	TE	10,1	< LD
TR23	butyl méthacrylate	97-88-1	GC-MS	TE	2,7	0,4
TR23	o-éthyltoluène	611-14-3	GC-MS	TE	4,3	1,4
TR23	butyl butyrate	109-21-7	GC-MS	TE	138,0	33,9
TR23	hydrocarbure aromatique	-	GC-MS	TE	28,4	8,7
TR23	éthylcyclopropanecarboxylate	4606-07-9	GC-MS	TE	3,6	1,0
TR23	sec-butylbenzène	135-98-8	GC-MS	TE	39,2	15,1
TR23	2-éthylhexanol	104-76-7	GC-MS	TE	2,6	< LD
TR23	2-méthyl-1-propényl-benzène	768-49-0	GC-MS	TE	5,4	2,8
TR23	1-propényl-benzène	637-50-3	GC-MS	TE	14,8	4,6
TR23	butyl crotonate	7299-91-4	GC-MS	TE	7,5	1,8
TR23	1,4-diéthyl-benzène	105-05-5	GC-MS	TE	4,1	1,6
TR23	dibutyl formol	2568-90-3	GC-MS	TE	7,4	2,0
TR23	1,3,8-p-menthatriène	21195-59-5	GC-MS	TE	3,7	1,3
TR23	acétophénone	98-86-2	GC-MS	TE	10,3	3,0
TR23	nonanal	124-19-6	GC-MS	TE	1,4	0,5
TR23	2-éthylhexyl acétate	103-09-3	GC-MS	TE	1,2	0,4
TR23	décanal	112-31-2	GC-MS	TE	0,7	0,2
TR23	n-nonyl méthylphosphonofluoridate	211192-74-4	GC-MS	TE	1,1	0,4
TR23	2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	GC-MS	TE	1,4	0,7
TR23	2-phénoxyéthanol	122-99-6	GC-MS	TE	3,8	4,0
TR23	méthyl éthyl glutarate	51503-30-1	GC-MS	TE	0,9	0,2
TR23	dilisobutyl succinate	925-06-4	GC-MS	TE	111,0	88,8
TR23	di(sec-butyl) 2-méthylsuccinate	57983-31-0	GC-MS	TE	52,4	59,8
TR23	COVT	-	GC-MS	TE	4292,4	1766,5

Tableau 41 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SER_A, en µg/m².h) de la gouache (TR23)

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR24	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	7,2	7,5
TR24	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	1,2	1,3
TR24	acétone	67-64-1	HPLC	SP	4,9	2,2
TR24	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	0,7	0,5
TR24	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	0,8	0,3
TR24	acétonitrile	75-05-8	GC-MS	TE	1,7	< LQ
TR24	acide acétique	64-19-7	GC-MS	TE	1,9	< LD
TR24	propylène glycol	57-55-6	GC-MS	TE	8,3	6,8
TR24	phénol	108-95-2	GC-MS	TE	0,6	0,6
TR24	2-phénoxyéthanol	122-99-6	GC-MS	TE	1129,8	2617,5
TR24	TXIB	6846-50-0	GC-MS	TE	2,7	10,8
TR24	3-hydroxy-2,4,4-triméthylpentyl 2-méthylpropanoate	74367-34-3	GC-MS	TE	3,9	13,8
TR24	COVT	-	GC-MS	TE	1146,3	2660,7

Tableau 42 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SER_A, en µg/m².h) de la peinture acrylique cyan (TR24)

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR25	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	2,3	2,8
TR25	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	1,6	1,0
TR25	acétone	67-64-1	HPLC	SP	2,2	5,9
TR25	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	0,3	1,1
TR25	butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	SP	0,2	0,5
TR25	benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	SP	0,8	0,9
TR25	valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	SP	< LD	1,0
TR25	méthanesulfonic anhydride	7143-01-3	GC-MS	TE	0,7	< LD
TR25	toluène	108-88-3	GC-MS	TE	1,0	< LD
TR25	acide acétique	64-19-7	GC-MS	TE	< LD	1,3
TR25	propylène glycol	57-55-6	GC-MS	TE	< LD	3,5
TR25	phénol	108-95-2	GC-MS	TE	6,7	1,8
TR25	aniline	62-53-3	GC-MS	TE	1,2	< LD
TR25	bétaméthasone acétate - à confirmer	987-24-6	GC-MS	TE	1,1	< LD
TR25	acétophénone	98-86-2	GC-MS	TE	1,1	< LD
TR25	nonanal	124-19-6	GC-MS	TE	1,8	0,6
TR25	décanal	112-31-2	GC-MS	TE	2,5	< LD
TR25	2-phénoxyéthanol	122-99-6	GC-MS	TE	1269,3	2570,5
TR25	1-phénoxypropan-2-ol	770-35-4	GC-MS	TE	2,8	10,5
TR25	cyclohexylbenzène	827-52-1	GC-MS	TE	1,0	0,6
TR25	COVT	-	GC-MS	TE	1359,6	2580,3

Tableau 43 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SER_A, en µg/m².h) de la peinture acrylique jaune (TR25)

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR26	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	9,4	10,0
TR26	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	6,9	6,6
TR26	acétone	67-64-1	HPLC	SP	9,4	4,8
TR26	acroléine	107-02-8	HPLC	SP	4,9	< LD
TR26	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	7,9	10,2
TR26	butyraldéhyde	123-72-8	HPLC	SP	0,9	0,5
TR26	benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	SP	219,0	137,7
TR26	isovaléraldéhyde	590-36-3	HPLC	SP	1,1	1,5
TR26	valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	SP	7,1	6,1
TR26	m/p-tolualdéhyde	620-23-5	HPLC	SP	0,3	1,1
TR26	IPA	67-63-0	GC-MS	TE	LD	274,8
TR26	1-butanol	71-36-3	GC-MS	TE	10,1	< LD
TR26	acide acétique	64-19-7	GC-MS	TE	0,5	0,9
TR26	propylène glycol	57-55-6	GC-MS	TE	968,0	1491,0
TR26	éthylbenzène	100-41-4	GC-MS	TE	14,4	7,9
TR26	m-xylène	108-38-3	GC-MS	TE	3,8	2,0
TR26	n-butyl éther	142-96-1	GC-MS	TE	26,3	13,3
TR26	butyl acrylate	141-32-2	GC-MS	TE	25,2	9,0
TR26	styrène	100-42-5	GC-MS	TE	3,7	1,8
TR26	o-xylène	95-47-6	GC-MS	TE	2,0	1,2
TR26	butyl propionate	590-01-2	GC-MS	TE	7,9	2,8
TR26	3-méthyl-4-heptanone	15726-15-5	GC-MS	TE	2,7	1,5
TR26	cumène	98-82-8	GC-MS	TE	10,3	8,8
TR26	dihydromyrcène	2436-90-0	GC-MS	TE	0,7	0,3
TR26	cis-béta-méthylstyrène	766-90-5	GC-MS	TE	2,8	1,6
TR26	propylbenzène	103-65-1	GC-MS	TE	7,8	5,1
TR26	butyl butyrate	109-21-7	GC-MS	TE	7,6	4,5
TR26	cyclopropylbenzène	873-49-4	GC-MS	TE	1,7	1,2
TR26	sec-butylbenzène	135-98-8	GC-MS	TE	3,9	4,3
TR26	acétophénone	98-86-2	GC-MS	TE	1,6	0,6
TR26	3,4-époxy-3-éthyl-2-butanone	17257-82-8	GC-MS	TE	0,9	2,7
TR26	2-phénoxyéthanol	122-99-7	GC-MS	TE	162,7	< LQ
TR26	méthyl éthyl glutarate	51503-30-1	GC-MS	TE	1,5	1,2
TR26	3-hydroxy-2,4,4-triméthylpentyl 2-méthylpropanoate	74367-34-3	GC-MS	TE	1,5	1,2
TR26	diisobutyl succinate	925-06-4	GC-MS	TE	62,8	72,2
TR26	di(sec-butyl) 2-méthylsuccinate	57983-31-0	GC-MS	TE	38,7	56,8
TR26	diisobutyl adipate	141-04-8	GC-MS	TE	1,4	2,9
TR26	COVT	-	GC-MS	TE	1407,1	1693,0

