

LE FORMALDEHYDE, UN POISON DOMESTIQUE ?

- ➔ Sources intérieures
- ➔ Exemples de normes et labels environnementaux



Août 2007

ASPA-07082301-ID

Conditions de diffusion :

- Diffusion libre pour une réutilisation ultérieure des données dans les conditions ci-dessous.
- Toute utilisation partielle ou totale de ce document doit faire référence à l'ASPA en terme de « Source d'information ASPA 07082301-ID».
- Données non rediffusées en cas de modification ultérieure des données.
- Les données contenues dans ce document restent la propriété de l'ASPA.
- L'ASPA peut rediffuser ce document à d'autres destinataires.

Intervenants

Rédacteur : Pascaline CLAIR

Relecteur : Nathalie LECLERC, Cyril PALLARES

Approbateur : Emmanuel RIVIERE

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES.....	3
LISTE DES ACRONYMES ET SIGLES UTILISES	4
INTRODUCTION.....	5
I. Contexte de l'étude	5
II. Objectifs de l'étude	6
III. Le formaldéhyde	7
CHAPITRE 1 : MATERIAUX DE CONSTRUCTION ET D'AMEUBLEMENT	10
I. Introduction.....	10
II. Panneaux de bois.....	11
III. Peintures, colles et protection du bois.....	24
IV. Revêtements muraux et de sols	37
V. Isolation.....	43
CHAPITRE 2 : ACTIVITES HUMAINES	49
I. Fumée de tabac environnementale.....	49
II. Combustion et chauffage	52
III. Matières textiles.....	53
IV. Autres sources diverses.....	55
CONCLUSION	60
BIBLIOGRAPHIE.....	61
ANNEXE 1.....	65
Ecolabels officiels.....	65
ANNEXE 2.....	67
Critères écologiques de la Marque NF Environnement pour le mobilier.....	67
ANNEXE 3.....	68
Ethers de glycol :	68
Description, risques toxicologiques et réglementation	68

LISTE DES ACRONYMES ET SIGLES UTILISES

AFSSET	Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail
AFNOR	Association Française de Normalisation
ANAH	Agence Nationale pour l'Amélioration de l'Habitat
ASPA	Association pour la Surveillance et l'étude de la Pollution Atmosphérique en Alsace
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer
COV	Composés Organiques Volatils
COVNM	Composés Organiques Volatils Non Méthaniques
CSTB	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
CTBA	Centre Technique du Bois et de l'Ameublement
DPC	Directive Produits de Construction
EPA	Environmental Protection Agency
ERU	Excès de risque unitaire
FFB	Fédération Française du Bâtiment
HDF	High Density Fiberboard
INERIS	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
INIES	INformations sur l'Impact Environnemental et Sanitaire
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
INRS	Institut National de Recherche et de Sécurité
LAURE	Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie
MDF	Medium Density Fiberboard
MDI	Di-isocyanate de diphényl méthane
MF	Mélamine-Formaldéhyde
MIUF	Mousses isolantes urée-formol
MUF	Mélamine-Urée-Formaldéhyde
OEHHA	Office of Environmental Health Hazard Assessment (Californie)
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
OQAI	Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur
OSB	Oriented Strand Board
PCP	Pentachlorophénol
PF	Phénol-Formaldéhyde
PNSE	Plan National Santé Environnement
PVC	Polychlorure de vinyle
SETRA	Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes
UF	Urée-Formaldéhyde
VMC	Ventilation mécanique contrôlée
VTR	Valeur Toxicologique de Référence

INTRODUCTION

I. Contexte de l'étude

La notion de pollution de l'air intérieur apparaît avec la loi sur l'air (LAURE) du 30 décembre 1996 [1]. Celle-ci définit, de manière générale, la pollution atmosphérique comme :

« L'introduction par l'homme, directement ou indirectement dans l'atmosphère et les **espaces clos**, de substances ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine... »

Depuis plusieurs années, la prise de conscience des enjeux sanitaires liés à la problématique de la pollution de l'air intérieur est réelle. L'amélioration de la connaissance des déterminants de la qualité de l'air intérieur constitue l'une des douze actions prioritaires du Plan National Santé Environnement publié en juin 2004 et permettant de répondre à l'un des trois objectifs particuliers de ce plan « Garantir un air et une eau de bonne qualité ».

Aujourd'hui, les individus passent de 70 à 90 % de leur temps dans des espaces clos et en particulier dans l'habitat dont l'air intérieur n'est pas à l'abri de la pollution. L'utilisation régulière dans nos maisons de multiples produits synthétiques, que ce soit pour la construction, la rénovation, le nettoyage ou le bricolage, provoque la libération de composés chimiques dans l'air.

La plupart de ces produits chimiques appartiennent à la grande famille des **composés organiques volatils (COV)**. Les COV sont souvent plus nombreux et plus concentrés à l'intérieur qu'à l'extérieur compte tenu de la multiplicité des sources intérieures. Celui qui va être au centre de cette étude est un polluant majeur de l'air intérieur en raison de ses nombreuses sources d'émission et de sa toxicité : le **formaldéhyde**.

Le formaldéhyde est largement utilisé dans la fabrication des matériaux de construction (panneaux de bois agglomérés) et des différents éléments qui équipent le logement (parquets, moquettes, isolation).

En juin 2004, le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) a classé le formaldéhyde dans la catégorie des cancérigènes avérés pour l'homme, au même titre que le benzène. Malheureusement, la transcription de ce nouveau classement ne se fait pas automatiquement dans les législations française et européenne. Si bien qu'actuellement, réglementairement parlant, il reste cancérigène probable puisque l'Union Européenne le classe dans la catégorie 3 en tant que « substance préoccupante pour l'homme en raison d'effets cancérigènes possibles mais pour lesquelles les informations disponibles ne permettent pas une évaluation satisfaisante ».

Au regard de ces résultats et en attendant que les professionnels affichent la composition de leurs produits et caractérisent leur émissivité, une vigilance s'impose quant au choix du mobilier et des autres produits susceptibles de relarguer du formaldéhyde ainsi qu'à un renouvellement d'air efficace dans les lieux clos.

II. Objectifs de l'étude

Le **premier objectif** consiste à **identifier les principales sources de COVNM et en particulier le formaldéhyde** en air intérieur. Les bâtiments ont plusieurs catégories de sources potentielles de polluants chimiques : des produits de consommation, des sources provenant de la construction, des sources provenant de l'extérieur, des équipements et des fournitures. Dans cette étude, les sources d'émission des polluants « indoor » seront attribuées :

- aux matériaux de construction et d'ameublement (Chapitre 1)
- à l'activité et à la présence humaine (Chapitre 2)

Dans un deuxième temps, lorsque les sources d'émission sont identifiées, une des stratégies pouvant être mise en place afin d'abaisser les concentrations de polluants de l'air intérieur et de minimiser l'exposition des occupants de l'habitation est la maîtrise des sources. Trois choix sont envisageables :

- **le retrait de la source** : consiste à éliminer, si cela est possible, au stade de la conception les matériaux, produits ou processus qui peuvent causer les émissions.
- **la substitution de la source** : inclut par exemple, la sélection de matériel de construction moins toxique que les produits utilisés actuellement, comme l'utilisation de peintures d'intérieur à faibles émissions chimiques par exemple.
- **l'isolation de la source** : exige de placer une barrière autour de la source, de sorte à minimiser l'impact sur la qualité de l'air intérieur.

Dans l'hypothèse d'une substitution de la source, trouver un fabricant qui propose des matériaux à faible émission de formaldéhyde n'est pas toujours chose aisée. En France, il n'existe pas de réglementation générale en ce qui concerne les valeurs limites pour le formaldéhyde dans l'air intérieur des maisons.

En effet, la réglementation française est pratiquement inexistante en ce qui concerne la pollution de l'air à l'intérieur des locaux d'habitation. Seuls l'amiante, le radon et le plomb, qui sont des polluants majeurs en santé publique, font l'objet d'une réglementation spécifique.

