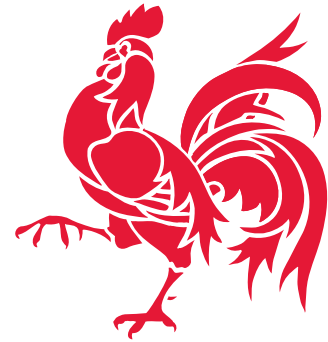




Avec le soutien de



Wallonie

**Rapport
du projet « Décoration et pollutions intérieures »**

Delphine Vander Stricht – Eco'Hom asbl
Mai 2009 – Octobre 2010

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes que j'ai contactées pour construire ce projet et qui ont pris de leur temps pour répondre à mes questions. C'est grâce à eux que j'ai pu progresser dans la compréhension de la problématique.

J'adresse des remerciements particuliers à Kevin Vause et à Samuel Caillou du CSTC ainsi qu'à Carine Callandt du CoRI.

Merci à mes collègues d'Eco'Hom pour leur soutien dans ce travail assez solitaire et aux membres du Comité d'Accompagnement pour leur intérêt et leurs conseils pertinents.

Sommaire

1. Résultats du projet.....	3
1.1. Contexte.....	3
1.1.1. Législation.....	3
1.1.2. Labels.....	5
1.1.3. Quel est l'impact des travaux sur l'air ambiant ?.....	5
1.1.4. Quels sont les risques pour les bébés?.....	6
1.2. Objectifs – actions – résultats.....	7
1.3. Outil.....	7
2. Mesures et calculs.....	10
2.1. Tests de composition et d'émission réalisés dans le cadre de cette étude.....	10
2.1.1. Choix des peintures.....	10
2.1.2. Conditions des mesures.....	11
2.1.3. Résultats.....	11
2.1.4. Analyse des résultats.....	18
2.1.5. Mesures d'émissions récoltées dans d'autres études.....	19
2.2. Simulation de l'évolution de la concentration de TCOV dans l'air en fonction du temps et du régime de ventilation.....	23
2.2.1. Renouvellement d'air moyen.....	23
2.2.2. Profil de ventilation.....	23
2.3. Application de l'outil à la peinture « BOIS ».....	25
3. Propositions de suite.....	29
4. Conclusions.....	32
5. Annexes.....	32

1. Résultats du projet

1.1. Contexte

La qualité de l'air intérieur est une préoccupation de plus en plus présente. Des études scientifiques et des lois se penchent sur la question. De nombreux conseils « vulgarisés » fleurissent également sur internet, dans les revues dites « environnementales » ou « féminines ». De nombreuses marques profitent de « l'air du temps » et attestent que leur produit respecte la qualité de l'air. Ce projet a montré que ces messages sont à mettre en perspective.

1.1.1. Législation

En ce qui concerne la dangerosité des peintures :

Actuellement, toutes les législations en lien avec la pollution intérieure sont basées sur les compositions des produits. Des valeurs limites d'exposition (*) existent sur les lieux de travail mais sont liées à l'utilisation de protections individuelles et à des mesures de taux et de temps d'exposition. Elles ne sont donc pas adaptées à des personnes qui séjournent dans des locaux fraîchement repeints, surtout s'il s'agit de bébés ou de personnes fragiles.

(*)VLE : Valeur limite d'exposition sur une durée maximum de 15 minutes ; VME : Valeur moyenne d'exposition sur une durée de 8 heures.

Le règlement REACH (a) impose aux industriels de démontrer l'innocuité des substances chimiques produites en Europe

Une fiche de données de sécurité (FDS) est **obligatoire** lorsqu'une substance ou un mélange est :

- classé comme dangereux,
- persistant, bioaccumulable et toxique (PBT) ou très persistante et très bioaccumulable (vPvB) selon annexe XIII REACH,
- reprise dans les substances extrêmement préoccupantes (SVHC) incluses dans l'annexe XIV (substances soumises à autorisation), conformément à l'art 59-1 de REACH (cancérogène, mutagène,...).

Ces fiches de données de sécurité sont disponibles pour le grand public sur demande.

Une fiche de données de sécurité **doit être fournie sur demande**, pour un mélange non classé, mais qui contient au moins une substance :

- dangereuse pour la santé ou l'environnement, présente en quantité
 - ≥ 1% en poids pour les mélanges autres que gazeux,
 - ≥ 0,2% en volume pour les préparations gazeuses
- PBT, vPvB, SVHC, présente en quantité
 - ≥ 1% en poids pour les mélanges autres que gazeux
- pour laquelle il existe une valeur limite d'exposition sur le lieu du travail (a)

La Directive Produits de Construction (CPD) (b) est « une législation européenne qui fut développée avec l'objectif d'assurer la libre circulation et usage des produits de construction dans le marché interne de l'Union Européenne. Les Etats Membres requièrent que les travaux de construction soient dessinés et exécutés de telle sorte qu'ils ne mettent pas en danger la sécurité de la personne, des animaux domestiques et les biens. Néanmoins il existe une disparité dans les exigences des Etats Membres et cela bloque le marché au sein de la Communauté. Afin de surmonter cet obstacle, la directive prévoit l'établissement de

standards harmonisés pour les produits de constructions. Des travaux sont en cours pour développer des standards, pour tester les performances selon des caractéristiques essentielles d'hygiène, santé, environnement, incluant les émissions de substances dangereuses dans l'air intérieur. Ils requièrent des méthodes de tests harmonisées pour déterminer si les émissions de substances dangereuses satisfont les exigences du CPD. Le CEN (European standard organisation) a établi un nouveau comité (TC351) en 2007 pour établir des standards concernant le relargage de substances dangereuses. Un groupe de travail WG2 travaille à l'élaboration d'un test standard (EN pour European Standard) qui regrouperait un maximum de tests existants. »

On voit donc que la législation européenne imposera des tests d'émissions pour qualifier l'impact des matériaux de construction sur la qualité de l'air intérieur.

En Allemagne, le Comité pour l'évaluation des impacts sanitaires sur les produits de construction (AgBB) (c) a pour mission d'établir les bases pour les exigences appliquées aux matériaux de construction en matière de santé. Il a établi une procédure d'évaluation basée sur des mesures d'émissions et une liste de VOC (Volatils Organic Compounds) accompagnées de LCI (Lowest Concentration of Interest) qui représentent des seuils d'émission en chambre test.

En France, le Grenelle de l'environnement 1 engage les pouvoirs publics à prendre des mesures d'étiquetage des matériaux de construction et de décoration (d).



En ce qui concerne la ventilation des bâtiments :

La problématique de la pollution intérieure est également liée aux efforts d'isolation des bâtiments dans un souci d'économie d'énergie (étanchéité à l'air). Au quotidien, indépendamment des travaux, il est indispensable de ventiler les bâtiments pour évacuer la vapeur d'eau, le CO₂ et les nombreux polluants présents dans notre environnement intérieur, l'air extérieur étant en général moins pollué que l'air intérieur.

La directive « Ventilation des bâtiments résidentiels » impose d'ores et déjà que tout nouveau bâtiment dispose d'un système de ventilation. Sans doute sera-t-elle élargie aux bâtiments existants, particulièrement les bâtiments publics.

La PEB (réglementation de la performance énergétique des bâtiments de la Région wallonne) impose un certain nombre de règles pour les projets de constructions nouvelles et pour les projets de rénovations qui contribuent à un climat intérieur sain et à une consommation d'énergie moins élevée. Depuis 2010, l'obtention des primes à l'énergie de la Région Wallonne est liée à de nouvelles conditions.

Les normes en matière de ventilation sont reprises sur le site du CSTC (e). Des recommandations de ventilation sont reprises dans la norme NBN D50-001.

1.1.2. Labels

Peu de peintures labellisées sont actuellement disponibles en Belgique. Les labels seront certainement plus présents à l'avenir. Il faut cependant remarquer que l'obtention d'un label coûte cher. Une petite firme peut donc commercialiser des produits non labellisés plus respectueux de la santé et de l'environnement que ceux d'une grosse firme qui peut se « payer » des labels par exemple. Il faut également souligner que les labels sont basés sur une analyse du cycle de vie du produit, pas forcément sur l'impact sur la santé. Ils interdisent certains produits dans la composition, rarement au niveau des émissions. A notre connaissance, seul le label Natur Plus exige que les émissions lors de la production et de l'utilisation doivent rester limitées (f).

1.1.3. Quel est l'impact des travaux sur l'air ambiant ?

Le vocable VOC (anglais) ou COV (français) recouvre une grande variété de substances chimiques ayant pour point commun d'être des composés du carbone et d'être volatiles.

La définition des VOC diffère selon les sources. Celle reprise dans la norme européenne n'est pas la même que celle utilisée dans les tests et mesures d'émissions. Pour ce qui est de la législation sur la formulation des peintures, la définition est basée sur les températures d'ébullition tandis que dans le cadre des essais d'émissions et de la qualité de l'air, les VOC sont définis en fonction de leurs propriétés chromatographiques. Un composé classé comme non VOC dans la législation peut très bien être classé comme VOC dans les essais d'émissions. C'est un des gros problèmes que rencontrent actuellement les fabricants de peintures (g).

Les VOC peuvent être regroupés au sein de grandes familles définies en fonction de leur formule chimique, dont chacune possède des propriétés particulières, bien qu'il puisse exister parfois des différences majeures au niveau de leur impact sanitaire potentiel. Les VOC sont à considérer de façon individuelle en fonction de cet impact, mais aussi de façon globale, en raison de propriétés communes et du rôle qu'ils jouent dans la formation des polluants photooxydants dans l'environnement extérieur et intérieur (h).

Les informations que nous avons récoltées sur les impacts sanitaires des VOC sont reprises au point 1.1.4. et dans l'annexe 5.