Tableau 44 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SER_A, en µg/m².h) de la peinture acrylique rouge (TR26)

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR27	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	15,3	14,5
TR27	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	6,1	3,4
TR27	acétone	67-64-1	HPLC	SP	6,5	2,6
TR27	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	2,8	2,4
TR27	benzaldéhyde	100-52-7	HPLC	SP	0,7	1,5
TR27	éthanol	64-17-5	GC-MS	TE	0,9	0,4
TR27	chloro méthyl sulfone	124-63-0	GC-MS	TE	2,7	3,1
TR27	méthanesulfonic anhydride	7143-01-3	GC-MS	TE	0,7	0,8
TR27	isopentane	78-78-4	GC-MS	TE	1,1	0,4
TR27	acétate d'éthyle	141-78-6	GC-MS	TE	2,4	0,7
TR27	tétrahydrofurane	109-99-9	GC-MS	TE	1,9	0,7
TR27	1-butanol	71-36-3	GC-MS	TE	12,0	4,3
TR27	acide acétique	64-19-7	GC-MS	TE	0,8	0,7
TR27	toluène	108-88-3	GC-MS	TE	1,5	0,8
TR27	propylène glycol + hexaméthylcyclotrisiloxane	-55-6 + 541-0	GC-MS	TE	13,7	22,6
TR27	m-xylène	108-38-3	GC-MS	TE	0,7	0,3
TR27	o-xylène	95-47-6	GC-MS	TE	0,7	0,2
TR27	alpha-pinène	80-56-8	GC-MS	TE	1,0	0,2
TR27	octaméthylcyclotétrasiloxane	556-67-2	GC-MS	TE	16,2	11,6
TR27	butyl méthacrylate	97-88-1	GC-MS	TE	0,8	0,3
TR27	nonanal	124-19-6	GC-MS	TE	0,7	0,7
TR27	décaméthylcyclopentasiloxane	541-02-6	GC-MS	TE	51,3	36,3
TR27	2-phénoxyéthanol	122-99-6	GC-MS	TE	2,1	6,1
TR27	non identifié		GC-MS	TE	1,4	0,9
TR27	dodécaméthylcyclohexasiloxane	540-97-6	GC-MS	TE	9,1	9,2
TR27	non identifié		GC-MS	TE	0,8	0,8
TR27	4-(2-méthoxyphényl)-2-butanone	63449-79-6	GC-MS	TE	3,3	3,5
TR27	di(sec-butyl) 2-méthylsuccinate	57983-31-0	GC-MS	TE	0,6	1,0
TR27	COVT	-	GC-MS	TE	132,0	111,7

Tableau 45 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SER_A, en µg/m².h) de la peinture au doigt (TR27)

Les émissions de COV de la gouache (TR22) sont très importantes et dominées par les émissions de 2-phénoxyéthanol (SER_A 2-phénoxyéthanol : 2200 µg/m².h / SER_A COVT : 2250 µg/m².h). On constate également des émissions de formaldéhyde importantes pour cette gouache (SER_A FORM : 34-38 µg/m².h).

Les émissions de la gouache (TR23) sont également très élevées (SER_A COVT : 1800-4300 µg/m².h). Les composés majoritaires sont les suivants : 1-butanol (SER_A : 55-640 µg/m².h), propylène glycol (SER_A : 580-890 µg/m².h), éthylbenzène (SER_A : 60-250 µg/m².h), n-butyl éther (SER_A : 110-440 µg/m².h) et butyl acrylate (SER_A : 100-500 µg/m².h).

Les émissions des deux peintures acryliques cyan et jaune (TR24 et TR25) sont très voisines et dominées par les émissions de 2-phénoxyéthanol (SER_A 2-phénoxyéthanol : 1200-2600). Les émissions de formaldéhyde de la peinture cyan TR24 (SER_A FORM : 7-8 µg/m².h) sont un peu plus élevées que celles de la peinture jaune TR25 (SER_A FORM : 2-3 µg/m².h).

Les émissions de la peinture acrylique rouge (TR26) sont également élevées (SER_A COVT : 1400-1700 µg/m².h) et les composés majoritaires sont le benzaldéhyde (SER_A : 140-220 µg/m².h) et le propylène glycol (SER_A : 1000-1500 µg/m².h).

Les émissions de la peinture au doigt (TR27) sont les moins élevées des peintures testées (SER_A COVT : 110-130 µg/m².h). Les principaux COV émis sont le propylène glycol (SER_A : 14-23 µg/m².h) et plusieurs siloxanes, dont le décaméthylcyclopentasiloxane. On constate également des émissions significatives de formaldéhyde (SER_A FORM : 15 µg/m².h).

3.8 SURLIGNEURS

Deux surligneurs ont été testés avec utilisation sur papier 80g (TR28 et TR 29).

Les émissions de ces deux surligneurs sont globalement très faibles.

On note des émissions résiduelles de formaldéhyde, 2-butanol et 1-butanol par le surligneur (TR28) et de formaldéhyde, 2-éthylhexyl acétate et 2-éthylhexyl chloroacétate par le surligneur (TR29).