Dans cette optique, le **second objectif** de l'étude consiste à faire un **état des lieux des normes¹ et/ou labels environnementaux français** (et internationaux pour comparaison) présents actuellement sur le marché des équipements ou produits émetteurs de formaldéhyde.

Il existe effectivement des normes précisant les valeurs d'émission souhaitables de certains matériaux de construction et en particulier pour les panneaux de bois. Ces normes ont parfois une valeur réglementaire proprement dite mais ont plutôt un pouvoir incitatif plus ou moins marqué. De la même manière, les professionnels du bâtiment ou des matériaux d'ameublement ont mis en place des labels ou des certifications pour certains produits. Ceux-ci doivent alors répondre à certaines valeurs d'émission pour être mis sur le marché.

Il faut noter que les critères des normes et labels environnementaux évoluent assez rapidement. Ce rapport présente ceux en vigueur au moment de la rédaction.

¹ Il s'agit ici de normes d'émission (émissions des matériaux en g/m² par exemple) à ne pas confondre avec des normes de qualité de l'air, qui correspondent à des seuils de concentrations atmosphériques à ne pas dépasser.

III. Le formaldéhyde

A. Propriétés chimiques

Appelé également formol, aldéhyde formique ou méthanal, c'est un composé constitué de carbone, d'hydrogène et d'oxygène. C'est un gaz incolore et inflammable, d'odeur piquante et irritante.



Figure 1 : Flacons de formol/formaline

Le formol, ou encore la formaline, sont en fait des noms commerciaux, en général pour des solutions de formaldéhyde (ex : 40% de formaldéhyde et 60% d'eau) qui sont employées comme désinfectants, conservateurs, insecticides, fongicides et désodorisants.

B. Effets sur la santé

Les effets sur la santé dépendent de la concentration dans l'air, de la durée d'exposition et de la sensibilité de la personne exposée.

La synthèse des données toxicologiques montre qu'une exposition au formaldéhyde par voie respiratoire entraîne une toxicité locale. Des effets irritants au niveau du site de contact, soit les yeux et les voies aériennes supérieures, sont mis en évidence pour des expositions aiguës et chroniques.

Les symptômes pris en compte sont l'irritation des yeux accompagnée ou non de larmoiements, ainsi que l'irritation nez / gorge et la sécheresse buccale. Ces symptômes apparaissent dans la plupart des études dès les concentrations de 0,2 à 0,3 ppm (250 à 375 µg/m³). [2]

Il est également de plus en plus suggéré que de faibles expositions au formaldéhyde pourraient accroître, à long terme, le risque de développer des pathologies asthmatiques et des sensibilisations allergiques, bien que les études soient encore peu nombreuses pour permettre d'identifier un lien de causalité. [3]

Cancérogénèse

Le formaldéhyde a été reclassé cancérigène pour l'homme par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) en 2004 (auparavant il n'était que «cancérogène probable»). Les principaux cancers étudiés chez les sujets exposés au formaldéhyde par inhalation concernent les voies respiratoires supérieures et la cavité buccale (nasopharynx).

C. Valeurs guides existantes

- **OMS, 2000** [4]

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a proposé en 2000 une valeur guide de la concentration en formaldéhyde dans l'air ambiant de **100 µg/m³ sur une durée de 30 minutes**. Elle correspond à la plus faible concentration associée à une irritation du nez et de la gorge chez l'homme en population générale identifiée dans la littérature.

- **Santé Canada, 2005** [5]

Les valeurs suivantes ont été proposées pour le formaldéhyde :

- une valeur-guide pour l'exposition à **court terme** (1 heure en moyenne) de **123 µg/m³** (100 ppb);
- une valeur-guide pour l'exposition à **long terme** (8 heures en moyenne) à **50 µg/m³**.

- **Projet INDEX, 2005** [6]

Le groupe de travail européen INDEX a proposé en janvier 2005 une valeur-guide de **1 µg/m³** pour des expositions court et long terme, sans distinction.

- **AFSSET, 2007** [3]

Dans un avis publié en juillet 2007, un groupe de travail de l'AFSSET (Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail), après avoir étudié en détail toutes les données toxicologiques (analyse critique des valeurs-guides et des valeurs toxicologiques de référence existantes), propose :

- la valeur de **50 µg/m³ sur 2 heures pour des expositions de courte durée** ;
- la valeur de **10 µg/m³** pour tous les environnements intérieurs et **pour une exposition long terme**.

A titre d'exemple, l'ASPA a été chargée par la Ville de Strasbourg à la fin de l'année 2004, de conduire une campagne de mesures permettant de déterminer les niveaux de formaldéhyde rencontrés dans son patrimoine bâti et en particulier dans les écoles maternelles/primaires et les lieux d'accueil de la petite enfance. Au final, certains établissements sont apparus comme dépassant ou pouvant dépasser la valeur guide OMS de 100 µg/m³ sur 30 minutes. De manière générale, les mesures réalisées ont toutes souligné la persistance de niveaux significatifs de formaldéhyde dans les salles liés d'une part à des taux de renouvellement d'air insuffisants et d'autre part, à des sources d'émission persistantes de formaldéhyde [7]. Une étude similaire a été réalisée à la demande du SIVOM de l'agglomération de Mulhouse dans une vingtaine d'écoles avec des résultats concordants [7a].

D. Sources d'émission en air intérieur

Le formaldéhyde est sans doute l'un des composés chimiques le plus commun et le plus polluant de l'atmosphère de nos habitations car c'est une substance chimique largement utilisée par l'industrie pour fabriquer les matériaux de construction et les différents éléments équipant notre maison.

Voici un récapitulatif des différentes sources d'émission du formaldéhyde en air intérieur qui seront détaillées dans la suite de l'étude.

+ Les résines et colles à base d'urée formol ou phénol-formol.

Elles servent principalement à fabriquer les panneaux de bois agglomérés mais de nombreux autres domaines en sont friands. Elles sont par conséquent à l'origine de la majorité des sources en air intérieur.

+ **Les mousses isolantes urée-formol.** Ces mousses étaient très répandues dans les années 70 pour l'isolation par injection dans les murs et les cloisons. Leur utilisation est réglementée en France depuis 1988.

+ **La laine de verre et de roche.** Le formaldéhyde entre bien souvent dans la composition des liants de ces matériaux.

+ **Peintures, vernis ou colles** utilisés pour la menuiserie, les papiers peints, les moquettes...

+ **Revêtements de sol :** moquettes, parquets...

+ **Produits d'entretien :** désodorisants, désinfectants, insecticides...

+ **Produits cosmétiques :** crèmes, huiles pour hygiène corporelle... Le formaldéhyde est utilisé en cosmétologie pour ses propriétés conservatrices.

+ **Produits textiles et tissus d'ameublement :** le formaldéhyde est utilisé comme agent anti-froissant dans certains textiles ou sert à donner de la tenue au tissu.

+ **Les phénomènes de combustion :** la fumée de tabac, les bougies, certains appareils résidentiels de chauffage et de production d'eau chaude...

+ **Magazines, livres neufs et papiers spécifiques.**

E. Facteurs influençant les émissions

Les facteurs qui ont une influence sur les émissions des matériaux sont :

- la composition du matériau, en particulier sa teneur en COV
- les caractéristiques physiques comme la surface, la porosité et la texture

La recherche de l'origine de l'émanation de formaldéhyde est souvent complexe car certains matériaux ont la propriété de l'emmagasiner. Ils l'absorbent pour le réémettre graduellement dans l'air pendant une période plus ou moins longue. Les matériaux poreux comme les plaques de plâtre, les carreaux acoustiques, les moquettes et les textiles sont les plus susceptibles d'avoir une telle propriété.

- le **taux d'émission**,

Température et humidité : la concentration en formaldéhyde dans une pièce est fonction de ces deux facteurs [8]. Pour cette raison, il est nécessaire de réguler la température et l'humidité dans son logement.

Age du matériau : les émissions diminuent avec le temps.

Présence d'ozone : le formaldéhyde peut également être formé par la réaction chimique de l'ozone avec certains matériaux de construction et revêtements.