Un des fabricants (i) que nous avons contacté rappelle également que tous les VOC sont des solvants, mais les solvants ne sont pas tous considérés comme VOC. De nombreux fabricants ont remplacé ces VOC contenus dans leur peinture par d'autres solvants plus lourds, afin de respecter la norme européenne. Par conséquent, leurs peintures affichent un taux de VOC totaux faible alors que leurs impacts sur la santé et l'environnement peuvent être identiques à d'autres peintures affichant un taux de VOC plus élevé. Cette information nous a été confirmée par le CoRI et le SPF Santé publique, Sécurité de la Chaîne alimentaire et Environnement. Direction générale Environnement – Politique des produits.

Globalement, les peintures en base solvant émettent plus de VOC que les peintures en phase aqueuse mais la rémanence de ces dernières est souvent beaucoup plus longue car suivant la nature du solvant, il s'évapore plus ou moins rapidement.

1.1.4. Quels sont les risques pour les bébés?

Une exposition dans l'enfance aux polluants aériens peut entraîner une diminution de la capacité respiratoire. De plus, l'enfant inhale 2 fois plus d'air qu'un adulte et respire 3 à 8 fois plus vite. Il absorbe donc plus de polluants (j).

Les risques pour les jeunes enfants sont similaires à ceux encourus par le fœtus, la barrière placentaire étant très perméable à certains polluants chimiques (k).

Les effets de la pollution intérieure sur la santé ont été rapportés par de multiples publications. Si certaines de ces études ne peuvent conclure que le lien entre pollution et dégradation de la santé est évident, d'autres donnent des résultats plus flagrants. Les risques sanitaires évoqués vont des irritations des muqueuses aux cancers, en passant par l'asthme et le syndrome de sensibilité chimique multiple. L'annexe 5 donne plus d'informations sur ce sujet.

La littérature indique que les preuves de risques sont suffisantes pour dire que la recherche sur ce sujet est une priorité (l) (m).

L'AgBB tient compte de ces risques pour déterminer les LCI (Lowest Concentration of Interest). Cet organisme rapporte également qu'il y a assez de preuves pour dire que l'augmentation de la valeur de TVOC augmente la probabilité des plaintes et des effets néfastes sur la santé (c).

Déjà en 2002, un rapport du NEHAP (o) mentionnait que « La situation d'incertitude caractérise de nombreux problèmes liant l'environnement et la santé. Nous n'avons à l'heure actuelle qu'une vision limitée des effets sur la santé des petites doses de substances polluantes à long terme ainsi que de la manière dont les différentes substances peuvent interagir dans le corps humain. »

Mr Colet (p) nous a en effet parlé de l'interaction interne de certaines substances, appelée bioactivation : un produit qui a une toxicité modérée peut produire, une fois dans le corps, des métabolites qui seraient plus toxiques que la molécule initiale (au contact des muqueuses mais aussi dans le foie).

Encore peu connus, les risques pour les bébés sont donc à prendre en compte et à limiter :

- **en évitant les apports de VOC qui peuvent l'être,**
- **en assurant une bonne ventilation des milieux intérieurs,**
- **en faisant des mesures de pollutions intérieures,**
- **en informant le public,**
- **en continuant les recherches sur l'impact sanitaire des VOC,**
- **en établissant des réglementations, et en prévoyant des mesures pour éviter qu'elles ne soient contournées.**

C'est dans ce contexte de prévention que s'inscrit notre projet.

1.2. Objectifs – actions – résultats

Le projet consiste à créer un outil d'aide à la décision pour :

1. choisir des matériaux respectueux de la santé et de la qualité de l'air notamment pour les lieux d'accueil des publics fragiles, jeunes enfants, personnes âgées et malades (et spécifiquement dans les crèches);
2. suivre une procédure de ventilation limitant l'impact de ces polluants sur la santé des occupants ;
3. sensibiliser les décideurs, les entrepreneurs et le grand public ;
4. préparer l'élaboration de prescriptions techniques destinées aux cahiers des charges-types et particuliers de travaux de construction et de rénovation de bâtiments

La question clé est :

« Combien de temps après les travaux, un bébé peut-il dormir dans la pièce ? »

Pour tendre vers cet objectif, nous avons réalisé des recherches d'informations, par internet, dans des livres abordant le sujet, en contactant des professionnels des secteurs concernés. La liste des personnes contactées est reprise dans l'annexe 2.

La sensibilisation à la problématique a été réalisée par les différents canaux de communication de l'asbl : site internet, triptyque général de l'asbl, information sur notre stand à des salons. Le rapport de projet sera disponible sur le site internet et un courrier vulgarisé sera envoyé aux responsables de crèche.

Il ressort de notre étude qu'il est difficile, à l'heure actuelle, de savoir quelle peinture est réellement moins nocive pour la santé par rapport au risque que représente la pollution intérieure. Il apparaît en effet que le lien entre la composition initiale d'une peinture et ce qu'elle émet en séchant est complexe, tant au niveau quantitatif que qualitatif. La législation européenne en vigueur se base sur la **composition** initiale d'un produit. Elle ne tient donc pas compte de la réelle toxicité des **émissions**. L'outil que nous proposons pourrait pallier à ce manque. Sa réalisation nécessite cependant des travaux supplémentaires.

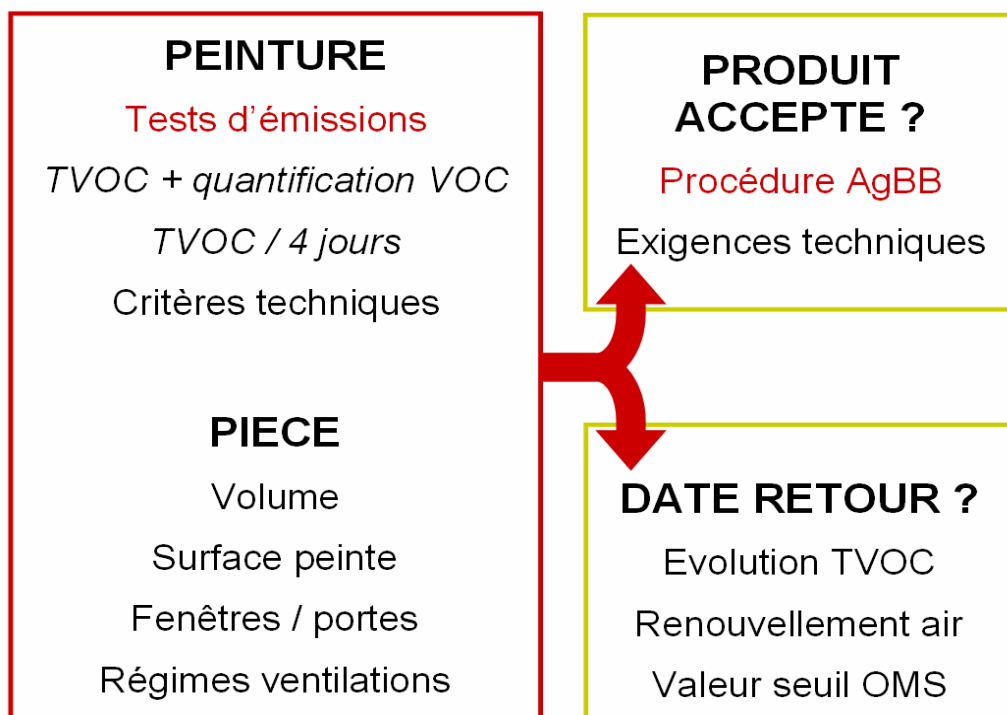
1.3. Outil

Notre outil est prévu pour évaluer des peintures qui auraient été testées en chambre tests au niveau de ses émissions. Les mesures dont nous avons besoin sont les suivantes :

- Concentration en TVOC à 3 jours et 28 jours et au moins à deux autres temps (par exemple 7 et 14 jours)
- Identification des TVOC présents à 3 jours et 28 jours
- Concentration des TVOC présents à 28 jours

A partir des résultats de ces mesures, nous proposons d'appliquer les critères de l'AgBB (Comité pour l'évaluation sanitaire des produits de construction, Allemagne) pour déterminer si le produit est accepté ou pas en crèche.

Ensuite, à partir des résultats de concentration en VOC totaux réalisés en chambre tests et en connaissant les conditions de tests, nous pouvons déterminer les taux d'émission ($\mu/m^2.h$) à plusieurs temps. En utilisant une modélisation, dont une ébauche est reprise au point 2.2., nous pouvons déduire l'évolution de la concentration en VOC totaux dans une pièce choisie avec un régime de ventilation spécifique aux lieux. Nous pouvons ainsi faire une estimation de date de retour des bébés dans les locaux après travaux, en prenant comme repère la valeur limite de l'OMS qui est de 200 $\mu g/m^3$ de VOC totaux (TVOC) (q).



Pourquoi des tests d'émissions ?

La législation actuelle se base sur la composition initiale de la peinture. La concentration en VOC totale doit obligatoirement figurer sur l'étiquette. Les labels vont souvent plus loin que la législation, tant sur la concentration totale en VOC que sur les limites de présence de certains composants. Nos résultats et des études précédentes tendent à prouver que le lien entre la composition initiale et les émissions est complexe, tant au niveau quantitatif, que qualitatif et évolutif. La Directive sur les Produits de Construction va sans doute imposer les tests d'émission sur les matériaux. C'est certainement lié à cette difficulté d'évaluer l'impact sanitaire de la pollution intérieure sur base des composants du matériau.

Pourquoi utiliser les critères de l'AgBB ?

La procédure AgBB s'applique à tout revêtement de sol souple, et certains autres produits, commercialisés en Allemagne. Elle concerne donc les matériaux fabriqués en Allemagne mais aussi ceux qui sont importés. Ces produits testés doivent porter la marque :



La procédure a commencé avec les revêtements de sol souples. A partir de janvier 2011, elle sera étendue à des parquets et des adhésifs de sols. Elle n'est pas encore obligatoire pour les peintures. En principe, elle ne s'applique pas à des produits déjà sur le marché mais intervient en aval de la commercialisation.