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR28 / TR32	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	5,9	5,2
TR28 / TR32	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	0,9	0,9
TR28 / TR32	acétone	67-64-1	HPLC	SP	4,0	3,1
TR28 / TR32	acroléine	107-02-8	HPLC	SP	0,4	0,2
TR28 / TR32	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	0,7	0,8
TR28 / TR32	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	0,6	0,7
TR28 / TR32	acétonitrile	75-05-8	GC-MS	TE	3,5	10,1
TR28 / TR32	2-butanone	78-93-3	GC-MS	TE	1,6	4,6
TR28 / TR32	4-hydroxy-2-butanone	590-90-9	GC-MS	TE	< LD	2,0
TR28 / TR32	tétrahydrofurane	109-99-9	GC-MS	TE	1,3	4,3
TR28 / TR32	1-butanol	71-36-3	GC-MS	TE	3,6	9,0
TR28 / TR32	toluène	108-88-3	GC-MS	TE	0,5	1,4
TR28 / TR32	m-xylène	106-42-3	GC-MS	TE	0,5	1,0
TR28 / TR32	p-xylene	106-42-3	GC-MS	TE	0,3	0,5
TR28 / TR32	o-xylene	95-47-6	GC-MS	TE	< LD	0,8
TR28 / TR32	alpha-pinène	80-56-8	GC-MS	TE	0,3	0,7
TR28 / TR32	2-éthylhexanol	104-76-7	GC-MS	TE	3,8	7,1
TR28 / TR32	nonanal	124-19-6	GC-MS	TE	0,7	1,5
TR28 / TR32	décanal	112-31-2	GC-MS	TE	0,5	1,3
TR28 / TR32	2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	GC-MS	TE	8,0	13,1
TR28 / TR32	COVT	-	GC-MS	TE	17,2	47,9

Tableau 46 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SERA, en µg/m².h) du surigneur (TR28) appliqué sur le papier 80g (TR32)

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR28	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	2,0	1,7
TR28	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	< LD	< LD
TR28	acétone	67-64-1	HPLC	SP	< LD	< LD
TR28	acroléine	107-02-8	HPLC	SP	0,4	0,2
TR28	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	< LD	< LD
TR28	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	0,6	0,7
TR28	acétonitrile	75-05-8	GC-MS	TE	< LQ	1,2
TR28	2-butanone	78-93-3	GC-MS	TE	1,6	4,6
TR28	4-hydroxy-2-butanone	590-90-9	GC-MS	TE	< LQ	2,0
TR28	tétrahydrofurane	109-99-9	GC-MS	TE	< LD	< LD
TR28	1-butanol	71-36-3	GC-MS	TE	< LQ	3,6
TR28	toluène	108-88-3	GC-MS	TE	0,5	1,4
TR28	m-xylène	106-42-3	GC-MS	TE	0,5	1,0
TR28	p-xylene	106-42-3	GC-MS	TE	0,3	0,5
TR28	o-xylene	95-47-6	GC-MS	TE	< LQ	0,8
TR28	alpha-pinène	80-56-8	GC-MS	TE	0,3	0,7
TR28	2-éthylhexanol	104-76-7	GC-MS	TE	< LD	< LD
TR28	nonanal	124-19-6	GC-MS	TE	< LQ	< LQ
TR28	décanal	112-31-2	GC-MS	TE	< LQ	0,5
TR28	2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	GC-MS	TE	< LD	< LD
TR28	COVT*	-	GC-MS	TE	< 5	16,9

Tableau 47 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SERA, en µg/m².h) du surigneur (TR28) seul

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR29 / TR32	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	5,8	3,9
TR29 / TR32	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	1,2	0,7
TR29 / TR32	acétone	67-64-1	HPLC	SP	4,9	5,2
TR29 / TR32	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	1,5	0,4
TR29 / TR32	valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	SP	0,2	0,5
TR29 / TR32	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	1,2	0,8
TR29 / TR32	acétonitrile	75-05-8	GC-MS	TE	1,0	0,3
TR29 / TR32	1-butanol	71-36-3	GC-MS	TE	2,8	3,9
TR29 / TR32	2-éthylhexanol	104-76-7	GC-MS	TE	12,8	14,7
TR29 / TR32	nonanal	124-19-6	GC-MS	TE	0,6	0,7
TR29 / TR32	2-éthylhexyl acétate	103-09-3	GC-MS	TE	1,3	0,9
TR29 / TR32	2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	GC-MS	TE	6,7	13,4
TR29 / TR32	2-éthylhexyl chloroacétate	5345-58-4	GC-MS	TE	1,4	0,7
TR29 / TR32	COVT	-	GC-MS	TE	26,3	39,3

Tableau 48 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SER_A, en µg/m².h) du surligneur (TR29) appliqué sur le papier 80g (TR32)

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA (µg/m ² .h)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR29	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	1,9	0,4
TR29	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	< LD	< LD
TR29	acétone	67-64-1	HPLC	SP	< LD	< LD
TR29	propionaldéhyde	123-38-6	HPLC	SP	< LD	< LD
TR29	valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	SP	< LQ	0,2
TR29	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	1,2	0,8
TR29	acétonitrile	75-05-8	GC-MS	TE	< LD	< LD
TR29	1-butanol	71-36-3	GC-MS	TE	< LD	< LD
TR29	2-éthylhexanol	104-76-7	GC-MS	TE	< LD	< LD
TR29	nonanal	124-19-6	GC-MS	TE	< LD	< LD
TR29	2-éthylhexyl acétate	103-09-3	GC-MS	TE	1,3	0,9
TR29	2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	GC-MS	TE	< LD	< LD
TR29	2-éthylhexyl chloroacétate	5345-58-4	GC-MS	TE	1,4	0,7
TR29	COVT*	-	GC-MS	TE	< 5	< 5

Tableau 49 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SER_A, en µg/m².h) du surligneur (TR29) seul

3.9 STYLO-EFFACEUR

Un seul stylo effaceur a été testé dans le projet. Il a été utilisé pour écrire et effacer sur une feuille de papier 80g (TR30).

Les émissions du stylo effaceur (TR30) sont très faibles (SER_A COVT : 5-12 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$) avec des traces de 2-phénoxyéthanol.

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR30 / TR32	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	5,0	2,7
TR30 / TR32	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	0,9	0,2
TR30 / TR32	acétone	67-64-1	HPLC	SP	4,4	1,3
TR30 / TR32	valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	SP	0,7	0,1
TR30 / TR32	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	1,3	0,8
TR30 / TR32	chloro méthyl sulfone	124-63-0	GC-MS	TE	< LD	0,6
TR30 / TR32	2-butanone	78-93-3	GC-MS	TE	0,7	< LD
TR30 / TR32	tétrahydrofurane	109-99-9	GC-MS	TE	1,4	0,3
TR30 / TR32	1-butanol	71-36-3	GC-MS	TE	3,9	1,4
TR30 / TR32	alpha-pinène	80-56-8	GC-MS	TE	1,2	0,1
TR30 / TR32	2-éthylhexanol	104-76-7	GC-MS	TE	3,4	6,4
TR30 / TR32	nonanal	124-19-6	GC-MS	TE	1,4	1,3
TR30 / TR32	2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	GC-MS	TE	9,2	15,5
TR30 / TR32	2-phénoxyéthanol	122-99-6	GC-MS	TE	< LD	10,8
TR30 / TR32	COVT	-	GC-MS	TE	21,3	30,1

Tableau 50 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SER_A , en $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$) du stylo effaceur (TR30) appliqué sur le papier 80g (TR32)