- **le renouvellement d'air**

Le renouvellement de l'air intérieur peut être assuré par les défauts d'étanchéité, des grilles de ventilation et l'ouverture des fenêtres dans les maisons anciennes ou par l'installation d'une ventilation naturelle ou d'une ventilation mécanique contrôlée (VMC) dans les habitations plus récentes.

Son apport est essentiel :

- assurer un débit suffisant d'air neuf,
- contribuer à l'hygiène de vie des occupants en évacuant les odeurs, les agents biologiques qu'ils génèrent et les polluants chimiques émis par matériaux et systèmes de combustion,
- éviter les désordres dus à une humidité intérieure excessive.

L'optimisation du système de ventilation, sa bonne prise en compte dès la conception d'un ouvrage, ou sa bonne maintenance, apparaissent donc incontournables au regard de ces enjeux.

CHAPITRE 1 : MATERIAUX DE CONSTRUCTION ET D'AMEUBLEMENT

I. Introduction

« **Produits de construction : les labels en mal de santé** », Journal de l'Environnement, 17 janvier 2005 [9].

« Les labels sur les produits de construction ne sont pas nombreux et se focalisent surtout sur les impacts environnementaux, bien moins sur les risques sanitaires. Pourtant, le grand défi des professionnels de la construction sera davantage la santé publique et l'air intérieur dans les années à venir, selon la Fédération Française du Bâtiment (FFB) qui évoque la création prochaine d'un étiquetage environnemental.

Au sein de la Fédération Française du Bâtiment (FFB), on distingue trois types de label dans les produits de construction. Le **label auto-déclaratif** ne vaut que pour l'entreprise qui l'a créé pour son propre compte, l'**écolabel** comme la marque NF Environnement, et l'**étiquetage environnemental**. NF Environnement ne concerne que les peintures, vernis et produits connexes prêts à l'emploi, utilisés par les particuliers et les professionnels. « Mais cette marque est insatisfaisante, les contraintes exigées des industriels sur les peintures ne sont pas suffisamment élevées. Les peintures peuvent émettre jusqu'à 100 grammes par litre (g/L) de COV alors que certaines parviennent à descendre jusqu'à 15 g/L. D'autant plus que ces 100 g/L s'appliquent autant à l'extérieur qu'à l'intérieur des bâtiments où les teneurs sont plus fortes car l'endroit est clos ! », explique Suzanne Déoux, docteur en médecine et auteur du « Guide de l'habitat sain » [10]. Les exigences imposées par l'Ecolabel européen sur les peintures intérieures sont plus importantes puisqu'elles impliquent une teneur de moins de 30 g/L de COV. « Le problème des peintures à 15 g/L ne réside pas dans sa formule, elle est prête depuis 30 ans, mais dans les marges plus faibles que les fabricants vont réaliser », poursuit Suzanne Déoux.

La FFB explique la restriction de produits marqués NF Environnement par la durée de vie courte des produits généralement étiquetés par la marque. Le bâtiment utilise des matériaux qui doivent résister au temps sans compter les difficultés liées à leur mise en œuvre. Pourtant certains pays ont su mettre en place un système national d'écolabel efficace pour limiter les impacts environnementaux et sanitaires et en particulier pour protéger les consommateurs finaux des émissions excessives et irritantes produites par les matériaux. Par exemple, en Allemagne, 173 familles de produits pouvaient obtenir « l'Ange bleu » en juin 2004. Et il s'agit d'un marché dynamique puisque la part de marché des peintures à faibles émissions était de 60% en 1995, contre 1% en 1981. « Le public suit, mais en France l'opinion n'a pas été éduquée sur le sujet, les industriels n'ont donc pas de pression pour évoluer », dénonce le médecin. [...] »

Une note dédiée aux écolabels officiels (NF Environnement et Ecolabel européen) se trouve en **Annexe 1**.

II. Panneaux de bois

➔ PREMIERE ETAPE : Fabrication

L'industrie française des panneaux occupe le deuxième rang européen derrière l'Allemagne. Au cœur des forêts vosgiennes et jurassiennes, l'Est est la seconde zone géographique d'implantation après l'Aquitaine. [11]

Divers types et densités de panneaux peuvent être obtenus en utilisant différentes propriétés physiques du bois et en faisant varier le type et la quantité de résine employée. Cette résine ou liant est ajoutée afin de donner au panneau la cohésion qui permet sa forme et sa force. Cette activité est donc particulièrement consommatrice de colles.

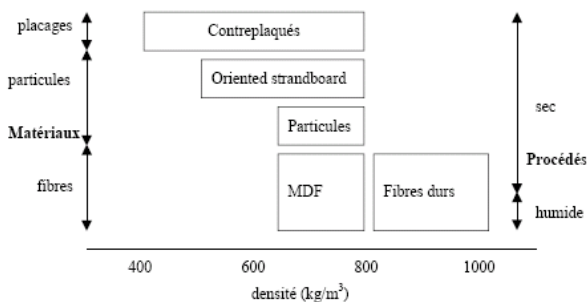


Figure 2 : Les différents types de panneaux de bois [12]

La quantité de colle nécessaire dépend de l'essence de bois, de son humidité, etc.

Il s'agit de polymères organiques pouvant avoir une origine naturelle ou synthétique. Cinq catégories de résines peuvent être distinguées :

- les thermodurcissables (polymérisent à chaud) : **urée-formol**, **phénol-formol**...
- les thermoplastiques : colles néoprène, polyamides...
- les colles en émulsion : vinyliques...
- les colles thermofusibles à base de cire ou paraffine
- les colles naturelles : caséines...

Parmi les catégories de résines citées ci-dessus, les résines thermodurcissables sont les plus couramment employées.

Malheureusement, leur constituant de base est le formaldéhyde et de ce fait, en se décomposant, ces résines contenues dans le panneau peuvent émettre du formaldéhyde dans l'air ambiant.

Les résines conventionnelles à base de formol largement employées dans l'industrie de fabrication des panneaux à base de bois sont les suivantes :

- **Urée-Formaldéhyde (UF)**

La résine UF est la plus largement employée car c'est la plus économique, elle est peu colorée voire incolore et convient pour les panneaux destinés aux emplois intérieurs.

En revanche, vue sous un angle sanitaire, c'est la résine qui émet le plus de formaldéhyde car elle est peu stable sous l'effet de l'humidité et de la chaleur.

- **Phénol-Formaldéhyde (PF)**

Les résines phénoliques coûtent plus chères mais assurent une cohésion résistante à des conditions plus sévères d'humidité et de chaleur, elles sont donc plus durables.

En effet, cette résine a une structure moléculaire plus stable que l'urée-formaldéhyde et ne réagit pas aux fluctuations de la température ambiante, ce qui diminue considérablement les émissions.

- **Mélamine-Formaldéhyde (MF)**

Il en est de même que pour les résines phénoliques. Elles sont plus chères mais durent plus longtemps et résistent mieux à des conditions plus sévères.

- **Mélamine-Urée-Formaldéhyde (MUF)**

Les résines UF sont combinées à de la mélamine pour les applications nécessitant une résistance à la chaleur, à la lumière, à l'humidité ou à l'eau ou pour les applications nécessitant un degré élevé de dureté.

Par ailleurs, des résines pour limiter les émissions de polluants sont à l'étude et certaines sont déjà utilisées.

C'est le cas notamment de la résine **MDI (Diisocyanate de diphenyl méthane)**. Cette substance est une matière première utilisée dans la fabrication de nombreux produits polyuréthanes tels que des mousses, des matières plastiques, des colles, des peintures et des vernis.

Cependant, il faut être prudent car même si cet adhésif ne contient pas de formaldéhyde, il contient des isocyanates qui sont nocifs par inhalation et peuvent entraîner une sensibilisation [13].

De nouveaux procédés sont à l'étude...

Des chercheurs de l'INRA de Montpellier ont mis au point une « résine » à partir de matières premières agricoles pour la réalisation de panneaux de particules de bois aggloméré ou de matériaux composites à base de fibres naturelles [14].