Malgré cet état de fait, nous pensons que cette procédure est adaptée à notre cas car :

- Le rapport décrivant la procédure parle bien de produits de construction et non spécifiquement de revêtement de sol.
- La liste des VOC et des aldéhydes pour lesquels un seuil d'émission en chambre test a été déterminé est longue. Dans les composants des peintures que nous avons testées, nous avons pu trouver un LCI pour un grand nombre d'entre eux.
- Contrairement aux VME et aux VLE de la médecine du travail, les LCI de l'AgBB tiennent compte du fait que l'exposition est quasi permanente, non mesurée et concerne un public plus large, reprenant des groupes à risque comme les bébés, les malades...
- La procédure prend en compte les propriétés cancérigènes de certains composants, en se basant sur les listes des substances à risque reprises dans la directive 67/548/EEC.
- Cette procédure est régulièrement mise à jour.
- Elle sera vraisemblablement reprise, même si elle sera peut-être remaniée, dans la législation européenne.

Pourquoi des critères techniques ?

Les crèches ont besoin de peintures qui présentent certaines caractéristiques en matière de lavabilité et de résistance. Beaucoup de peintures peu émissives présentent une mauvaise lavabilité. De plus, elles nécessitent des conditions d'application particulières ou plus difficiles que des peintures classiques. Les entrepreneurs pourraient de ce fait être rebutés par la mise en oeuvre de ce genre de produits. Le résultat esthétique étant, de plus, souvent différent que pour les peintures classiques (ce qui peut être un choix mais doit être connu au préalable).

Pour que la peinture soit acceptée, elle devra obéir à certaines exigences. Les résultats des mesures techniques serviront aussi à tenir compte des besoins des occupants et des lieux. Ces critères sont à définir.

Pourquoi prendre le TVOC pour tenir compte de la date de retour?

Dans une étape précédente du projet, je proposais de considérer l'évolution de la concentration dans l'air pour chaque VOC et de déterminer la date de retour sur base du VOC ayant atteint sa limite le plus tard. Cette approche impose de connaître ou de modéliser l'évolution de chaque VOC présent en fonction du temps. Or cette évolution peut fortement varier d'un composé à l'autre. De plus, on a vu que les VOC qui se retrouvent dans l'air ne sont pas toujours ceux qui se retrouvent dans la peinture liquide. Il faudrait donc évaluer les réactions chimiques présentes lors du séchage si on veut faire une modélisation ou faire des mesures à plusieurs points pour chaque VOC si on prend l'option d'imposer des mesures d'émission.

D'après la littérature (c), « il y a suffisamment de preuves pour affirmer que l'augmentation de la teneur en VOC totale entraîne une augmentation des plaintes liées à la pollution intérieure et des effets nocifs sur la santé ».

Nous considérerons donc que la valeur en TVOC est représentative de l'impact sur la santé, en étant conscients qu'il s'agit d'une simplification.

Nous testons par ailleurs les VOC dans leur individualité grâce à procédure AgBB. La nocivité de chaque composant est donc prise en compte lors de cette étape.

Notre choix se justifie également par le fait qu'il existe une valeur guide dans l'air intérieur pour les TVOC : 200 µg/m³ (q).

2. Mesures et calculs

2.1. Tests de composition et d'émission réalisés dans le cadre de cette étude

2.1.1. Choix des peintures

Pourquoi avoir choisi des primaires dans notre projet ?

Il est recommandé d'utiliser un primaire si la surface est poreuse ou a une porosité irrégulière, ou si tout le farinage ne peut être éliminé de la surface.

A priori, la rénovation d'un dortoir implique de peindre sur une surface déjà peinte et ne nécessite pas de sous-couches.

Cependant, d'après le site du Paint Quality Institute, « il est très efficace d'appliquer une sous-couche même sur des surfaces saines et peintes, pour augmenter l'adhérence de nouvelles couches et assurer un brillant uniforme à la couche de finition ». On peut donc supposer que les peintres le font, mais ce serait à vérifier.

Par ailleurs, si on veut donner un conseil plus global, il faut aussi tenir compte des rénovations qui impliquent que les murs soient replafonnés et donc qui nécessitent une sous-couche. Or on ne connaît pas la façon dont certains composés du primaire migrent dans l'air. Il y a un premier dégagement lors de l'application. Puis les émissions du primaire seront sans doute freinées, voire totalement arrêtées par la ou les couches de peintures qui suivent. Mais on ne sait pas la nature de ce frein. On ne sait pas si le primaire ne peut pas réagir avec la peinture, donnant de nouvelles émissions. Si on choisit une peinture de finition plus perméable aux émissions, les émissions du primaire seront à prendre en compte.

Dans les fiches de sécurité consultées, pour la plupart des peintures murales, aucun risque n'est repris (Information sur les composants : « A la connaissance actuelle du fournisseur, ce produit ne contient pas d'ingrédients dangereux en quantités suffisantes pour nécessiter une déclaration dans cette section, conformément aux règlements de l'UE ou aux règlements nationaux. »). Il me semblait important de pouvoir déjà dans un premier temps vérifier des émissions existantes par rapport aux fiches de sécurité, pour en quelque sorte valider la méthode de mesure. Les primaires sont des produits qui présentent plus de composés nocifs déclarés et posant problème au niveau de l'inhalation.

Cette façon de faire est liée à notre objectif de départ qui était de corrélérer la composition d'une peinture aux concentrations retrouvées dans l'air ambiant. Nous pensions alors baser notre outil sur la concentration totale en VOC (TVOC) et les composants dangereux indiqués sur les fiches de sécurité. Les résultats des tests que nous avons commandés nous ont fait abandonner cette option.

Quelles sont les peintures qui ont été choisies et pourquoi ?

Pour des raisons de confidentialité et pour éviter des interprétations inappropriées nous ne mentionnerons pas les marques des peintures testées.

Trois primaires adaptés au plafonnage intérieur (normes COV 2007/2010)

Primaire aqueux isolant acrylique (« CLASSIQUE » – max 30g/l COV)

Primaire aqueux minéral (« NATURELLE » – 0 g/l COV)

Primaire à base de résine VAE (« VAE » – max 0,5 g/l COV – norme EN 71)

Résine VAE : Vinyl Acetate Ethylene Resin

« Grâce à l'utilisation d'une résine acrylique de dernière génération et de pigments labellisés

VOC free, cette peinture, une fois mise à la teinte, garde ses caractéristiques pour la santé et l'environnement. Elles sont donc recommandées pour toutes les pièces de la maison et spécialement pour les chambres des bébés et des enfants. »

Un primaire pour boiseries

Lasure d'imprégnation pour bois extérieurs (« BOIS »)

Les produits pour boiseries sont réputés plus nocifs que les produits pour plafonnage.

Nous avons choisi des produits très différents les uns des autres dans ces premiers essais pour avoir une idée assez large de ce qu'une peinture pouvait émettre par rapport aux composants présents initialement. Nous sommes conscients que d'autres tests devront être réalisés pour poursuivre le travail. Nous n'avons pas fait de tests techniques. Nous ne pouvons pas dire que ces peintures sont comparables au niveau de leur utilisation.

Le type de support (bois) et son exposition nécessite une protection différente et donc un produit avec d'autres propriétés (résistance aux moisissures, bleuissement, résistance aux UV,...) que les produits utilisés pour les murs et plafonds intérieurs (généralement supports secs).

Il faut donc prendre garde à ne pas comparer (p.ex. au niveau de la nocivité) des produits à usage différent.

2.1.2. Conditions des mesures

Tests de composition

Les teneurs en solvants ont été déterminées par chromatographie en phase gazeuse et les masses volumiques par méthode pycnométrique.

Réalisation : Laurence Wolfs du CoRI

Limite de détection : 0,1%

Tests d'émissions

Renouvellement d'air : 0,5 h⁻¹

Normes existantes de la série NF ISO 16000 --> prélèvement à 3 et 28 jours

Réalisation : Kevin Vause du CSTC

Limite de détermination 2 µg/m³

2.1.3. Résultats

Important :

Ces résultats ne concernent que quatre peintures primaires et n'ont pas été dupliqués. C'est insuffisant pour tirer des conclusions générales telles que « les peintures classiques émettent plus de VOC que les peintures naturelles ». Il faudrait tester davantage de peintures.

Première peinture testée : CLASSIQUE

Composition

L'analyse quantitative donne les résultats suivants (avec une masse volumique = 1,40g/ml) :

SOLVANT	% en poids	g/l
Méthyl glycol (ou 2-méthoxyéthanol)	0,29	4,08
Propylène glycol	0,70	9,84
Butyl diglycol(ou diéthylène glycol butyl éther)	0,17	2,34
Dowanol DPnB (ou di(propylène glycol) butyl éther)	0,05	0,76
Texanol (ou 2,2,4-triméthyl-1,3-pentandiol monoisobutyrate)	0,59	8,29
Naphtas lourds (hydrocarbures)	0,24	3,31
TOTAL	2,04	28,62

Emissions de VOC

Résultats après 3 jours

R.T. (min)	CAS #	Nom du composé	µg/m³ FLEC	SERa
4,1635	64-19-7	Acetic acid	2	2
5,906	121-44-8	Triethylamine	530	540
8,124	57-55-6	Propylene Glycol	597	608
13,3703	108-38-3	Benzene, 1,3-dimethyl-	2	2
14,115	142-96-1	n-Butyl ether	3	3
17,1243	123-05-7	Hexanal, 2-ethyl-	2	2
17,289	100-52-7	Benzaldehyde	5	5
18,403	108-95-2	Phenol	2	2
19,602	13429-07-7	2-Propanol, 1-(2-methoxypropoxy)-	2	2
20,599	872-50-4	2-Pyrrolidinone, 1-methyl-	6	6
24,423	144-19-4	1,3-Pentanediol, 2,2,4-trimethyl-	7	7
25,269	2682-20-4	3(2H)-Isothiazolone, 2-methyl-	5	5
25,715	112-34-5	Ethanol, 2-(2-butoxyethoxy)-	597	609
27,343	108-61-2	1-Propanol, 2,2'-oxybis-	252	257
27,496	108-61-2	1-Propanol, 2,2'-oxybis-	334	341
28,228	112-30-1	1-Decanol	3	3
30,832	6846-50-0	2,2,4-Trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate (exp)	992	1010
31,467	74367-34-3	Propanoic acid, 2-methyl-, 3-hydroxy-2,4,4-trimethylpentyl ester	738	752
33,964	112-53-8	1-Dodecanol	8	8
		TVOC	4087	4163