Référence	Composés	N° CAS	Méthode	Etalonnage	SERA ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)	
					0 - 1 h	1h - 2h
TR30	formaldéhyde	50-00-0	HPLC	SP	1,1	< LQ
TR30	acétaldéhyde	75-07-0	HPLC	SP	< LD	< LD
TR30	acétone	67-64-1	HPLC	SP	< LD	< LD
TR30	valéraldéhyde	110-62-3	HPLC	SP	< LD	< LD
TR30	hexaldéhyde	66-25-1	HPLC	SP	1,3	0,8
TR30	chloro méthyl sulfone	124-63-0	GC-MS	TE	< LQ	0,6
TR30	2-butanone	78-93-3	GC-MS	TE	0,7	< LQ
TR30	tétrahydrofurane	109-99-9	GC-MS	TE	< LD	< LD
TR30	1-butanol	71-36-3	GC-MS	TE	< LD	< LD
TR30	alpha-pinène	80-56-8	GC-MS	TE	1,2	0,1
TR30	2-éthylhexanol	104-76-7	GC-MS	TE	< LD	< LD
TR30	nonanal	124-19-6	GC-MS	TE	< LD	< LD
TR30	2-éthylhexyl acrylate	103-11-7	GC-MS	TE	< LD	< LD
TR30	2-phénoxyéthanol	122-99-6	GC-MS	TE	< LQ	10,8
TR30	COVT*	-	GC-MS	TE	< 5	12,3

Tableau 51 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques (SER_A , en $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$) du stylo effaceur (TR30) seul

4. DISCUSSION

4.1 EMISSIONS DE POLLUANTS VOLATILS PAR LES FOURNITURES SCOLAIRES

On rappelle que chaque fourniture scolaire a été introduite dans la chambre d'essai d'émission le plus rapidement possible après sa préparation. Deux prélèvements d'air ont ensuite été réalisés et analysés : de 0 à 1 heure et de 1 heure à 2 heures après introduction du produit testé en chambre d'essai. Les figures 11 et 12 présentent les rapports entre les facteurs d'émission spécifiques surfaciques (SERa) en COVT et formaldéhyde mesurés successivement pour ces deux prélèvements.

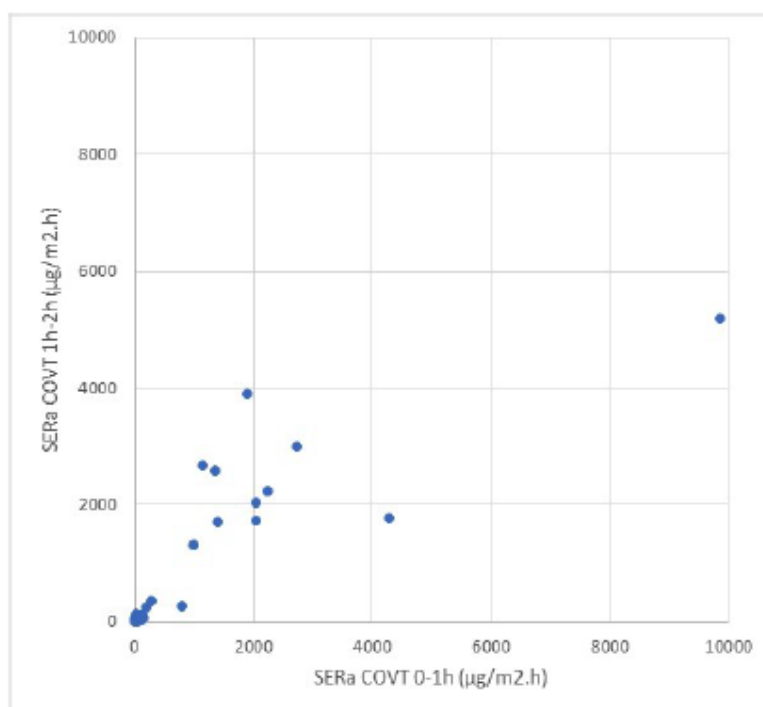


Figure 11 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques en COVT (SERa, en µg/m².h) mesurés pour les deux prélèvements réalisés (de 0 à 1h et de 1h à 2h)

Pour les COVT, les SERa mesurés entre les deux prélèvements sont globalement assez proches pour la plupart des produits testés.

Le premier prélèvement est significativement inférieur au second pour les 3 produits suivants : feutre TR11, peinture TR24 et peinture TR25. Pour ces produits qui émettent majoritairement du propylène glycol ou du 2-phénoxyéthanol, on peut faire l'hypothèse d'une phase de séchage assez longue.

A l'inverse, le premier prélèvement est significativement supérieur au second pour les 4 produits suivants : correcteurs TR16, TR17 et TR18, et peinture TR23. Pour ces produits, on peut faire l'hypothèse d'une phase de séchage rapide et de l'émission de polluants assez volatils (majoritairement des alcanes).

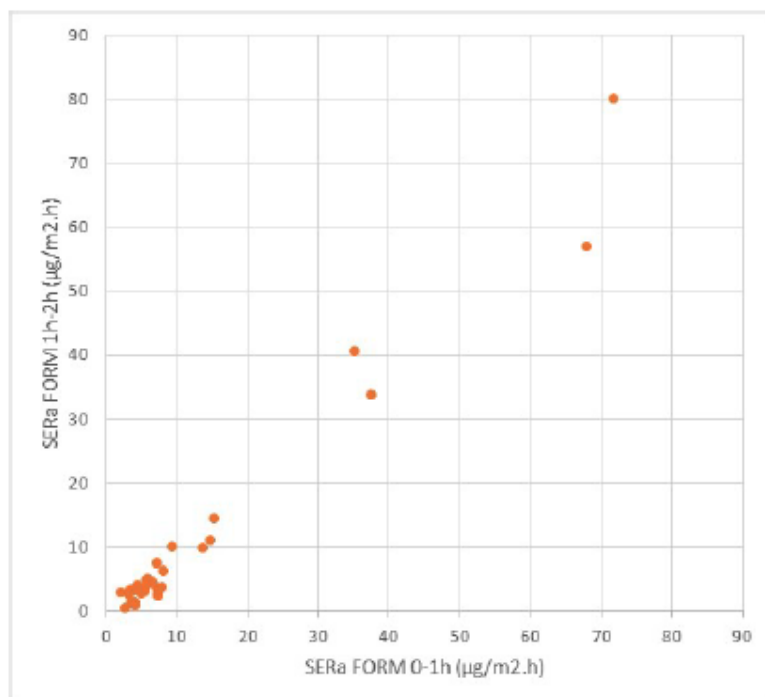


Figure 12 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques en formaldéhyde (SERa, en $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$) mesurés pour les deux prélèvements réalisés (de 0 à 1h et de 1h à 2h)

Pour le formaldéhyde, les SERa mesurés entre les deux prélèvements sont également comparables pour la plupart des produits testés, compte-tenu des incertitudes analytiques associées.