Un fabricant allemand a également développé un procédé à partir de chutes et déchets de bois durs ne nécessitant aucune colle. La mise en œuvre de puissantes presses et de moules spéciaux permet la transformation moléculaire des matières premières au cours de ce traitement à haute pression et à température très élevée.

➔ SECONDE ETAPE : Vers l'ameublement

Dans l'industrie de l'ameublement, trois grands domaines d'emploi de colles peuvent être identifiés :

- le collage de placage fin (feuille de bois noble) sur bois ou panneaux
- l'habillage
- l'assemblage du meuble

- Pour le premier domaine d'emploi, les colles vinyliques et **urée-formol** (ou phénol-formol) sont utilisées pour le collage des champs.



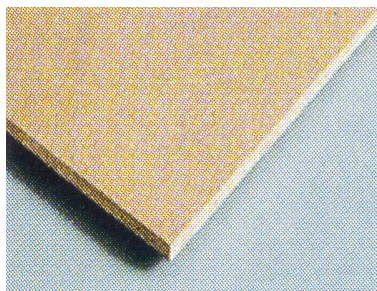
- Le deuxième domaine, l'habillage, consiste à recouvrir un panneau de produits décoratifs (papiers, films PVC, etc.). Ces produits sont alors appelés des mélaminés ou stratifiés. Diverses colles peuvent être utilisées : vinyliques, **urée-formol**, phénol-formol, néoprène, polyuréthanes, acryliques, etc. Cette opération est en général effectuée par les fabricants de panneaux.

- Enfin pour l'assemblage, les colles vinyliques et néoprène sont prépondérantes. Des vernis et des laques sont également employés lors de la finition [12].

L'aspect et la finition de ces panneaux (brut, poncé, habillé, etc.) diffèrent suivant leur destination (ameublement, cloisons, plafonds, etc.). La gamme des produits de revêtement est donc très large.

A. Panneaux de particules

(a) Panneaux de particules (agglomérées)



Description :

Il s'agit de panneaux constitués de particules de bois (grands copeaux, particules, copeaux de rabotage, sciures) et/ou autre matériau lignocellulosique en forme de particules (amas de chanvre, amas de lin, fragments de bagasse). Ces copeaux de bois ou de résidus sont agglomérés à l'aide d'un adhésif.

La fabrication des panneaux de particules permet un recyclage des résidus provenant essentiellement de scieries et de coupes de bois d'éclaircie. Les déchets de scierie constituent jusqu'à 90% du matériau. Ces déchets nécessitent d'être transformés en copeaux de l'ordre du centimètre ou d'une dizaine de centimètres pour les panneaux OSB (cf. point suivant). Leurs surfaces lisses se prêtent à une grande diversité de finition : peintures, vernis, revêtements avec divers matériaux tels que des placages fins, des feuilles plastiques, des papiers décoratifs, etc.[12]

Résines utilisées :

La résine d'urée-formaldéhyde est la plus fréquemment utilisée. La MUF peut également être employée.

Utilisations :

Les panneaux de particules sont largement utilisés comme âme de placage, comme élément d'ameublement (en particulier les étagères et les armoires) et comme lambris. Ils sont aussi employés comme sous-face de planchers et pour le coffrage du béton.

Spécifications : formaldéhyde

La norme NF EN 312 prescrit les exigences à respecter pour les panneaux de particules liées à la résine et non revêtus. A la sortie d'usine, les panneaux de particules doivent satisfaire à des exigences générales concernant notamment les dimensions, l'humidité et le potentiel d'émission en formaldéhyde. Deux classes sont définies en termes de dégagement ou de teneur en formaldéhyde :

Classe	Méthode d'essai	
	NF EN 120 Teneur	NF ENV 717-1 Dégagement
E1	≤ 8 mg/100 g de panneau sec	≤ 0,124 mg/m ³ air
E2	> 8 mg/100 g de panneau sec et ≤ 30 mg/100 g panneau sec	> 0,124 mg/m ³ air

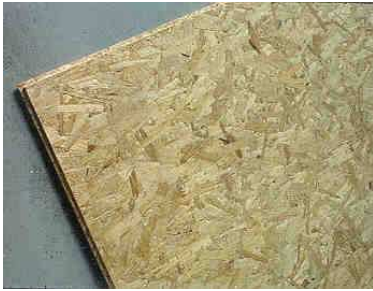
Tableau 1 : Classes de dégagement/teneur en formaldéhyde définies dans la norme NF EN 312 [15]

Les panneaux de particules utilisés dans la fabrication de meubles de cuisine ou de salle de bains sont généralement revêtus, stratifiés ou mélaminés et libèrent de ce fait moins de formaldéhyde que les panneaux nus. Mais il est important qu'ils soient stratifiés sur toutes les faces.

Réglementation étrangère :

En Allemagne depuis 2004, seuls les panneaux de classe E1 sont autorisés en usage intérieur, car ils respectent la réglementation en vertu de laquelle le formaldéhyde émis ne doit pas entraîner dans la pièce une concentration en formaldéhyde supérieure à 0,1 ppm (~120 µg/m³) [16].

(b) Panneaux de particules orientées (OSB)



Description :

OSB signifie Oriented Strand Board ou panneaux à lamelles minces orientées. Ce sont des panneaux de particules nés à la fin des années 70 en Amérique du Nord, et aujourd'hui fabriqués partout en Europe.

Les propriétés de l'OSB proviennent du procédé de fabrication lui-même. Les lamelles de bois sont encollées puis réparties en plusieurs couches, orientées différemment pour optimiser la résistance et la stabilité du panneau. Le matelas de lamelles est ensuite cuit à haute température et pression, de façon à créer un panneau de structure, dense, résistant, stable dimensionnellement.

Différentes classes de panneaux ayant une tenue et une résistance aux intempéries variables en fonction des applications, intérieures et extérieures notamment, sont fabriquées (OSB 1 à 4).

Résines utilisées :

Les résines utilisées généralement sont les PF, les MUF et les pMDI, tous ces liants ayant des propriétés de résistance à l'humidité. Il est courant aussi d'avoir une combinaison de ces liants.

Utilisations :

En construction : murs en ossature bois, planchers, toitures, solives.

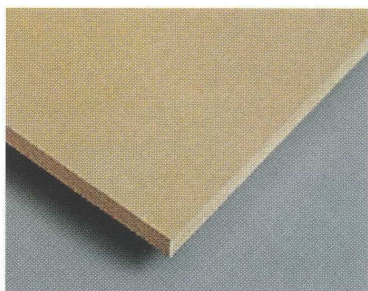
En agencement et décoration : bibliothèque, placards, mobilier divers, âme des meubles plaqués, cloisons, sous-finition (avant la pose du carrelage par exemple).

Spécifications : formaldéhyde

La norme européenne NF EN 300 donne les définitions, une classification et prescrit les exigences pour les panneaux de lamelles minces, longues et orientées (OSB). Concernant les classes d'émission de formaldéhyde, elles sont identiques à celles indiquées dans le tableau 2 (voir page précédente).

D'autre part, les OSB non revêtus, fabriqués avec des résines PF ou MDI, en raison de leur stabilité chimique, n'ont pas besoin de faire un essai pour le formaldéhyde et sont automatiquement classés E1. Les panneaux non revêtus produits en Europe sont généralement de la classe E1 [17].

B. Panneaux de fibres



Description :

Les panneaux de fibres de bois sont des matériaux en plaque d'une épaisseur égale ou supérieure à 1,5 mm, obtenus à partir de fibres lignocellulosiques avec application de chaleur et/ou de pression. Ces produits peuvent contenir un liant synthétique ainsi que d'autres additifs.

Les panneaux de fibres se déclinent en différentes densités, offrant ainsi une grande polyvalence d'emplois.

Les panneaux de fibres sont globalement classés selon leur procédé de fabrication :

- panneaux obtenus par procédé à sec, aussi appelés panneaux à moyenne densité (MDF)
- panneaux obtenus par procédé humide et classés selon leur masse volumique : panneaux isolants (SB), panneaux mi-durs (MB) et panneaux durs (HB).