Résultats après 28 jours

R.T. (min)	CAS #	Nom du composé	µg/m ³ FLEC	SERa
5,939	121-44-8	Triethylamine	103	105
7,800	57-55-6	Propylene Glycol	10	10
24,374	144-19-4	1,3-Pentanediol, 2,2,4-trimethyl-	3	3
25,211	2682-20-4	3(2H)-Isothiazolone, 2-methyl-	2	2
25,637	112-34-5	Ethanol, 2-(2-butoxyethoxy)-	8	9
27,325	106-62-7	1-Propanol, 2-(2-hydroxypropoxy)-	6	7
27,468	108-61-2	1-Propanol, 2,2'-oxybis-	8	9
30,819	6846-50-0	2,2,4-Trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate (exp)	235	239
31,439	74367-34-3	Propanoic acid, 2-methyl-, 3-hydroxy-2,4,4-trimethylpentyl ester (exp)	411	419
31,945	629-59-4	Tetradecane	2	2
33,954	112-53-8	1-Dodecanol	8	8
		TVOC	892	909

Emissions de SVOC (composés organiques semi-volatils)

TSVOC	µ/m ³ FLEC	SERa
Après 3 jours	14	14
Après 28 jours	8	8

TSVOC = concentration totale en SVOC

Deuxième peinture testée : NATURELLE

Composition

Pas de solvants détectés

Emissions de VOC

Résultats après 3 jours

Aucune donnée à rapporter:							
	TVOC inférieur au TVOC du blanc de référence						
	Aucun composé présent en concentrations supérieures à la limite de détermination (2 µg/m ³)						

Résultats après 28 jours

Aucune donnée à rapporter:							
	TVOC inférieur au TVOC du blanc de référence						
	Aucun composé présent en concentrations supérieures à la limite de détermination (2 µg/m ³)						

Emissions de SVOC (composés organiques semi-volatils)

Pas de SVOC détectés

Troisième peinture testée : VAE

Composition

L'analyse quantitative donne les résultats suivants (masse volumique = 1,567 g/ml) :

SOLVANT	% en poids	g/l
Glycérol (non COV)	7,87	123,24

Emissions de VOC

Résultats après 3 jours

R.T. (min)	CAS #	Nom du composé	µg/m ³ FLEC	SERa
4,801	64-19-7	Acetic acid	26	27
7,832	57-55-6	Propylene Glycol	9	10
21,770	56-81-5	Glycerin	2	2
22,460	26446-35-5	1,2,3-Propanetriol, monoacetate	2	2
25,138	2682-20-4	3(2H)-Isothiazolone, 2-methyl-	4	4
29,269	112-44-7	Undecanal	3	3
33,521	99-76-3	Methylparaben	27	27
33,951	112-53-8	1-Dodecanol	11	11
		TVOC	98	100

Résultats après 28 jours

R.T. (min)	CAS #	Nom du composé	µg/m ³ FLEC	SERa
4,379	64-19-7	Acetic acid	17	17
22,010	56-81-5	Glycerin	3	3
22,393	26446-35-5	1,2,3-Propanetriol, monoacetate	3	3
25,113	2682-20-4	3(2H)-Isothiazolone, 2-methyl-	2	2
33,509	99-76-3	Methylparaben	20	20
33,919	112-53-8	1-Dodecanol	2	2
		TVOC	51	52

Emissions de SVOC (composés organiques semi-volatils)

Pas de SVOC détectés

Quatrième peinture testée : BOIS

Composition

L'analyse quantitative donne les résultats suivants (masse volumique = 0,905 g/ml):

SOLVANT	% en poids	g/l
2-butanone oxime	0,26	2,31
Xylène	0,32	2,92
Mélange d'hydrocarbures aliphatiques et aromatiques	41,94	379,54
TOTAL	42,52	384,78

Emissions de VOC

Résultats après 3 jours

R.T. (min)	CAS #	Nom du composé	µg/m ³ FLEC	SERa
4,320	64-19-7	Acetic acid	45	46
5,320	71-36-3	1-Butanol	6	6
6,111	110-62-3	Pentanal	47	48
6,678	79-09-4	Propanoic acid	7	8
8,948	71-41-0	1-Pentanol	5	6
10,256	66-25-1	Hexanal	247	252
12,735	505-57-7	2-Hexenal	2	2
13,343	108-38-3	Benzene, 1,3-dimethyl-	3	3
13,388	95-47-6	o-Xylene	2	2
14,867	111-71-7	Heptanal	37	38
14,955	109-52-4	Pentanoic acid	4	5
17,201	18829-55-5	2-Heptenal, (E)-	7	7
17,297	100-52-7	Benzaldehyde	7	7
17,841	53535-33-4	Heptanol	3	3
19,010	556-67-2	Cyclotetrasiloxane, octamethyl-	4	4
19,067	124-13-0	Octanal	47	47
19,290	142-62-1	Hexanoic acid	32	33
20,969	695-06-7	2(3H)-Furanone, 5-ethylidihydro-	8	8
21,141	2548-87-0	2-Octenal, (E)-	12	12
21,237	3050-69-9	n-Caproic acid vinyl ester	4	4
21,435	98-86-2	Acetophenone	4	4
21,636	111-87-5	1-Octanol	3	3
22,032	111-14-8	Heptanoic acid	7	7
22,799	124-19-6	Nonanal	52	53
23,352	149-57-5	Hexanoic acid, 2-ethyl-	2	2
24,684	18829-56-6	2-Nonenal, (E)-	8	8
24,963	65-85-0	Benzenecarboxylic acid	10	10
25,182	124-07-2	Octanoic Acid	10	10
26,177	112-31-2	Decanal	2	2
27,939	2497-25-8	2-Decenal, (Z)-	25	26
28,122	112-05-0	Nonanoic acid	7	7
30,964	2463-77-6	2-Undecenal	14	15
33,012	1009-61-6	Ethanone, 1,1'-(1,4-phenylene)bis-	5	6
37,224	544-76-3	Hexadecane	5	5
		TVOC	684	697

Résultats après 28 jours

R.T. (min)	CAS #	Nom du composé	µg/m ³ FLEC	SERa
4,202	64-19-7	Acetic acid	2	2
6,045	110-62-3	Pentanal	3	3
10,176	66-25-1	Hexanal	14	14
14,808	111-71-7	Heptanal	6	6
19,011	124-13-0	Octanal	10	10
19,249	142-62-1	Hexanoic acid	11	11
22,157	111-14-8	Heptanoic acid	3	3
22,741	124-19-6	Nonanal	12	12
25,451	124-07-2	Octanoic Acid	13	13
26,113	112-31-2	Decanal	2	2
27,879	2497-25-8	2-Decenal, (Z)-	4	4
28,425	112-05-0	Nonanoic acid	19	19
30,908	2463-77-6	2-Undecenal	5	5
		TVOC	105	107

Emissions de SVOC (composés organiques semi-volatils)

Pas de SVOC détectés

Emissions d'aldéhydes pour les 4 peintures testées

	CLASSIQUE 3 jours	NATURELLE 3 jours	VAE 3 jours	BOIS 3 jours	CLASSIQUE 28 jours	NATURELLE 28 jours	VAE 28 jours	BOIS 28 jours
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Formaldéhyde	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Acétaldéhyde	0,0	< L.D.	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Acétone	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Acroléine	< L.D.	< L.D.	< L.D.	< L.D.	< L.D.	< L.D.	< L.D.	< L.D.
Propionaldéhyde	< L.D.	< L.D.	< L.D.	14,4	< L.D.	< L.D.	< L.D.	2,9
Crotonaldéhyde	< L.D.	< L.D.	< L.D.	< L.D.	< L.D.	< L.D.	< L.D.	< L.D.
Méthacroléine	< L.D.	< L.D.	< L.D.	< L.D.	< L.D.	< L.D.	< L.D.	< L.D.
Butyraldéhyde	< L.D.	< L.D.	< L.D.	< L.D.	< L.D.	< L.D.	< L.D.	1,9
Butanone	< L.D.	< L.D.	< L.D.	< L.D.	2,8	< L.D.	< L.D.	1,5
Benzaldéhyde	< L.D.	< L.D.	< L.D.	5,1	< L.D.	< L.D.	< L.D.	0,0
Pentanal	< L.D.	< L.D.	< L.D.	38,7	< L.D.	< L.D.	< L.D.	3,5
m-Tolualdéhyde	< L.D.	< L.D.	< L.D.	38,0	< L.D.	< L.D.	< L.D.	< L.D.
Hexanal	0,0	0,0	0,0	154,2	0,0	< L.D.	< L.D.	11,0
Total des liaisons carbonyles	0,0	0,0	0,0	270,3	2,8	0,0	0,0	21,0

L.D. = limite de détermination

On voit que les valeurs d'émissions pour les aldéhydes sont très faibles. Ce tableau comprend tous les composés auxquels fait référence la norme ISO 16000-3. Cependant d'après de récents travaux internationaux, la méthode utilisée devrait être limitée aux molécules jusqu'à 4 atomes de carbone (g). Ces composés sont repris en gras dans le tableau.

Les aldéhydes sont repris dans la liste des VOC donnée par l'AgBB. Comme nous n'avons pas encore les résultats de ces analyses lors de la dernière réunion du Comité d'accompagnement, nous avons appliqué les critères de l'AgBB sans tenir compte de ces résultats. Cependant, comme les seuls résultats significatifs en gras sont des VVOC (very volatil compounds) et que l'AgBB ne donne pas de LCI pour les VVOC, seuls les TVOC pour la peinture BOIS sont légèrement modifiés par rapport aux valeurs présentées lors du Comité d'accompagnement. Cette petite correction n'affecte en rien les conclusions.