Les prélèvements effectués renseignent donc bien sur les émissions des fournitures scolaires, juste après leur utilisation (la phase de préparation n'est pas réalisée en chambre d'essai d'émission).

Les deux figures 13 et 14 présentent les facteurs d'émission spécifiques surfaciques (SERa) en COVT et en formaldéhyde mesurés au cours du premier prélèvement pour tous les produits testés.

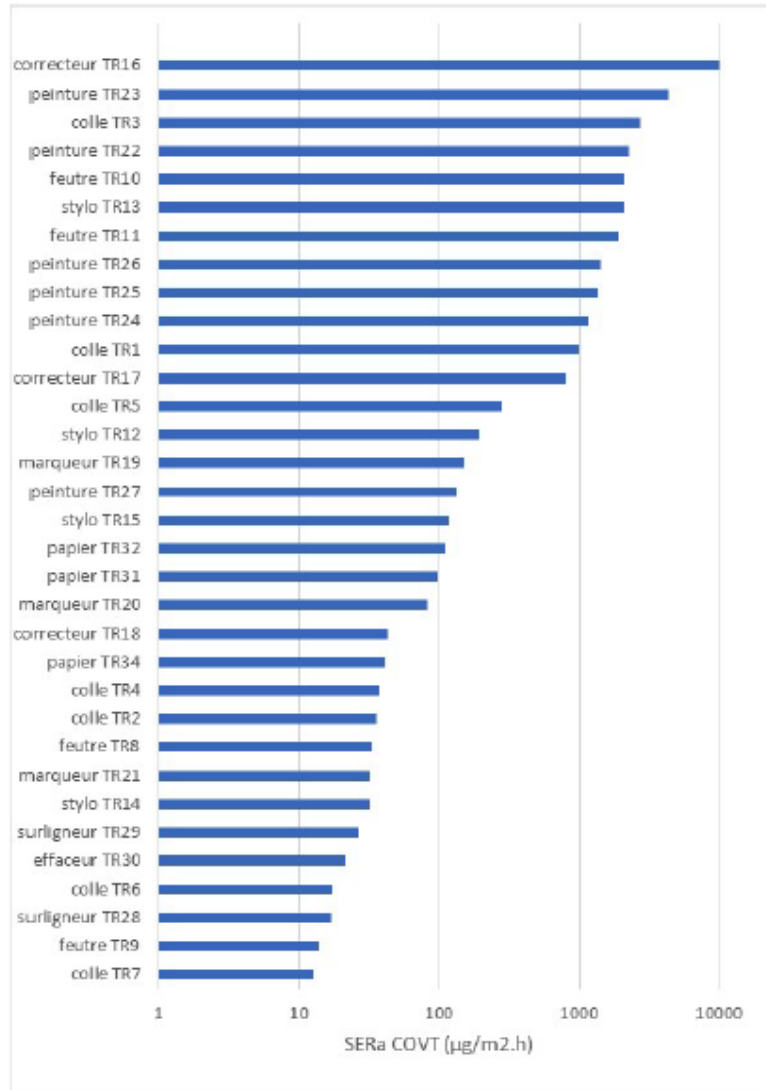


Figure 13 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques en COVT (SERa, en µg/m².h) des produits testés (premier prélèvement : de 0 à 1h)

16 des 34 produits testés présentent un SERa en COVT inférieur à 100 µg/m².h et 24 des 34 produits testés un SERa en COVT inférieur à 1000 µg/m².h. Les fournitures scolaires qui émettent le plus de COVT sont les feutres TR10 et TR11, les 5 peintures 22 à 26, le stylo TR13, la colle TR3 et le correcteur TR16.

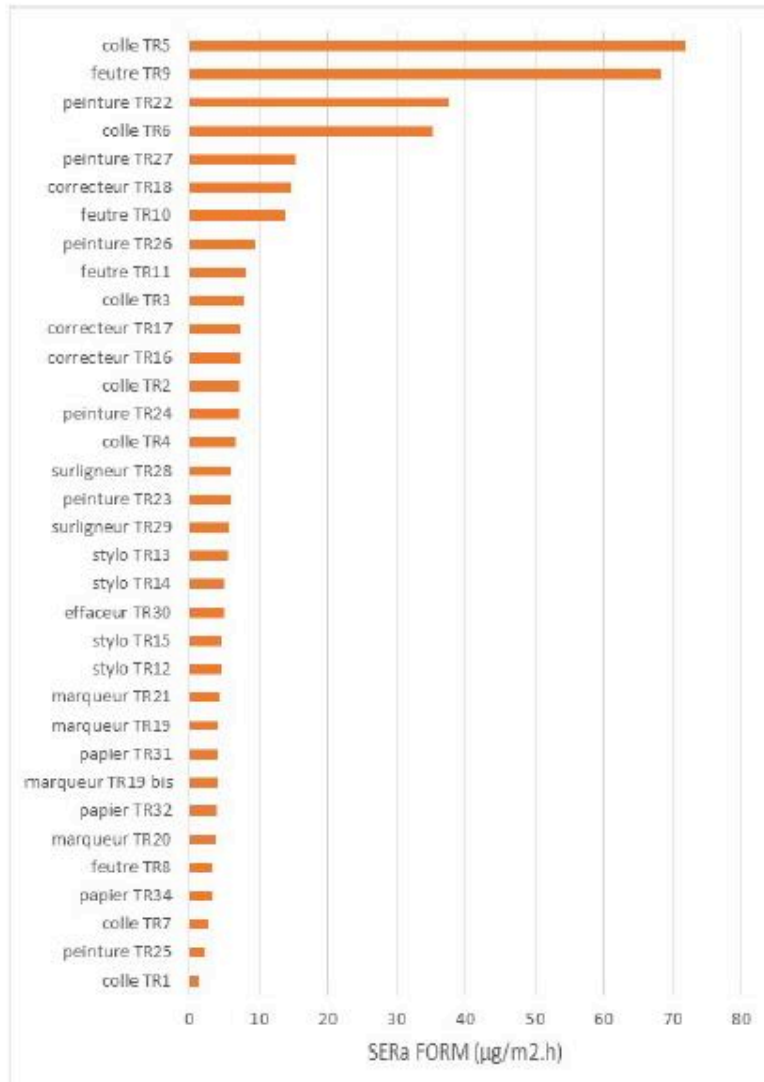


Figure 14 : Facteurs d'émissions spécifiques surfaciques en formaldéhyde (SER_a, en µg/m².h) des produits testés (premier prélèvement : de 0 à 1h)

27 des 34 produits testés présentent un SER_a en formaldéhyde inférieur à 10 µg/m².h et 30 des 34 produits testés un SER_a en COVT inférieur à 20 µg/m².h. Les fournitures scolaires qui émettent le plus de formaldéhyde sont les colles TR5 et TR6, la peinture TR22 et le feutre TR9.