Un récapitulatif de tous les types de panneaux de fibres est fourni dans le tableau ci-dessous.

Type de panneau de fibres	MDF	isolant	mi-dur	dur
Procédé de fabrication	à sec	humide	humide	humide
Masse volumique (kg/m ³)	>= 600	230-400	400-900	>= 900
Résine principalement utilisée (autres résines)	UF (PF, MUF, pMDI)			
Normes contenant les spécifications particulières	NF EN 622-5	NF EN 622-4	NF EN 622-3	NF EN 622-2
Utilisations	Aménagement intérieur : éléments acoustiques, parquets contrecollés, habillages divers... Industrie du meuble : cuisine, salles de bain, bibliothèques, placards, petit mobilier... Agencement de bureaux, de commerces ou d'espaces d'accueil.			

Tableau 3 : Caractéristiques des panneaux de fibres

Spécifications : formaldéhyde

La norme européenne NF EN 622-1 prescrit des exigences pour quelques caractéristiques qui sont communes à tous les types de panneaux de fibres non revêtus. A la sortie d'usine, ces panneaux doivent satisfaire à des exigences générales concernant notamment les dimensions, l'humidité et le potentiel d'émission en formaldéhyde. Deux classes sont définies en termes de dégagement ou de teneur en formaldéhyde :

Classe	Méthode d'essai	
	NF EN 120 Teneur	NF ENV 717-1 Dégagement
E1	≤ 8 mg/100 g de panneau sec	≤ 0,124 mg/m ³ air
E2	> 8 mg/100 g de panneau sec et ≤ 30 mg/100 g panneau sec	> 0,124 mg/m ³ air

Tableau 2 : Classes de dégagement/teneur en formaldéhyde définies dans la norme NF EN 622-1 [18]

Les panneaux MDF, dont la colle UF représente jusqu'à 9 % du poids, dégagent encore plus de formaldéhyde que les panneaux de particules [19]. Ils sont généralement reconnus comme étant les produits en bois pressé ayant l'émission de formaldéhyde la plus élevée [20].

C. Panneaux de contreplaqué

Description :

Le contreplaqué est constitué de plusieurs feuilles de placage déroulées, épaisses de 0,8 à 4 mm, collées les unes sur les autres en croisant le sens du fil du bois (voir figure ci-dessous).

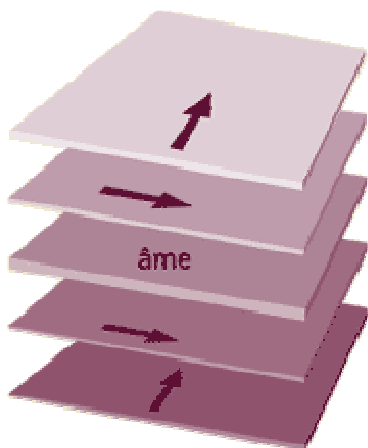


Figure 3 : Schéma d'un panneau de contreplaqué

Les feuilles sont disposées autour d'un pli central appelé **âme** (souvent en bois tendre), leur nombre est ainsi toujours impair pour garantir un bon équilibre au panneau. L'épaisseur d'un panneau dépend donc du nombre de plis et de l'épaisseur des feuilles de placage qui le composent.

Pour la construction, les essences les plus courantes sont les résineux, l'okoumé, le peuplier, le hêtre. Le moabi, le sipo ou le teck sont aussi utilisés.

Pour l'ébénisterie (essences fines), le choix est vaste : châtaignier, chêne, noyer, hêtre, merisier, poirier, bouleau, charme, bois précieux...

Résines utilisées :

Le type de résine utilisée va dépendre de plusieurs critères : milieu d'utilisation du panneau, qualité de collage, type de bois...

Qualité du collage

Les normes EN 636-1, 2 et 3 définissent 3 classes d'utilisation :

- la classe 1 (EN 636-1) utilisation en intérieur en l'absence d'humidité,
- la classe 2 (EN 636-2) utilisation en intérieur en présence d'humidité,
- la classe 3 (EN 636-3) utilisation en extérieur, résistant aux intempéries.

La principale distinction entre ces différentes classes est la qualité du collage.

Classe 1

On utilise le contreplaqué de classe 1 pour tous les travaux d'intérieur excepté la construction de charpentes. Il est communément fabriqué avec un parement de qualité décorative et un contre-parement de qualité inférieure. Les contreplaqués intérieurs sont assemblés avec de la colle UF. La plupart de ces panneaux sont destinés à l'utilisation dans un environnement sec : fabrication de meubles ou cloisonnement.

Classe 2

Les panneaux de classe 2 sont assemblés avec de la colle MUF et servent dans des conditions d'exposition partielle aux intempéries (utilisation dans les cuisines ou les salles de bains par exemple).

Classe 3

Les panneaux fabriqués pour être totalement exposés aux intempéries et à l'eau bouillante sont assemblés avec un adhésif de couleur rouge foncée, la résorcine-formaldéhyde ou la phénol-résorcine-formaldéhyde [21].

Type de bois

Les contreplaqués de feuillus (bois dur) contiennent des résines à base d'urée-formaldéhyde (UF) alors que les contreplaqués de résineux contiennent des résines à base de phénol-formaldéhyde (PF), plus stables chimiquement que les résines UF et donc moins sensibles aux fluctuations de température et d'humidité.

Utilisations :

Dans la construction : sous-face de planchers, cloisons, plafonds, supports de toiture...
 Dans l'ameublement : armoires, étagères, meubles de cuisine, habillage de lavabos et baignoires...

Spécifications : formaldéhyde

Les normes faisant référence au contreplaqué sont nombreuses.

Toutes ces normes permettent aux fournisseurs de proposer différentes classes de panneaux en contreplaqué sur le marché selon différents critères (type de collage, qualité du collage, aspect des faces, milieu d'utilisation...).

La norme européenne NF EN 636 prescrit les exigences des panneaux contreplaqués pour usage général ou application en structure utilisés en milieu sec, humide ou extérieur (exigences générales : tolérances dimensionnelles, caractéristiques mécaniques, dégagement de formaldéhyde).

La qualité des panneaux contreplaqués, vis-à-vis des émissions en formaldéhyde, est définie selon la norme européenne NF EN 1084 par la méthode d'analyse des gaz. Les classes de dégagement de formaldéhyde y sont spécifiées de la manière suivante [22] :

Classe A \leq 3,5 mg HCHO/m².h

Classe B \leq 8 mg HCHO/m².h

Classe C $>$ 8 mg HCHO/m².h

Il est important de noter que les panneaux de contreplaqué à base de colle phénol-formaldéhyde (PF) appartiennent en général à la classe A.

Réglementation étrangère :

Quelques divergences d'ordre national sont à souligner concernant la norme européenne EN 1084.

En Allemagne par exemple, les classes de dégagement de formaldéhyde B et C ne sont pas admises et la classe A a pour seuil 2,5 mg HCHO/m².h en valeur moyenne (moyenne glissante sur une demi-année). Des divergences semblables sont également présentes en Autriche, au Danemark et en Suède [22].

D. Récapitulatif des normes et labels environnementaux existants

Les normes européennes citées dans les tableaux précédents et relatives aux exigences pour les panneaux de bois sont récapitulées dans le tableau 4.