2.1.4. Analyse des résultats

Comparaison du taux de VOC indiqué sur l'étiquette et du taux de VOC mesuré

La concentration en VOC totaux dans le pot de peinture correspond à ce qui est indiqué sur l'étiquette (même parfois inférieur).

Comparaison des compositions indiquées sur les fiches techniques et de sécurité et la composition mesurée

Toute substance dangereuse en quantité supérieure à 1 % en poids est spécifiée.

Le pourcentage indiqué correspond au pourcentage mesuré.

Certaines substances présentent à moins de 1% en poids sont indiquées et elle se retrouvent en effet dans ces proportions-là dans le mélange.

Certains solvants présents à moins de 1% en poids ne sont pas indiqués sur les fiches mais l'analyse montre qu'ils sont bien en quantité inférieure à 1% en poids.

Comparaison de la concentration initiale en COV totaux et la concentration dans l'air à 3 jours et 28 jours.

La concentration de VOC totaux dans la pièce n'est pas liée de façon simple à la concentration initiale de VOC totaux dans le pot de peinture.

	TCOV peinture g/l	TCOV air 3 j µg/m³
CLASSIQUE	28,62	4087
NATURELLE	0	0
VAE	0	98
BOIS	384,78	718

L'évolution de la concentration en COV totaux dans la pièce (à taux de ventilation égal) n'est pas liée de façon simple à la concentration initiale de COV totaux dans le pot de peinture. Cette évolution dépend de la nature des composants volatils présents. On sait par exemple que pour les composants semi-volatils, les émissions sont faibles au départ car bloquées par la matière et qu'elles apparaissent plus tard.

	TCOV air 3 j µg/m³	TCOV air 28 j µg/m³
CLASSIQUE	4087	892
NATURELLE	0	0
VAE	98	51
BOIS	718	110

2.1.5. Mesures d'émissions récoltées dans d'autres études

Etude du VITO

L'étude en cours de réalisation par le VITO (r) vise à déterminer des critères pour les revêtements de sols utilisés dans les dortoirs de crèches sur base d'analyse de risques pour la santé des enfants.

Une liste de valeurs limites est proposée. Elle se base sur les LCI et ont été ajustées selon les estimations concernant le taux de ventilation et la hauteur de pièces dans les crèches belges. Suite à cette étude, un étiquetage obligatoire sera mis en place. Les revêtements qui auront passé les tests porteront la mention : « Ce revêtement de sol est adapté pour les crèches et maternelles belges » les autres porteront la mention inverse. Des conseils concernant l'intensité de la ventilation et la date de retour des enfants seront également disponibles. Cette étude précise aussi que les connaissances sur l'effet cumulatif des concentrations des différents composants est plutôt limitée actuellement.

Vu la similitude des objectifs poursuivis dans cette étude, une collaboration avec le VITO serait bienvenue pour la suite du projet.

Etude de « Que Choisir »

Les résultats de l'étude de « Que choisir » (s) sont repris ci-dessous. Ils sont accompagnés des recommandations du CRIPI concernant les TVOC et le formaldéhyde. L'image est tirée d'une présentation de Françoise Jadoul (t). Cette étude montre que les émissions de peinture de même type sont très différentes. Cependant, cette étude date de 2003, c'est-à-dire avant la directive COV et nous ne connaissons pas le taux de TVOC initialement présents dans la peinture. Les conditions de tests peuvent également avoir une grande influence sur le résultat. C'est pour cette raison que l'harmonisation des tests est indispensable à l'application de la CPD.

Emissions polluantes détectées	BIOFA Spéciale satinée code 3006	AURO Aux huiles et résines naturelles n°322	V33 Satin velours	LEROY MERLIN Séjours et chambres (a)	AVI 300 (b)	TOLLENS Naturéva satin	RIPOLIN Laque majeure (b)	DULUX VALENTINE Lumière spéciale mur	CORONA Monolaque Super satinée	TOLLENS Prestige satinée
TOTAL COV ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)										
Après 1 jour	800	23 000	87 000	71 000	23 000	3 100	103 000	182 000	269 000	>350 000
Après 14 jours	<40	170	3 400	3 300	2 800	60	2 000	25 300	6 100	9 500
FORMALDEHYDE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)										
Après 14 jours	Non détecté	Non détecté	Non détecté	14	19	55	64	Non détecté	Non testé	Non testé
ETHERS DE GLYCOL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)										
Après 14 jours	Non détecté	Non détecté	Non détecté	Non détecté	Non détecté	Non détecté	Non détecté	DEGEBE	Non détecté	Non détecté



(a) Ecolabel : www.ecolabel.be

Source : *Que choisir ?*

Tableau 3. Exemple d'indice général de l'habitat pour les composés organiques volatils totaux :

	0 - 40	40 - 81	81 - 142	142-423	423 - 886	> 886
COV Totaux	Excellent	Bon	Moyen	Mauvais	Très Mauvais	Exécration



Recommandations ?

Source : *CRIPI 2006*

Tableau 4. Exemple d'indice chimique de la salle de bain pour le formaldéhyde :

	0 - 16	16 - 28	28 - 40	40 - 58	58 - 66	> 66
Formaldéhyde	Excellent	Bon	Moyen	Mauvais	Très Mauvais	Exécration



Etude de Test-Achats

Les études de Test-Achats (u) ne donnent pas de chiffres d'émissions mais des appréciations (bon - moyen - mauvais). Même pour l'étude de 2010, alors que la limite de 30g/l de TVOC dans la peinture est d'application, il y a des différences entre les peintures. Notons que les études de Test-Achats portent sur des couples primaire + peinture de finition (nombre de couches selon ce que conseille le fabricant) ce qui n'est pas le cas de l'étude de « Que Choisir », qui se concentre sur la peinture de finition. Dans l'étude de « Que Choisir » (2003), les peintures naturelles Auro et Biofa ont les meilleurs résultats en terme d'émissions. Dans l'étude de Test-Achats de 2005, ces mêmes marques n'obtiennent que des résultats moyens et dans celle de 2010 de bons résultats. Il faudrait évidemment avoir plus de précisions sur les conditions et les résultats des tests, mais on peut supposer que, même en peinture naturelle certains produits sont plus émissifs que d'autres et que ces produits ont également subi une évolution ces dernières années.

Projet BUMA

Le projet BUMA (v) vise à mieux comprendre les sources de VOC dans l'environnement intérieur. Ses actions comprennent la caractérisation des produits de construction selon leurs émissions, en faisant des tests en chambre test et des campagnes de mesures de l'environnement intérieur à travers l'Europe. Comme résultat, le projet permettra d'établir des priorités d'utilisation au sein des matériaux de construction en se basant sur des substances identifiées dans les environnements intérieurs, avec des concentrations significatives et des effets sur la santé connus.

Il comprend une base de données d'émission, dont l'accès est gratuit mais doit être motivé.

Voici un exemple de résultats obtenus pour différents matériaux de construction.

Table 3. SMALL CHAMBER:
TVOC Specific Emission Rates ($\mu\text{g m}^{-2}\text{h}^{-1}$)
(Barero et al., 2009)

Materials	24h	3d	7d	14d	21d	28d
MDF	483	486	550	490	577	365
Carpet/ floor Adhesive	607	236	122	98	45	52
Particle board	10	9	10	10	9	8
Linoleum	166	145	127	105	125	117
Water based paint	5138	2662	1068	417	157	453
Wall to wall carpet	161	103	64	56	36	39
Ceiling tile	227	210	156	70	92	129
Gypsum board	-	-	3	3	-0.2	4

Je ne suis pas parvenue à retrouver l'article indiqué en référence. Je ne connais donc pas la référence de la peinture à l'eau utilisée pour cette étude, ni la concentration initiale de VOC

D'autres données sont reprises dans la base de données BUMA. Cette base de données est assez difficile à utiliser pour notre travail car il n'est pas possible de faire des recherches multicritères. En effet, si je cherche les émissions de TVOC, j'aurai tous les matériaux pour lesquels le TVOC a été mesuré (environ 700). Si je cherche les peintures, je dois entrer dans chaque détail de peinture pour voir si le TVOC a été mesuré et s'il y a eu des mesures à plusieurs temps. Il est plus adéquat de prendre des données récentes, car la composition des peintures a beaucoup évolué ces dernières années, en lien avec l'évolution de la

législation. Dans la base de données BUMA, on ne peut classer les résultats en fonction de leur date de publication. Pour pouvoir utiliser ces données, j'ai aussi besoin de savoir quelle est la peinture utilisée et quelle est sa teneur en TVOC initiale (en g/l). Certaines informations sont indiquées dans le commentaire lié à la source mais pas toujours. Il faut retrouver l'article, ce qui n'est pas toujours aisé suivant les essais que j'ai fait, soit je ne trouve pas l'article, soit je n'y ai pas accès. Or il est important de pouvoir s'assurer que les mesures d'émissions ont été faites dans des conditions comparables à nos résultats, sinon l'intérêt de la comparaison disparaît. L'exploitation de cette base de données demande dès lors plus de recherches et de temps que je ne peux y consacrer en cette fin de projet.

Voici néanmoins un tableau où j'ai repris les résultats demandés au CSTC et les résultats que j'ai pu récoltés dans les sources citées. Les valeurs représentent des taux d'émission (SERa) exprimés en $\mu\text{g}/\text{h}\cdot\text{m}^2$.