4.2 CONTRIBUTION DES ACTIVITES SCOLAIRES A LA QAI

A partir des facteurs d'émission spécifiques surfaciques (SERa) mesurés pendant ces essais, il est possible de calculer des concentrations en polluants dans une salle de classe résultant de l'utilisation de ces fournitures par les élèves. On calcule des concentrations résultantes (C_{res}) à partir des facteurs d'émission spécifiques (SERa) de la façon suivante :

$$C_{exp} = SER_a / q_{scénario}$$

où C_{res} représente les concentrations résultantes en COVT ou en formaldéhyde (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) dans la salle de classe, SERa les facteurs d'émission spécifiques surfaciques en COVT ou en formaldéhyde des fournitures scolaires (en $\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$) et $q_{scénario}$ le taux de ventilation théorique pour le scénario d'évaluation retenu (voir Tableau 50).

Si plusieurs fournitures scolaires sont utilisées en même temps (par exemple, peinture sur une feuille A4), la concentration résultante est la somme des concentrations résultantes de chaque élément de fourniture (par exemple, somme des concentrations résultantes de la peinture et de la feuille A4).

Ces concentrations ne sont pas des concentrations en polluants prédites dans la salle de classe. Elles traduisent uniquement la contribution de l'utilisation des fournitures scolaires à la QAI mais elle ne prennent pas en compte la contribution des autres sources (air extérieur, émissions des produits de construction, émissions de l'ameublement, utilisation des produits de nettoyage, etc.).

Pour faire ces calculs, il faut dans un premier temps définir les caractéristiques de la salle de classe étudiée. En accord avec MEDIECO, il a été décidé de simuler une salle de classe de 55 m^2 avec 25 élèves et un débit d'air nominal réglementaire de 15 $\text{m}^3/\text{h}.\text{pers}$ (Tableau 50). Si chaque élève utilise ses fournitures scolaires sur une feuille format A4, la surface émissive totale est de 25 feuilles A4, soit 1,56 m^2 , ce qui représente une petite surface émissive à l'échelle de la classe.

Paramètres	Salle de classe	Unités
surface au sol	55	m^2
hauteur	2,7	m
volume salle classe	148,5	m^3
débit air nominal	15	$\text{m}^3/\text{h}.\text{pers}$
nombre élèves	25	pers
débit air	375	m^3/h
surface feuille A4	0,062	m^2
surface émissive totale	1,56	m^2
taux renouvellement air (n)	2,525	1/h
taux de charge ($L = S / V$)	0,011	m^2/m^3
taux de ventilation spécifique ($q = n / L$)	240,50	$\text{m}^3/\text{m}^2.\text{h}$

Tableau 52 : Caractéristiques de la salle de classe étudiée (débit de ventilation : 15 $\text{m}^3/\text{h}.\text{pers}$)

Pour chaque configuration étudiée, des concentrations résultantes minimales et maximales en COVT et formaldéhyde ont été calculées en utilisant :

- Les SERa minimum mesurés
- Les SERa maximum mesurés

5 activités utilisant des fournitures scolaires différentes ont été caractérisées :

- Collage de 2 feuilles A4 :
 - Avec colle en bâton
 - Avec autres colles
- Coloriage au feutre d'une feuille A4
- Ecriture au stylo sur une feuille A4 avec surligneur et correcteur (sur 10% de la surface)
- Ecriture du marqueur effaçable sur ardoise A4
- Peinture sur une feuille A4

Les concentrations résultantes pour les différentes configurations sont présentées dans le tableau 51 pour le débit d'air nominal réglementaire (15 m³/h.pers).

On constate que les concentrations résultantes minimales en COVT et les concentrations résultantes minimales et maximales en formaldéhyde sont très faibles. Pour les SERa max en COVT, on calcule des concentrations résultantes de l'ordre de 10 à 20 µg/m³ de COVT pour le collage de 2 feuilles avec une colle bâton, pour le coloriage au feutre, pour l'écriture au stylo avec surlignage et correction et enfin pour la peinture.

Activités scolaires	COVT		Formaldéhyde	
	MIN	MAX	MIN	MAX
Collage 2 feuilles A4 (colles bâton)	0,5	12,3	< 0,1	0,1
Collage 2 feuilles A4 (autres colles)	0,4	2,1	< 0,1	0,3
Coloriage au feutre 1 feuille A4	0,1	8,6	< 0,1	0,3
Ecriture stylo, surlignage et correcteur 1 feuille A4	0,2	12,7	< 0,1	< 0,1
Marqueur effaçable	< 0,1	0,6	< 0,1	< 0,1
Peinture 1 feuille A4	0,7	18,3	< 0,1	0,2

Tableau 53 : Concentrations résultantes (µg/m³) en COVT et formaldéhyde dans la salle de classe étudiée (débit de ventilation : 15 m³/h.pers)

Ce type de calcul est évidemment dépendant des paramètres d'entrée utilisés et notamment du débit d'air retenu dans la salle de classe. Une étude menée par l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) dans les crèches et les écoles primaires a relevé des débits d'air compris entre 0,6 et 8,2 l/s.pers, soit entre 2,16 et 29,5 m³/h.pers (Canha et al., 2016).

Les calculs des concentrations résultantes ont été refaits avec un débit d'air de ventilation de 2,16 m³/h.pers pour simuler des défauts de fonctionnement et/ou dimensionnement du système d'aération de la salle de classe. Dans ce cas, les caractéristiques de la salle de classe et les concentrations résultantes en COVT et formaldéhyde sont présentées dans les tableaux 52 et 53.

Paramètres	Salle de classe	Unités
surface au sol	55	m ²
hauteur	2,7	m
volume salle classe	148,5	m ³
débit air nominal	2,16	m ³ /h.pers
nombre élèves	25	pers
débit air	54	m ³ /h
surface feuille A4	0,062	m ²
surface émissive totale	1,56	m ²
taux renouvellement air (n)	0,364	1/h
taux de charge (L = S / V)	0,011	m ² /m ³
taux de ventilation spécifique (q = n / L)	34,63	m ³ /m ² .h

Tableau 54 : Caractéristiques de la salle de classe étudiée (débit de ventilation : 2,16 m³/h.pers)

Activités scolaires	COVT		Formaldéhyde	
	MIN	MAX	MIN	MAX
Collage 2 feuilles A4 (colles bâton)	3,5	85,7	0,2	0,5
Collage 2 feuilles A4 (autres colles)	2,8	14,4	0,3	2,3
Coloriage au feutre 1 feuille A4	0,4	59,6	0,1	2
Ecriture stylo, surlignage et correcteur 1 feuille A4	1,2	88,3	0,2	0,3
Marqueur effaçable	0,2	4,4	0,1	0,1
Peinture 1 feuille A4	5	127,2	0,2	1,2

Tableau 55 : Concentrations résultantes (µg/m³) en COVT et formaldéhyde dans la salle de classe étudiée (débit de ventilation : 2,16 m³/h.pers)

Avec un débit d'air de ventilation de 2,16 m³/h.pers (fonctionnement dégradé de la ventilation), les concentrations résultantes minimales et maximales en formaldéhyde restent très faibles.