	CONTREPLAQUES		PARTICULES		FIBRES	
	Feuillus	Résineux	OSB	autres : agglomérées	MDF	autres
Détermination de la teneur/du dégagement en formaldéhyde : Normes d'essais	NF EN 120 : Détermination de la teneur en formaldéhyde - Méthode par extraction dite méthode au perforateur NF ENV 717-1 : Détermination du dégagement de formaldéhyde - Emission de formaldéhyde par la méthode à la chambre NF EN 717-2 : Détermination du dégagement de formaldéhyde - Dégagement de formaldéhyde par la méthode d'analyse de gaz					
Valeurs des exigences à respecter dont potentiel en formaldéhyde	NF EN 636-1 à 636-3		NF EN 300	NF EN 312	NF EN 622-1 à 622-5	
Classes de dégagement / teneur en formaldéhyde	NF EN 1084 (selon NF EN 717-2) : Classe A HCOH < 3,5 mg/m ² .h Classe B HCOH < 8 mg/m ² .h Classe C HCOH au delà de 8 mg/m ² .h		Classe E1 : <= 8 mg/100g de panneau sec (valeur au perforateur selon EN 120) ou dégagement <= 0,124 mg/m ³ air (valeur d'émission en régime stabilisé selon ENV 717-1) Classe E2 : entre 8 et 30 mg/100g de panneau sec (valeur au perforateur selon EN 120) ou dégagement > 0,124 mg/m ³ air (valeur d'émission en régime stabilisé selon ENV 717-1)			
Réglementation étrangère	En Allemagne, les panneaux de bois sont classés en 3 catégories E1, E2 et E3 suivant leur utilisation et leur émission de formaldéhyde. Seuls les panneaux de classe E1 sont autorisés en usage intérieur, car ils respectent la réglementation en vertu de laquelle le formaldéhyde émis ne doit pas entraîner dans la pièce une concentration en formaldéhyde supérieure à 120 mg/m ³ . Pour être utilisables en intérieur, les panneaux de type E2 et E3 doivent être stratifiés ou recouverts d'un vernis étanche limitant leur émission en formaldéhyde.					

Tableau 4 : Récapitulatif des normes et des classes de dégagement de formaldéhyde associées aux différents panneaux de bois

Les normes récapitulées ci-dessus ne font pas office de loi et servent uniquement de référence. En effet, il y a un certain nombre de domaines dans lesquels les normes peuvent être rendues obligatoires par arrêté ministériel lorsque cela se justifie, mais pour d'autres produits et services comme ici les panneaux de bois, être conforme à la norme est un « plus ».

➔ LABELS FRANCAIS

➤ Marque NF Environnement

NF 217 : Ameublement

Les Règles de certification de la Marque NF Environnement Ameublement s'appliquent aux :

- mobilier de bureau
- mobilier d'éducation
- mobilier de collectivité
- mobilier domestique

Cela correspond à des produits tels que des sièges, des bancs, des bureaux, des meubles de rangement, des tables, des armoires, etc.

Le critère ayant trait aux émissions de formaldéhyde concerne les «panneaux agglomérés à base de bois défibré ou fragmenté». La définition des exigences à respecter est la suivante :

« Les panneaux à base de bois contenant du formol (panneau de particules, OSB, MDF, contreplaqué, panneau de fibres...) devront faire partie de la classe E1. »

Tous les meubles certifiés NF Environnement Ameublement répondent donc à la classe E1. [25]

A titre d'exemple, tous les critères d'exigence pour la marque NF Environnement pour l'ameublement sont cités en **Annexe 2**.

NF 300 : Profilés de décoration et d'aménagement à l'usage des consommateurs

Cette marque s'applique notamment aux profilés, plinthes, encadrements de tableau, étagères, lames de parquet... Parmi les critères écologiques spécifiques à respecter, un critère concerne la réduction des émissions de formol et l'absence d'émission de MDI. Il s'applique à des produits plaqués bois, à base de bois défibré ou fragmenté.

Les produits utilisant de l'urée-formol doivent faire partie de la classe A pour les panneaux contenant du formol (< 8 mg/100 g de panneau sec), selon le classement défini dans la norme européenne NF EN 622-1 datant d'août 1997. Cette norme ayant été remplacée par la NF 622-1 d'août 2003, il s'agit maintenant de respecter la classe E1 (< 8 mg/ 100 g de panneau sec).

➤ Marque NF Produits industriels et grand public

NF 022 : Ameublement – Mobilier domestique

Elle concerne le mobilier meublant, les sièges, le mobilier de cuisine et le mobilier de salles d'eau à usage domestique.



Figure 4 : Logo de la Marque NF Ameublement

Selon sa conception et ses performances, le produit conforme est classé dans l'une des trois catégories de la Marque : Référence, Exigence et Prestige.

Mobilier meublant et sièges :

Les spécifications pour le formaldéhyde sont les mêmes pour les trois catégories : les panneaux de particules (selon la norme NF EN 312) et les panneaux MDF (selon la norme NF EN 622-1) sont certifiés E1.

Cependant, aucune indication n'est fournie dans les prescriptions techniques concernant les autres types de panneaux (contreplaqué...) et la colle utilisée pour coller les revêtements et les placages.

Cuisines et salles d'eau :

Pour les meubles de cuisine et de salle d'eau, seuls deux niveaux de qualité sont utilisés pour la certification : NF Référence et NF Exigence. Les prescriptions spécifiques au formaldéhyde sont uniquement valables pour le niveau **NF Exigence** et certifient que les panneaux de particules, les panneaux de fibres et les panneaux surfacés mélaminés sont de classe E1.

NF 293 : Bureau – Sécurité confortique

Elle concerne les meubles de rangement, les sièges, les tables, les bureaux, les cloisons et le matériel de classement et d'archivage.

Les panneaux de bois utilisés pour la fabrication des tables et meubles de rangement doivent avoir une teneur limitée en formaldéhyde (classement E1 ou équivalent prouvé par un laboratoire accrédité).

NF 372 : Mobilier professionnel

NF Mobilier Professionnel est la certification officielle de conformité aux normes françaises pour tous les mobiliers utilisés en milieu professionnel. Ces mobiliers appartiennent généralement à des structures collectives et les utilisateurs sont multiples. [26]

Sous l'appellation générique NF MOBILIER PROFESSIONNEL se déclinent quatre principaux secteurs d'applications indiquées dans le tableau 5 ci-contre.

Concernant les émissions de formaldéhyde, tous les panneaux ou équivalents dérivés du bois sont conformes à la classe E1.

NF 071 : Panneaux contreplaqués

Pour information, la marque NF Contreplaqué concerne uniquement les panneaux contreplaqués destinés à une utilisation extérieure ou à une utilisation coffrage.

Les panneaux destinés à un usage extérieur peuvent être testés en termes de dégagement de formaldéhyde mais cette caractéristique est optionnelle. De plus, les panneaux peuvent être classés E1 ou E2 selon la norme EN 13986.

La liste de tous les fabricants titulaires des certifications NF et NF Environnement citées ci-dessus sont disponibles sur le site internet de la marque NF [25].





<p>NF Mobilier Collectivité</p> 	<p>accueil, hébergement, restauration de structures collectives...</p>
<p>NF Mobilier Education</p> 	<p>établissements d'enseignement (éducation scolaire, enseignement supérieur...)</p>
<p>NF Mobilier Santé</p> 	<p>maison de retraite, maison de repos, hôpitaux,...</p>
<p>NF Mobilier Technique</p> 	<p>entreprises, ateliers de production ou de maintenance, laboratoires...</p>

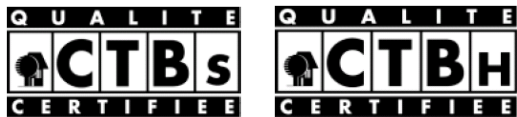
Tableau 5 : Secteurs d'application de la marque NF Mobilier professionnel

➤ **Certifications du Centre Technique du Bois et de l'Ameublement (CTBA)**

Le CTBA est propriétaire de la Marque CTB et de ses déclinaisons. Il est également mandaté par l'AFNOR pour la gestion de nombreuses applications de la Marque NF (notamment pour les Marques NF 217 et NF 022 citées plus haut) et pré-notifié par les pouvoirs publics français pour le marquage CE sur des produits de construction.

➤ **Marquage CTB-S et CTB-H : panneaux de particules**

Les Marques CTB-S et CTB-H concernent uniquement les panneaux de particules. La marque CTB-S s'applique aux panneaux destinés aux usages en milieu sec alors que la marque CTB-H s'applique aux panneaux destinés essentiellement aux emplois du bâtiment nécessitant un bon comportement à l'humidité.



Depuis 2006, tous les panneaux sous Marque CTB-S et CTB-H devront obligatoirement et uniquement être de classe E1.