Peinture	SERa 1 j	SERa 2j	SERa 3 j	SERa 4j	SERa 7 j	SERa 14 j	SERa 21 j	SERa 28 j	Source
Peinture à l'eau	5138		2662		1068	417	157	453	BUMA 2009
Peinture intérieur 2 couches finition TVOC max 100 g/l	3600	2100		1400					BUMA 2003
Peinture intérieur 1 couche primaire TVOC max 200 g/l 2 couches finition TVOC max 100 g/l	3400	3900		3100					BUMA 2003
Peinture intérieur 1 couche primaire TVOC zero g/l 2 couches finition TVOC zero g/l	940	570		170					BUMA 2003
Peinture intérieur 1 couche primaire TVOC max 200 g/l 2 couches finition TVOC zero g/l	1600	1500		930					BUMA 2003
CLASSIQUE 1 couche primaire TVOC 29 g/l			4163					909	CSTC 2010
NATURELLE 1 couche primaire TVOC 0 g/l			0					0	CSTC 2010
VAE 1 couche primaire TVOC 0 g/l			100					52	CSTC 2010
BOIS 1 couche primaire TVOC 385 g/l			697					107	CSTC 2010

2.2. Simulation de l'évolution de la concentration de TCOV dans l'air en fonction du temps et du régime de ventilation

La détermination de l'équation d'évolution en fonction d'un régime de ventilation a été réalisée sur base des taux d'émission à un, trois, sept, quatorze, vingt-et-un et vingt-huit jours.

2.2.1. Renouvellement d'air moyen

Nous avons d'abord fait une estimation de l'évolution de la concentration en TCOV avec un taux de renouvellement d'air moyen. Un système de ventilation naturelle (grilles d'aération) ou un renouvellement d'air par infiltration n'est pas du tout constant. Mais on peut estimer une ventilation moyenne de $0,5 \text{ h}^{-1}$ pour un logement ordinaire. C'est ce qui est repris dans la norme ISO 16000.

La formule : $C = S/n.V$ peut dans ce cas être utilisée.

C est la concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), S le taux d'émission total ($\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$), n (h^{-1}) le taux de renouvellement d'air, V (m^3) le volume de la pièce. C'est une formule simplifiée utilisée notamment dans l'étude Q-Intair (w) qui a pour but la construction d'un instrument de modélisation pour relier des paramètres tels que l'émission de VOC, l'étanchéité à l'air, la ventilation et la qualité de l'air intérieur. Cette étude met l'accent sur le fait qu'il est important de choisir prioritairement des matériaux peu émissifs, la ventilation ayant un impact, mais limité.

2.2.2. Profil de ventilation

Cependant, pour les cas où la ventilation passe par l'ouverture des fenêtres pendant un temps limité, nous ne pouvons nous baser sur une ventilation moyenne. En effet, Il faut s'assurer que la concentration maximale prise comme référence ne sera pas dépassée quand les fenêtres seront fermées. Il faut donc considérer l'évolution de la concentration maximale atteinte dans l'air ambiant pour pouvoir donner des conseils de ventilation efficaces.

Nous avons donc choisi un profil de ventilation. Le bureau Ecorce nous a fait des estimations de renouvellement d'air suivant les caractéristiques de la pièce (Annexe 4).

Pour la période « fenêtre ouverte », nous avons pris un taux de renouvellement d'air de 20 h^{-1} et appliqué la formule simplifiée reprise plus haut.

Un taux de renouvellement d'air de 20 h^{-1} correspond par exemple à une pièce de 30 m^3 , comportant deux fenêtres avec une surface totale de 2 m^2 , situées sur le même mur et ouvertes en grand pendant le mois de juillet. Des valeurs moyennes pour d'autres configurations spatiales et d'autres mois de l'année sont reprises dans le travail repris en annexe 4. Nous avons utilisé trois modèles de dortoir, l'un représentant la pièce standard de la norme ISO 16000 et les deux autres s'inspirant de cas réels, à partir de plans qui nous ont été transmis par la Ville de Liège. Ces deux derniers cas ne diffèrent que par la surface totale des fenêtres, qui passe de 2 m^2 à $0,5 \text{ m}^2$. Nous voyons que pour juillet par exemple, le renouvellement d'air passe ainsi de 15 h^{-1} à $2,5 \text{ h}^{-1}$, quand les fenêtres sont grandes ouvertes.

Pour la période « fenêtre fermée », nous avons pris une ventilation nulle et nous avons fait une modélisation par incrémentation d'une heure en tenant compte du taux d'émission.

Nous avons estimé que, quand la ventilation cesse, la quantité de solvants qui se dégage du mur en une heure est égale au taux d'émission x la surface peinte x la durée (1h). Ensuite, pour les heures qui suivent, nous considérons qu'il y a eu une certaine saturation et nous appliquons un facteur 0,01 à la formule. Le choix de cette valeur est arbitraire et sans doute trop faible par rapport à la diminution effective des émissions. **Ces facteurs et la modélisation seront à revoir pour s'assurer qu'ils sont le reflet, même approximatif, de la réalité.**

Pendant la période sans ventilation, nous considérons que ce qui est dégagé à l'heure t

s'ajoute à ce qui était déjà présent dans l'air à l'heure t-1.

Les formules utilisées sont donc :

Pour la période fenêtre ouverte : $C_t = S_t / q$

Pour la transition fenêtre ouverte – fermée : $C_t = C_{t-1} + S_t.L$

Pour le reste de la période fenêtre fermée : $C_t = C_{t-1} + 0,01 S_t.L$

Avec

C_t = concentration en TVOC au temps t ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

C_{t-1} = concentration en TVOC au temps précédent le temps t (c'est à dire, puisque j'ai pris une incrémentation d'une heure, 1 h avant le temps t.) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

S_t = taux d'émission au temps t ($\mu\text{g}.\text{m}^{-2}.\text{h}^{-1}$)

L = facteur de charge (rapport entre la surface peinte et le volume de la pièce) (m^{-1})

q = n/L = area specific air flow rate (taux d'émission surfacique) ($\text{m}.\text{h}^{-1}$)

n = taux de renouvellement d'air (h^{-1})

Nous sommes bien conscients que cette manière de faire est très approximative mais elle a le mérite de montrer à quoi nous souhaitons arriver. **Cette partie 2.2.2. n'a pas été validée par des experts.**

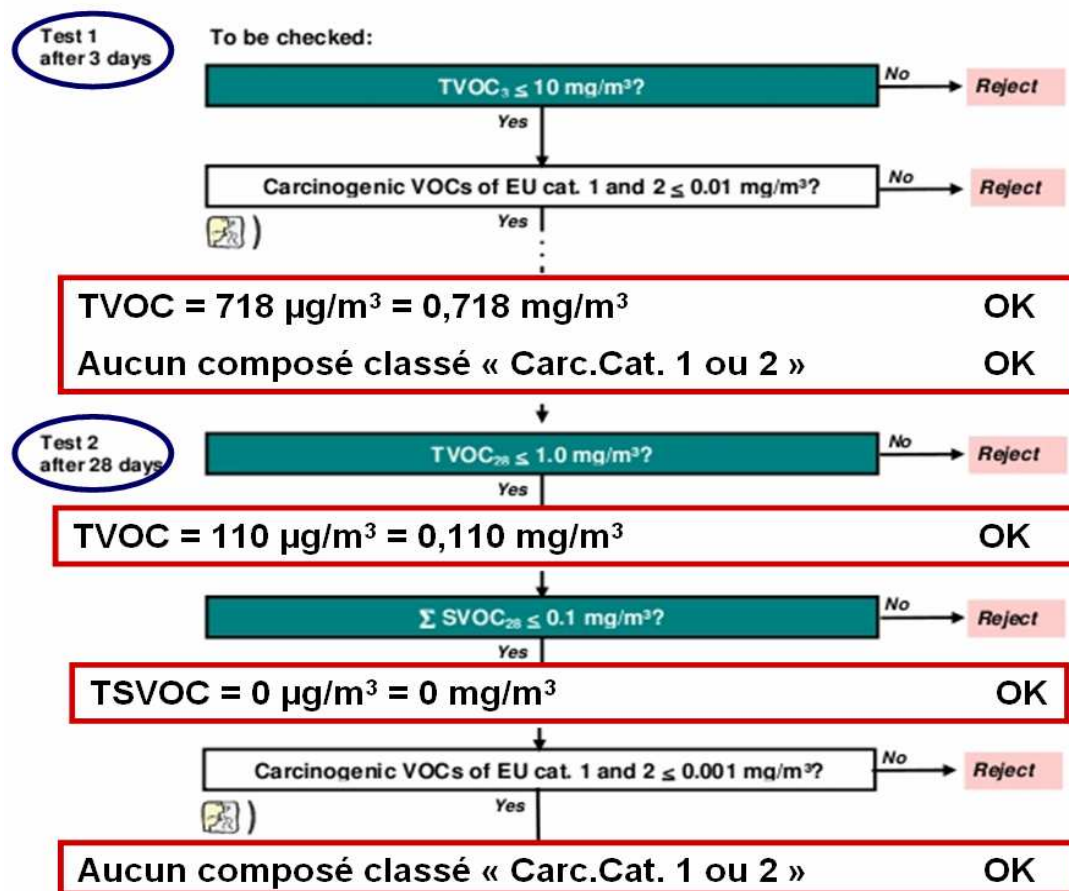
Notons qu'il existe un logiciel canadien, Indoor Air Emission Simulation Tool ou IA-QUEST (x), qui permet de déterminer l'évolution des émissions en fonction du temps, suivant un matériaux de construction, un taux de renouvellement d'air et un volume de pièce. La ventilation n'est pas basée sur le nombre de fenêtres, ni sur leur ouverture mais sur une valeur exprimée en h^{-1} . Il est cependant possible d'entrer un profil de ventilation : entre telle et telle heure, le taux de renouvellement d'air est de autant, ensuite la valeur est de autant...Nous pourrions donc aisément combiner ce logiciel avec le travail que nous a fourni le bureau d'étude Ecorce.

L'inconvénient de ce logiciel pour notre travail est que le choix des matériaux est générique. Concernant les peintures, nous avons le choix entre « peintures pour intérieur à base solvant », « peinture pour intérieur à base aqueuse », « primaire pour intérieur à base aqueuse ». Nous ne savons pas s'il s'agit de valeurs moyennes ou du choix d'un produit représentatif de la catégorie. De plus comme ce sont des produits canadiens, il faudrait s'assurer que les produits européens sont de composition similaire.

2.3. Application de l'outil à la peinture « BOIS »

Produit accepté ?