Pour les SERa max en COVT, on calcule des concentrations résultantes de l'ordre de 60 à 130 µg/m³ de COVT pour les mêmes activités que précédemment : collage de 2 feuilles avec une colle bâton, coloriage au feutre, écriture au stylo avec surlignage et correction et peinture.

5. CONCLUSIONS

Dans le cadre du projet TROUSSAIR, 34 fournitures scolaires ont été sélectionnées en accord entre la Ville de Grenoble, MEDIECO et le CSTB, sur la base des listes de produits achetés par la Ville et des informations sur ces produits collectées par MEDIECO (déclaration du fabricant, indications de composition, fiches de données de sécurité, etc.). Parmi ces 34 produits, on trouve des colles, des feutres, des stylos, des correcteurs, des marqueurs effaçables, des peintures, des surligneurs, des effaceurs et des papiers.

Des protocoles de préparation d'éprouvettes d'essais de ces produits ont été définis entre le CSTB et MEDIECO et les émissions de polluants volatils (COV et aldéhydes légers) ont été caractérisées en utilisant les normes d'essais développées pour les produits de construction.

Les émissions de COV et de formaldéhyde des différents produits testés sont très différentes d'un produit à l'autre pour tous les produits testés, et d'un produit à l'autre dans la même catégorie de produits.

Les émissions de COV et de formaldéhyde des 3 papiers testés sont relativement peu élevées et les principaux COV identifiés sont le propionaldéhyde, le 2-éthylhexanol et le 2-éthylhexyl acrylate.

Pour les 7 colles testées, de fortes émissions de propylène glycol ont été identifiées pour la colle bâton (TR1), la colle bâton (TR3) et la colle gel (TR5). Cette dernière présente également des émissions élevées de formaldéhyde.

Parmi les 4 feutres testés, de fortes émissions de propylène glycol ont également été identifiées pour le feutre (TR10) et le feutre (TR11). A l'inverse, le feutre (TR9) présente des émissions de COV très faibles mais des émissions élevées de formaldéhyde.

Les émissions de COVT et de formaldéhyde des différents stylos testés sont relativement faibles sauf pour le stylo (TR13) qui présente des émissions fortes de 2-phénoxyéthanol et d'alcool benzylique.

Les émissions de COV du correcteur stylo (TR16) sont les plus élevées de tous les produits testés, toutes catégories confondues, avec des fortes émissions de nombreux alcanes identifiés ou non. Les émissions du correcteur (TR17) sont moins élevées et principalement constituées de méthylcyclohexane et de xylène alors que les émissions du correcteur ruban (TR18) sont très faibles.

Les émissions de COV et de formaldéhyde des 4 marqueurs effaçables testés sont relativement faibles.

Les émissions de COVT des 6 peintures testées sont relativement élevées, sauf pour la peinture au doigt (TR27). Le 2-phénoxyéthanol est le COV majoritaire des émissions de la gouache (TR22), de la peinture acrylique cyan (TR24) et jaune (TR25). La gouache (TR23) et la peinture acrylique rouge (TR26) émettent de nombreux COV, dont du propylène glycol.

Les émissions de COV et de formaldéhyde des 2 surligneurs et du stylo effaceur-réécrivain testés sont très faibles.

A partir des facteurs d'émission spécifiques surfaciques (SERa) mesurés pendant ces essais, les concentrations en polluants dans une salle de classe résultant de l'utilisation de ces fournitures par les élèves ont été calculées. Pour ces calculs, une salle de classe de 55 m² avec 25 élèves et un débit d'air nominal réglementaire de 15 m³/h.pers a été retenue. Des conditions dégradées de ventilation ont également été caractérisées avec un débit d'air nominal de 2,16 m³/h.pers (débit minimal mesuré par l'OQAI dans des crèches et des écoles élémentaires).

5 activités utilisant des fournitures scolaires différentes ont été caractérisées : le collage de 2 feuilles A4, le coloriage au feutre d'une feuille A4, l'écriture au stylo sur une feuille A4 avec surligneur et correcteur (sur 10% de la surface), l'écriture au marqueur effaçable sur ardoise A4 et la peinture sur une feuille A4.

Pour le débit d'air nominal réglementaire de 15 m³/h.pers, les concentrations calculées en COVT et en formaldéhyde résultant de toutes les activités scolaires simulées sont très faibles (< 20 µg/m³) car la surface émissive totale (25 feuilles A4, soit une surface de 1,56 m²) reste assez faible à l'échelle de la salle de classe étudiée.

La seule configuration qui présente des concentrations résultantes en COVT significatives, de l'ordre de 60 à 130 µg/m³, correspond à un débit d'air de ventilation de 2,16 m³/h.pers (fonctionnement dégradé de la ventilation), et aux activités suivantes : collage de 2 feuilles avec une colle bâton, coloriage au feutre, écriture au stylo avec surlignage et correction et peinture.

ANNEXE 3. INFOPRESSE

« L'HEURE A SONNÉ POUR UNE RENTRÉE SCOLAIRE PRÉPARÉE ET ÉCOLOGIQUE »

L'heure a sonné pour **une rentrée scolaire** préparée et écologique

#rentréeresponsable



C'est la rentrée ! Fini la détente des vacances, il faut maintenant veiller à ne rien oublier pour que tout se passe au mieux pour les enfants. Entre le trajet pour aller à l'école, le goûter, le contenu du cartable, la cantine et les achats de vêtements pour la rentrée, c'est tout un programme. Je me fie donc aux conseils de l'ADEME pour faire des économies tout en protégeant à la fois la santé de mon enfant et l'environnement.

J-15 : Point sur les fournitures scolaires

- > Je fais le tri dans les fournitures de l'année dernière, car il y a sûrement du matériel encore utilisable.
- > Je regarde ce qui manque par rapport à la liste que j'ai reçue en juin pour préparer la rentrée.
- > Je n'achète pas en avance des fournitures non demandées par les enseignants au risque de les acheter pour rien !

J-14 : Go pour acheter le nécessaire

On ne le sait pas toujours, mais certaines fournitures scolaires sont composées de produits qui peuvent avoir des impacts sur la santé des enfants. L'ADEME vous recommande de choisir :

- > Une colle en bâton plutôt que liquide
- > Des cahiers et des feuilles de papier avec un de ces 2 labels :  
- > Des fournitures solides et si possible sans plastique : pochettes cartonnées, gommes sans coque en plastique, règles en métal.