A noter que la présence de la Marque sur un panneau diversement revêtu ne concerne et ne couvre que la fabrication du panneau « support » et non celle du panneau revêtu.

La liste des fabricants certifiés CTB-H ou CTB-S est indiquée sur le site internet du CTBA [27].

➤ **Certifications individuelles**

Dans les domaines où il n'existe pas de Marque collective de certification, le CTBA développe des certifications individuelles permettant aux entreprises de faire valoir leurs spécificités sur le marché. La liste des fabricants de panneaux et de leurs produits certifiés E1 est diffusée par le CTBA. Il s'agit de panneaux destinés au domaine de la construction.

➤ **Base INIES (INformations sur l'Impact Environnemental et Sanitaire)**

Il s'agit d'une base de données qui présente une information synthétique sur les impacts environnementaux et sanitaires d'un produit ou d'une famille de produits (cloisons, revêtements...). Cette base est consultable sur internet depuis décembre 2004 et les fiches produits sont ajoutées sur simple demande du fabricant (après passage par une procédure d'admission). Malheureusement, le nombre de produits ajoutés progresse peu et actuellement une centaine de produits sont répertoriés. [28]

➔ LABELS ETRANGERS

Il peut être intéressant de reconnaître les écolabels étrangers puisque certains se retrouvent sur le marché français.

➤ L'Ange Bleu - Allemagne

L'Allemagne a été le premier pays à mettre en place un système national d'écolabel en 1977. Celui-ci est actif depuis lors et est encore un des modèles du genre.



Figure 5 : Logo du label allemand « Ange Bleu »

La norme qualité allemande concernant les panneaux de bois est la « RAL-UZ 76 : Low-emission Composite Wood Panels ». Elle a été mise à jour en février 2005 et certifie que le dégagement de formaldéhyde provenant des panneaux certifiés ne dépasse pas 0,05 ppm (62 µg/m³) c'est-à-dire moitié moins que les panneaux classés E1.

Les fabricants de panneaux de bois porteurs de ce label sont disponibles sur le site officiel de l'Ange Bleu [29].

➤ Le Cygne Blanc - Danemark, Norvège, Suède, Finlande, Islande

Le programme a débuté en 1989 en Norvège et en Suède.

La Finlande a rejoint le dispositif en 1990, l'Islande en 1991 et le Danemark en avril 1997.

Les premiers labels ont été décernés en 1991.



Figure 6 : Logo du label « Cygne nordique »

Les critères d'émission pour le formaldéhyde émis par les panneaux de bois sont équivalents à ceux de la classe E1 (< 0,124 mg/m³).


Le développement du marché des produits écolabellisés dépend, pour l'instant, du niveau général de sensibilisation aux problèmes d'environnement. Dans les pays nordiques et en Allemagne, cette sensibilisation est forte depuis de nombreuses années. En France, elle s'accroît régulièrement. Selon une étude de juin 2005, les termes « développement durable » sont connus par 66,7 % des Français, soit une augmentation de 12,4 points par rapport à l'année précédente. Près d'un français sur deux s'implique régulièrement dans des actes favorables au développement durable [30].

➔ DIRECTIVE PRODUITS DE CONSTRUCTION (DPC)

La Directive "Produits de Construction" a été transposée en France par le décret n° 92-647 du 8 juillet 1992 concernant l'aptitude à l'usage des produits de construction. Un arrêté le complète pour désigner respectivement le CSTB (pour le domaine du bâtiment) et le SETRA (pour le domaine du génie civil et des travaux publics) comme organismes français habilités à délivrer des agréments techniques européens.

Ce décret impose l'apposition du **marquage CE** aux produits de construction mis sur le marché, au fur et à mesure que les spécifications techniques harmonisées relatives à ces produits (normes européennes harmonisées et agréments techniques européens) seront disponibles et leurs références publiées par le Journal officiel des Communautés Européennes. Des arrêtés successifs français répercutent ces dispositions communautaires sur le territoire national. Des adaptations réglementaires seront sans doute nécessaires pour tenir compte du contenu des spécifications techniques harmonisées. L'obligation de marquage intervient donc produit par produit. [23]

Le marquage CE constitue le signe visible que les produits qui en sont revêtus ont le droit d'être librement mis sur le marché dans l'espace économique européen. Il est apposé dans tous les cas par le fabricant ou le responsable de la première mise sur le marché et vaut présomption de conformité du produit aux exigences essentielles, en particulier de santé et de sécurité, définies dans la directive concernée.

 Pour obtenir le marquage CE, les produits susceptibles de nuire à la santé ou de présenter d'autres facteurs de risque doivent être testés et validés par des organismes notifiés.

➤ Marquage CE « Panneaux de bois »

Les produits conformes à la norme **EN 13986 « Panneaux de bois destinés à la construction - Caractéristiques, évaluation de conformité et marquage »**, qui date de 2002, peuvent porter le marquage CE. Elle s'applique aux panneaux de particules, contreplaqués, panneaux massifs, OSB et panneaux de fibres (MDF et HDF).

Comme la plupart de ces produits sont utilisés à l'intérieur, dans les lieux de travail ou d'habitation, les émissions de **formaldéhyde** du produit collé doivent être documentées quand la colle utilisée en production contient du formaldéhyde. Mais le marquage CE n'oblige pas les fabricants à se conformer à la classe d'émission E1.

Ce marquage sur les panneaux de bois destinés à la construction est obligatoire depuis le 1^{er} avril 2004 et l'échéance concernant l'écoulement de stocks éventuels avait été fixée au 30 septembre 2004 [24].

III. Peintures, colles et protection du bois

Les produits appliqués à l'état liquide, comme c'est le cas des peintures, vernis, ou produits de traitement et de protection du bois, ont des émissions élevées lors de leur application et la durée d'émission peut varier de quelques heures à plusieurs mois.

A titre d'exemple, trois vernis examinés par l'Environmental Protection Agency (EPA) des États-Unis émettaient toujours des quantités détectables de formaldéhyde plus de 720 heures (un mois) après l'application ; et l'un des trois vernis émettait encore 170 µg/m².h de formaldéhyde 2 762 heures (environ 115 jours) après l'application [5].

Par ailleurs, à la différence des panneaux de bois d'où le plus gros danger provenait des résines à base de formaldéhyde utilisées pour leur fabrication, les peintures peuvent contenir d'autres produits nocifs. C'est pourquoi dans cette partie sera traitée non seulement la « problématique formaldéhyde » mais aussi les dangers provenant d'autres produits (COV, métaux) car même si une peinture ne contient pas de formaldéhyde, elle peut comporter d'autres produits dangereux pour la santé.

A. Peintures intérieures

(a) Définitions et état des lieux

On distinguera dans cette partie les peintures en solvants (à l'huile), à l'eau et naturelles.

Même si elles sont beaucoup moins employées qu'auparavant en raison de la politique actuelle visant à réduire les émissions de COV dues à l'utilisation de solvants organiques dans les peintures, les peintures à l'huile (glycérophtaliques) ont encore leur utilité. En outre, beaucoup de gens trouvent qu'elles sont plus esthétiques que les peintures à l'eau.

Mais c'est sans compter les qualités des peintures à l'eau actuelles qui ont rapidement conquis professionnels et particuliers puisqu'il s'agit désormais de la peinture la plus utilisée à l'intérieur.

Les peintures naturelles quant à elles, sont composées de matières premières provenant principalement de ressources naturelles renouvelables. Les offres pour ces peintures dites écologiques se multiplient sur le marché.

(b) Composition

Qu'elle soit synthétique ou naturelle, une peinture contient toujours les mêmes ingrédients de base :

➤ Le liant (encore appelé médium ou base)

C'est le composant principal de la peinture. Il sert à lier entre eux les ingrédients de la peinture et à lier la peinture au support.

➤ Les solvants

Ils servent à dissoudre ou à diluer le liant pour rendre la peinture plus fluide et plus facilement applicable. Les solvants s'évaporent pendant la phase de séchage et sont ainsi émis dans l'air ambiant.

➤ Les pigments

Il s'agit de solides pulvérulents de granulométrie très fine qui confèrent l'opacité et la couleur à la peinture.