Pour cette étape, nous avons pris les mesures reprises plus haut et nous avons appliqué les critères de la procédure AgBB.



↓

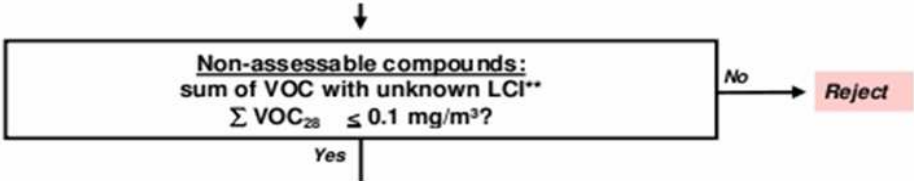
Assessable compounds:
all VOCs with an LCI
 $R = \sum C_i/LCI_i^{**} \leq 1 ?$

No → Reject

Yes ↓

CAS #	Nom du composé	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ FLEC	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ LCI
64-19-7	Acetic acid	2	500
110-62-3	Pentanal	3	1700
66-25-1	Hexanal	14	890
111-71-7	Heptanal	6	1000
124-13-0	Octanal	10	1100
142-62-1	Hexanoic acid	11	490
111-14-8	Heptanoic acid	3	550
124-19-6	Nonanal	12	1300
124-07-2	Octanoic Acid	13	600
112-31-2	Decanal	2	1400
2497-25-8	2-Decenal, (Z)-	4	22
112-05-0	Nonanoic acid	19	/
2463-77-6	2-Undecenal	5	24

R = 0,49 < 1 **OK**



19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ = 0,019 mg/m^3 < 0,1 mg/m^3 **OK**

↓

Product is suitable for indoor use

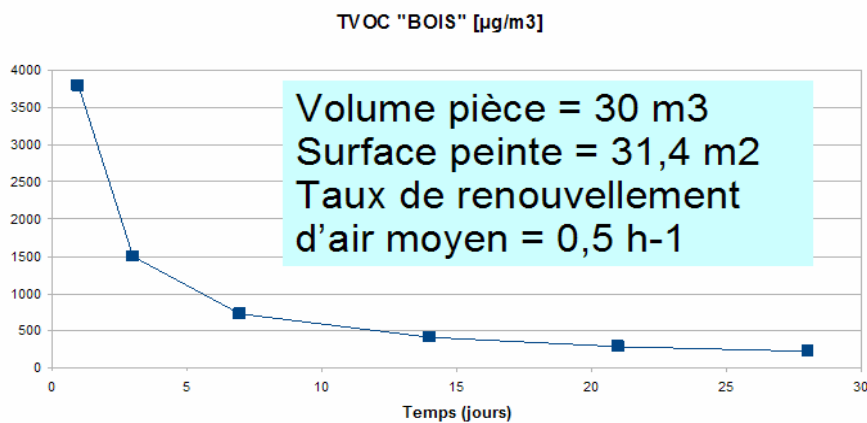
OK

Date de retour ?

Les valeurs des taux d'émissions n'ont été mesurées qu'à 3 et 28 jours. Mais avec une extrapolation en fonction de résultats concernant des peintures repris dans la base de données BUMA, j'ai pu estimer les valeurs à d'autres temps : j'ai considéré que l'évolution du taux d'émission était le même pour la peinture BOIS que pour la peinture reprise dans la base de données BUMA et j'ai fait correspondre l'équation d'évolution avec les deux points mesurés. Ceci dans le but de montrer comment l'outil pourra être appliqué. Le fichier de calcul est repris dans l'annexe 3.

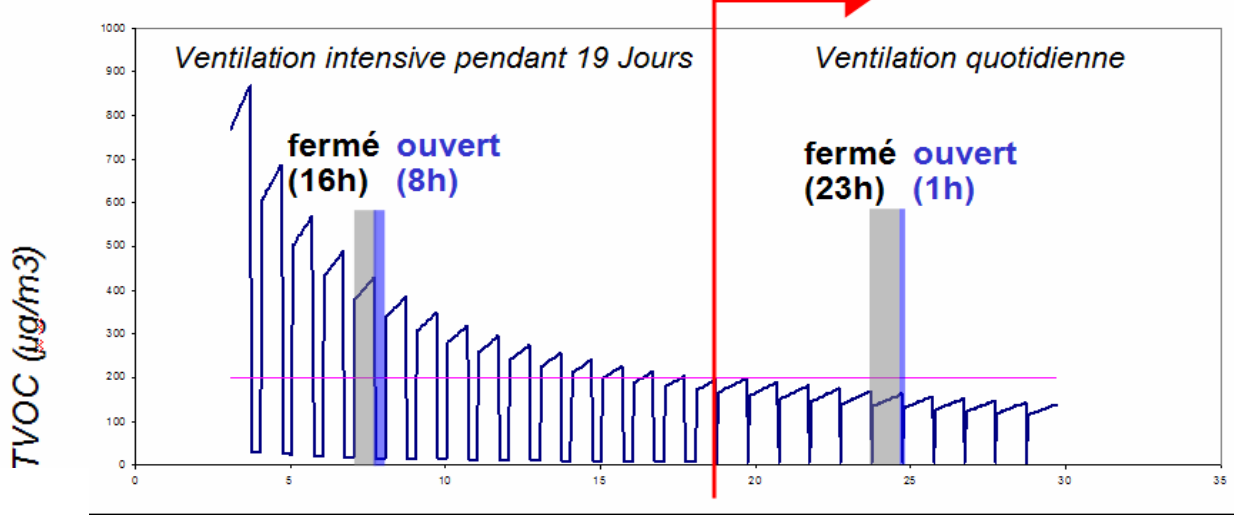
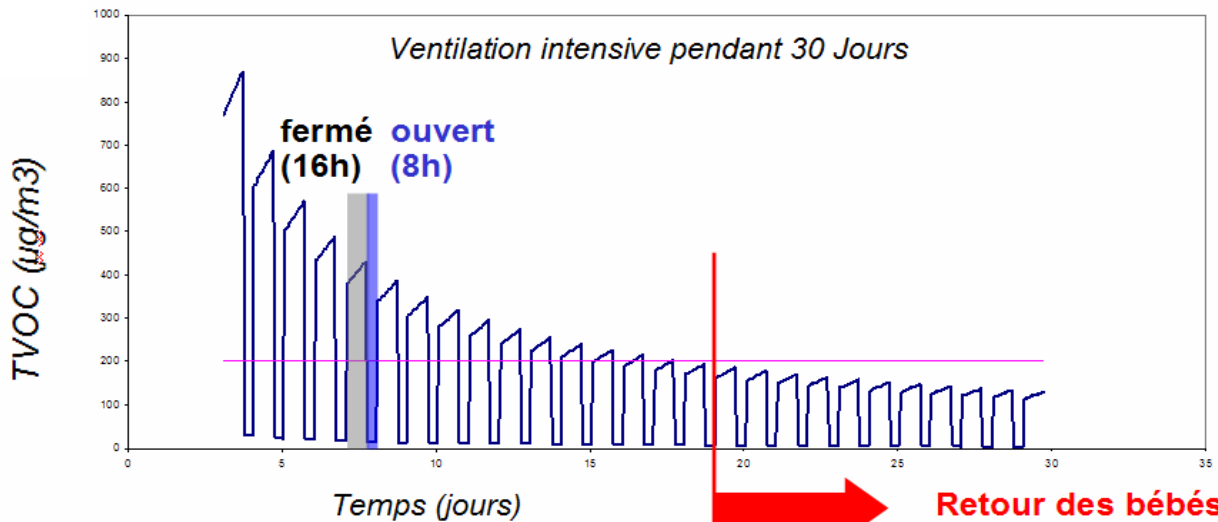
Nous avons d'abord fait une estimation avec un renouvellement d'air moyen de 0,5 h⁻¹, qui est considéré comme une valeur moyenne classique dans un logement.

Jours prélèvement	1j	3j	7j	14j	21j	28j
Taux émission $\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$	1819	715	347	193	136	107



Date de retour
=
après
32 jours

Nous avons ensuite fait une estimation avec un profil de ventilation suivant lequel, quand la pièce est vide, les fenêtres sont ouvertes 8h sur 24h et quand les enfants sont à nouveau présents, elles le sont 1h sur 24h. **Nous insistons sur le fait que ces exemples sont donnés à titre indicatif et que la confiance en ces valeurs nécessite des travaux complémentaires au niveau de la modélisation. Les facteurs intervenant dans la formule, choisis arbitrairement pour l'exemple, ne sont vraisemblablement pas représentatifs de la réalité.**