> Et pour en savoir plus, je consulte la fiche de l'ADEME « Choisir des fournitures scolaires sans risque pour la santé » et de l'infographie « Fournitures scolaires : comment équiper ses enfants sans risque ? »



Dans tous les cas, il est conseillé d'être attentif aux pictogrammes de danger sur les fournitures :



Risque d'inflammabilité du produit près de sources chaudes, d'étincelles, de flammes



Danger très élevé de corrosion/irritation cutanée et de lésions oculaires graves/irritation oculaire



Sensibilisation cutanée de niveau fort à faible
Danger plus faible de corrosion/irritation cutanée, de lésions oculaires graves/irritation oculaire, de toxicité aiguë, de toxicité pour certains organes



Sensibilisation respiratoire de niveau fort à faible
Cancérogène, mutagène, toxique pour la reproduction (CMR). Danger élevé de toxicité pour certains organes



Jour J et toute l'année

8 h :

En route pour l'école de manière écologique

- > Je privilégie la marche à pied ou le vélo pour déposer mon enfant à l'école. Je réduis ainsi ma dépense de carburant, je limite la pollution de l'air et je réduis mes émissions de CO₂ responsables du changement climatique.
- > J'inscris mon enfant au « pédibus » (j'ai de la chance, ça existe dans ma commune !) qui consiste à récupérer les enfants à des arrêts puis à les emmener à pied à l'école, sous la supervision d'un adulte. Un peu comme un bus le ferait, mais à pied!
- > Je choisis de prendre le bus plutôt que la voiture.
- > Si un trajet à pied ou en bus n'est pas envisageable, je me renseigne auprès des parents d'élèves pour organiser un covoiturage.

12 h :

Une pause déjeuner sans gaspillage

À la cantine, le gaspillage d'aliments engendre un coût de 0,68 euro par repas en moyenne.



- > J'apprends à mon enfant que la consommation de pain est le plus gros facteur de gaspillage en restauration scolaire, et lui conseille de la modérer si possible.
- > Je m'intéresse aux menus de la cantine et je propose aux parents d'élèves et au responsable de l'établissement de consulter le guide de l'ADEME (1000 écoles et collèges contre le gaspillage alimentaire) ; je les informe qu'ils peuvent trouver des exemples d'animations à faire avec les enfants sur le site de l'ADEME.



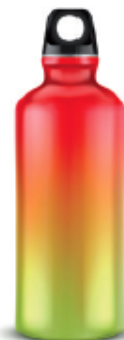
LE SAVIEZ-VOUS?

À la cantine ou au self, le gaspillage alimentaire représente entre 150 et 200 g par personne et par jour. L'alimentation représente entre 20 et 50 % de l'empreinte environnementale totale des Français. Il est donc important de sensibiliser votre enfant dès le plus jeune âge aux impacts de sa consommation sur la planète.

16 h 30 :

Un goûter sain, de saison et sans déchets

- > J'investis dans une boîte à goûter pour éviter de tout acheter sur-emballé.
- > J'évite les portions individuelles pour les gâteaux.
- > J'opte pour des fruits de saison plutôt que des compotes industrielles. Et si mon enfant préfère les compotes, j'investis dans une gourde à compote que je pourrai garder longtemps et que je pourrais remplir moi-même avec des compotes «fait maison».
- > Je donne une gourde d'eau à recharger si besoin dans la journée plutôt qu'une bouteille en plastique.



En septembre, c'est le moment aussi d'organiser les activités sportives et la garde-robe de l'année

- > Inutile d'acheter neufs chaque année les équipements sportifs !
- > Si celui de l'année dernière est trop petit, je songe à le revendre ou à le donner.
- > S'il ne peut plus servir, je regarde comment m'en débarrasser sur le site www.quefairedemesdechets.fr

- > Je jette un œil sur les bourses d'échange et les sites Internet proposant du matériel d'occasion. J'y trouverais certainement des équipements et des vêtements en très bon état et à un très bon prix.

- > Je me fie aux labels environnementaux pour les vêtements :



Pour trouver plus d'information sur ces labels, consultez le site de l'ADEME : www.ademe.fr/labels-environnementaux



LE SAVIEZ-VOUS ?

- > Depuis quelques mois, Décathlon attribue une note à ses vêtements en fonction de leur impact écologique. Pour en savoir plus, consultez [cette courte vidéo](#)



LE PETIT +

- > Je consulte avec mon enfant le site de l'ADEME pour les jeunes « [MtaTerre](#) » qui explique les grands enjeux écologiques. J'y trouverai des informations et des vidéos pour aider mon enfant à comprendre comment protéger l'environnement.



Service de presse ADEME — Tel : 01 58 47 81 28
e-mail : ademepresse@havas.com
Newsroom / Twitter : ADEME / LinkedIn : ADEME

L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Elle met ses capacités d'expertise et de conseil à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale. L'Agence aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre, et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, les économies de matières premières, la qualité de l'air, la lutte contre le bruit, la transition vers l'économie circulaire et la lutte contre le gaspillage alimentaire.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle Ministère de la Transition écologique et solidaire et Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.
www.ademe.fr ou suivez-nous sur [@ademe](https://www.instagram.com/ademe)

L'ADEME EN BREF

À l'ADEME - l'Agence de la transition écologique - nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines - énergie, économie circulaire, alimentation, mobilité, qualité de l'air, adaptation au changement climatique, sols... - nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

LES COLLECTIONS DE L'ADEME



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.

QUELLES FOURNITURES SCOLAIRES POUR UNE MEILLEURE QUALITE DE L'AIR INTERIEUR ?

En 2020, plus de 12 millions d'élèves français utilisent chaque jour des fournitures scolaires qui peuvent participer à la dégradation de la qualité de l'air des 61 900 établissements qui les accueillent. Ces produits ne relèvent d'aucune réglementation spécifique, pas plus d'une directive européenne que d'un texte national. Par manque d'information, les collectivités locales ne peuvent pas introduire, dans leurs marchés publics, des exigences pour fournir aux enfants des produits biocompatibles et faiblement émissifs.

La Ville de GRENOBLE a souhaité proposer aux enseignants des établissements scolaires un catalogue de produits respectueux de la qualité de l'air intérieur. Après l'analyse de 167 fournitures et la caractérisation en chambre d'essai des émissions en composés organiques volatils d'une sélection de ces produits, ce projet TROUSS'AIR a permis l'élaboration de clauses sanitaires à intégrer dans un cahier des charges pour le marché des fournitures scolaires. Contrairement aux idées reçues, la sélection de produits moins émissifs a permis une baisse de coût d'achat de l'ordre de 10 % lors de la passation du marché des fournitures scolaires.

Une fiche pratique ADEME « Choisir des fournitures scolaires sans risque pour la santé » et une infographie « Fournitures scolaires : comment équiper ses enfants sans risque ? » sensibilisent élus, enseignants et parents d'élèves à cet enjeu de qualité de l'air intérieur.

Afin de prendre en compte les émissions de composés volatils par les fournitures scolaires, deux types d'actions ont été menées.

La première a conduit, pour chaque famille de produits, à l'élaboration de clauses sanitaires à intégrer dans un cahier des charges pour le marché des fournitures scolaires.

La deuxième a permis la mise en place d'actions de sensibilisation des élus, des enseignants et des parents d'élèves.