Date de retour = après 19 jours

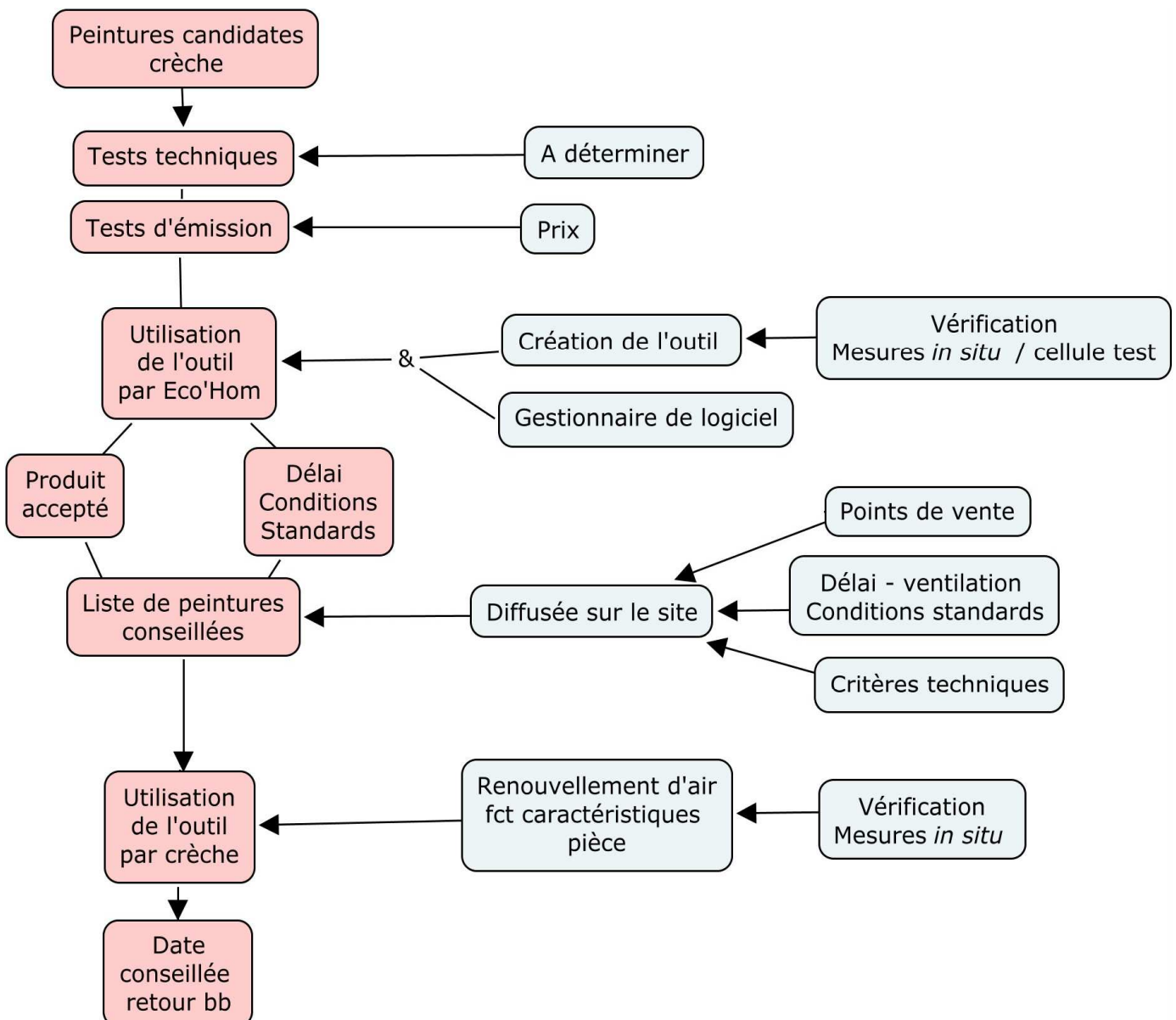
3. Propositions de suite

La suite réservée à ce projet peut prendre des directions très variées.

Construction de l'outil

Pour élaborer l'outil tel que nous le proposons, il faudra davantage de tests d'émissions, en chambres tests mais aussi en conditions réelles, pour confronter la réalité à l'estimation. Il faudra poursuivre les recherches dans la littérature concernant les tests d'émissions déjà réalisés, en ayant les sources complètes. Les données d'émissions vont sans doute se multiplier, vu l'évolution de la législation. On peut dès lors se demander si la mise en place de ce genre d'outil ne devrait pas être postposée au moment où les tests d'émissions seront obligatoires pour mettre une peinture sur le marché et où les données seront disponibles. D'un autre côté, encourager dès à présent les fabricants à faire des tests d'émissions pour avoir des marchés publics par exemple constitue un bon moyen d'agir dès à présent pour améliorer la qualité de l'air intérieur dans les crèches.

Le travail de modélisation devra être poursuivi. Un gestionnaire de logiciel devra être désigné pour son bon fonctionnement et sa mise à jour. Une représentation schématique de cette option est reprise ci-dessous.



Mesures sur sites - ventilation

Il est également possible de s'orienter vers des mesures sur sites pour avoir une meilleure vision de l'ampleur du problème. Pourquoi ne pas faire systématiquement des mesures dans les crèches qui ont fait des travaux ?

Ce genre de mesures peuvent être faites par différents organismes existants, privés ou publics. Pour avoir un bon suivi, les résultats devraient être assez rapidement disponibles, ce qui n'est pas toujours possible. Pour le formaldéhyde, la mesure est directe mais pour les VOC, il faut faire des prélèvements et des analyses en laboratoire. Certains polluants peuvent provenir de l'extérieur, c'est pourquoi des prélèvements extérieurs sont toujours réalisés en parallèle (y).

Si les résultats sont préoccupants, il serait utile d'imposer de laisser systématiquement les pièces vides pendant une période fixée après les travaux. Il faudrait vérifier que cette mesure soit possible et contrôler son application.

Ventilation forcée après travaux

Des appareils de ventilation mobiles peuvent également constituer une réponse efficace. Ces appareils pourraient être mis à disposition des crèches par exemple via une centrale de dépôt.

Ils sont identiques à ceux qui servent par exemple à nettoyer des conduits de ventilation (par exemple l'appareil HEPA CLEAN 800 de klimaconfort (z)). L'utilisation d'un tel appareil a l'avantage de permettre une ventilation intensive, avec un taux de renouvellement d'air constant et connu. Dans cette utilisation, un filtre n'est pas nécessaire. Il y a cependant certaines contraintes :

- il faut raccorder le ventilateur à un conduit, raccordé lui-même vers l'extérieur,
- il faut prévoir des entrées d'air (par exemple des fenêtres ouvertes en oscillo-battant),
- il faut tenir compte de la consommation électrique,
- par temps froid, cette ventilation peut entraîner un refroidissement du bâtiment.

Dans le même ordre d'idée, des appareils à CO₂ peuvent être utiles pour vérifier ensuite que la ventilation quotidienne, quand les enfants sont présents dans la pièce est suffisante.

Système de ventilation

Il serait également intéressant de devancer la législation en imposant des systèmes de ventilation dans les crèches existantes. Un tel système est déjà obligatoire pour les bâtiments neufs. La mise en place et le fonctionnement d'une ventilation mécanique a un coût énergétique (notons que ce coût est plus limité s'il comporte un échangeur de chaleur, ce qui est souvent le cas actuellement). Mais ventiler en ouvrant grand les fenêtres pendant huit heures en a également (refroidissement important du bâtiment). De plus, en ayant la possibilité d'augmenter la ventilation ponctuellement (par exemple après travaux) et de manière contrôlée (avec un renouvellement d'air connu et constant), on pourrait certainement réduire la période d'inoccupation des locaux tout en ayant la possibilité de la prédire, via un outil tel que nous le proposons, et d'ainsi mieux protéger les enfants des polluants émis par les peintures.

Lien composition - émissions

La recherche du lien approximatif entre la composition et les émissions pourrait également être intéressante mais nécessiterait là encore plus de travaux. Il serait intéressant d'avoir une idée plus précise de ce lien. En testant plus de peintures, on pourrait peut-être assurer que si une peinture annonce par exemple 15 g/l sur l'étiquette, elle ne dépassera pas telle valeur dans l'air. Si la détermination de ce genre de limite est possible, ce serait une autre façon de faire un premier pas vers une amélioration de la connaissance du risque et donc une limitation de ce risque.

Peintures sans émissions

Des peintures qui n'émettent pas de VOC existent. Il ne s'agit pas de celles qui affichent 0 g/l sur l'étiquette mais bien celles dont les tests d'émissions montrent des valeurs nulles au moins à 3 et 28 jours. Les politiques peuvent décider d'imposer de telles peintures dans les milieux d'accueil pour jeunes enfants et personnes fragiles, afin d'éviter un apport supplémentaire au « bruit de fond » de la pollution intérieure existante. Il faudra cependant s'assurer au préalable que ces peintures sont techniquement adaptées aux besoins des crèches. La lavabilité, les conditions d'applications, l'effet esthétique, le coût sont d'autres critères à prendre en compte.

Ce choix rendrait l'élaboration d'un outil tel que nous le présentons inutile pour les peintures. Il faudrait juste s'assurer que la peinture soit sèche pour autoriser le retour des enfants. Ce pourrait être un avantage pour des bâtiments qui peuvent difficilement rester sans occupants (comme les crèches mais aussi les hôpitaux et les maternités). Il permettrait également de limiter les émissions indirectes. En effet, les meubles, tissus, matelas et autres mobiliers peuvent absorber certaines émissions et les relarguer lentement. Ne pas ajouter de VOC dans l'air, c'est aussi éviter leur relargage ultérieur.

4. Conclusions

Cette étude rappelle que les peintures émettent des produits potentiellement dangereux pour la santé en séchant, ces émissions étant plus fortes dans les jours qui suivent l'application. Si on ne connaît pas l'intensité et la durée de ce pic de pollution, on ne sait pas s'en protéger.

Nous avons mis en évidence que la protection sanitaire vis-à-vis des matériaux de construction est un problème complexe. Il est difficile, sur base des données fournies par le fabricant, de savoir si une peinture aura plus d'impact qu'une autre sur la pollution intérieure.

Le lien entre la présence et la quantité de VOC dans la peinture liquide (composition) et leur présence dans l'air ambiant après son application (émission) n'est pas direct. Il importe donc de prendre en compte les émissions.

L'évolution de la législation va dans ce sens mais elle reste lente. Des avancées seraient accueillies positivement par les personnes concernées par la protection de la santé et devanceraient des mesures européennes à venir.

Nous rappelons pour terminer ce qui nous semble important pour limiter l'impact des travaux de rénovation sur la santé des occupants :

- éviter les apports de VOC qui peuvent l'être,
- assurer une bonne ventilation des milieux intérieurs,
- faire des mesures de pollutions intérieures,
- informer le public,
- continuer les recherches sur l'impact sanitaire des VOC,
- établir des réglementations, en prévoyant des mesures pour éviter qu'elles ne soient contournées.

5. Annexes

Annexe 1 : Abréviations utilisées et sources

Annexe 2 : Personnes contactées et validation des données scientifiques

Annexe 3 : Feuille de calcul de simulation pour la peinture BOIS

Annexe 4 : Rapport d'étude sur la ventilation naturelle – Bureau écoRce

Annexe 5 : Recueil d'informations