Si les peintures naturelles se contentent de ces éléments de base (liants, solvants et pigments), les peintures classiques contiennent aussi des additifs chimiques qui leur confèrent diverses propriétés et donnent les textures mates, brillantes ou satinées.

➔ PEINTURES CLASSIQUES

Dans ces peintures, **les liants** sont des **résines organiques** de synthèse. Souvent, une peinture renferme plusieurs types de liants qui sont associés entre eux. Les principaux liants sont énumérés dans le tableau suivant :

Acryliques
Alkydes, alkydes modifiés
Aminoplastes (Urée-formol ou Mélamine-Formol)
Cellulosiques et dérivés
Epoxydiques
Formophénoliques
Huiles siccatives
Polyamides
Polyesters insaturés
Polyuréthanes
Produits bitumeux
Silicones
Vinyliques

Tableau 6 : Nature des liants synthétiques utilisés en peinture [31]

Parmi ces liants, les plus couramment utilisés sont les acryliques et les alkydes (ou glycérophthaliques). L'acrylique, grâce à son hydrosolubilité, permet d'utiliser l'eau comme solvant c'est pourquoi une peinture à l'eau est communément appelée « peinture acrylique ». La « peinture glycéro » correspond elle à une peinture à base de résine alkyde nécessitant la plupart du temps des solvants organiques. Cependant, de plus en plus de peintures « glycéros » utilisent l'eau comme solvant.

Dans les peintures synthétiques à l'huile, les **solvants** sont des liquides **organiques** de synthèse que l'on peut regrouper en cinq familles distinctes :

- les hydrocarbures (dont le white-spirit)
- les alcools
- les éthers de glycol
- les esters
- les cétones

Les peintures à l'eau quant à elles contiennent **un mélange d'eau et de solvants**. En effet, pour que les peintures soient effectivement diluables dans l'eau, les fabricants y ajoutent de faibles quantités de co-solvants organiques de synthèse (5 à 20%) qui sont en général des alcools ou des éthers de glycol [31].

Si le liant est en émulsion (particules en dispersion) dans le mélange eau/solvants, on parle de peinture **hydrodiluable** alors que si le liant est en solution dans ce mélange, on parlera plutôt de peinture **hydrosoluble**. [32]

Les pigments sont soit minéraux et habituellement regroupés par couleur (oxyde de titane pour le blanc, oxyde de chrome pour le vert...) soit organiques et correspondant à plusieurs centaines de formules chimiques différentes (beaucoup de dérivés du benzène).

Les additifs sont constitués de charges (silicates, carbonates...) qui donnent une texture à la peinture, de solvants supplémentaires, de siccatifs qui facilitent le durcissement des huiles ou de plastifiants qui améliorent la souplesse de la peinture.

S'ajoutent à cela divers agents tels que des agents anti-bulles, des catalyseurs, des agents anti-UV...

Peuvent s'ajouter pour les peintures à l'eau des agents épaississants (éthers, polyuréthanes), et des agents biocides pour empêcher la prolifération des bactéries et de champignons dans les pots de peinture : ils augmentent ainsi la durée de conservation du produit.

➔ PEINTURES NATURELLES

Les liants sont des **résines naturelles** (pin, mélèze, peuplier, bouleau...), des huiles végétales (lin, ricin, romarin, lavande...), de la cire d'abeilles, de la caséine (protéine du lait) ou des composants minéraux (chaux, argile, silicates...).

Les solvants utilisés sont généralement des solvants **organiques naturels** d'origine végétale tels que les terpènes (essences de conifères) ou les limonènes (distillats d'agrumes). Il peut aussi s'agir de solvants aqueux.

Plus rarement, il pourra y avoir des solvants organiques de synthèse comme du white-spirit de synthèse par exemple. On parle alors de pseudo-peintures naturelles.

Les pigments sont de nature **minérale** (terre de Sienne, oxydes de fer...), végétale (extraits de valériane, thé, oignon, indigo...) ou animale (cochenille).

(c) Risques pour la santé

L'exposition aux composants des peintures et vernis est essentiellement une exposition par voie respiratoire, notamment lors de l'application, du séchage ou des travaux de finition tel que le ponçage.

Une comparaison est faite entre les peintures classiques (acrylique, glycérophtalique...) et les peintures naturelles.

➔ PEINTURES CLASSIQUES

Les risques dus aux liants, pigments et additifs sont les mêmes que ce soit pour les peintures à l'eau ou les peintures à l'huile. La différence majeure réside dans les types de solvants utilisés.

Même si la majorité des liants ne possède pas de propriété toxicologique sévère, il faut quand même émettre certaines réserves pour quelques liants.

En effet, les **liants** contenus dans les peintures classiques sont des macromolécules qui résultent d'un assemblage stable et régulier de petites molécules appelées monomères. Une fois appliqués, ces monomères se transforment en polymères plus stables et plus résistants. Aucune polymérisation n'étant parfaite, un certain nombre de monomères subsistent comme impuretés. Certains étant volatils, ils se libèrent dans l'air que nous respirons et peuvent être à l'origine de réactions allergiques : irritations des voies respiratoires, des yeux ou de la peau.

Ex : monomères isocyanates pour les peintures à base de résine polyuréthanes, résines époxydiques. [33]

Par ailleurs, les principales responsables des émissions de formaldéhyde sont les peintures contenant des résines aminées et phénoliques. Il a été démontré que les émissions de formaldéhyde se produisent en trois étapes [5] :

- une « bouffée » initiale de désintégration instantanée
- une phase de désintégration rapide
- une phase de désintégration lente, cette dernière durant plus de 300 heures après l'application.

Il faut savoir également que les liants en phase aqueuse présentent souvent une stabilité limitée, ce qui peut favoriser les émissions.

Les solvants organiques de synthèse (hydrocarbures, esters...) peuvent tous provoquer lors de l'inhalation une action narcotique, des vertiges et des troubles digestifs légers qui cessent dès lors que les personnes ne sont plus soumises à l'exposition. A de fortes concentrations, certains peuvent avoir des effets particuliers (atteintes respiratoires, maux de tête...).

De manière générale, les risques dus aux solvants sont en moyenne élevés dans le cas des peintures en solvants, modérés pour les peintures hydrosolubles et faibles pour les peintures hydrodiluable en raison de la présence de faibles quantités de solvants organiques [31].

Concernant les peintures à l'eau, elles peuvent contenir d'autres solvants en quantités limitées tels que les éthers de glycol. L'ensemble des données aujourd'hui disponibles en matière de risque toxicologique conduit à s'orienter vers des peintures sans dérivés de l'éthylène glycol, mais contenant les dérivés du propylène glycol, moins volatils et surtout moins toxiques. Une note à propos des éthers de glycol (description, risques toxicologiques et étiquetage) se trouve en **Annexe 3**.

Les risques dus aux **pigments** et autres solides pulvérulents sont essentiellement présents lors de travaux de finition tels que le ponçage et le perçage. D'une part, de par leur faible granulométrie, ils peuvent induire des surcharges pulmonaires. D'autre part, certains métaux lourds comme le plomb, le chrome et le cadmium sont responsables de pathologies particulières.

Parmi **les additifs ou agents**, deux composés sont souvent indiqués sur les étiquettes de peintures, vernis ou lasures :

- la 2-butanone oxime appelée plus communément **méthyléthylcétoxime**. Elle est incorporée à raison de quelques pour cent dans les produits à base de résines alkydes notamment comme agent anti-peau. Ce composé peut provoquer des irritations oculaires et/ou respiratoires. D'autre part, il est classé cancérigène catégorie 3 au niveau de l'Union Européenne en tant que « substance préoccupante pour l'homme en raison d'effets cancérigènes possibles mais pour laquelle les informations disponibles ne permettent pas une évaluation satisfaisante ».

- les **sels de cobalt** (carboxylates). Ils sont utilisés comme siccatifs (pour accélérer le séchage) et sont sensibilisants par inhalation (peuvent provoquer une réaction allergique).

Toujours parmi les additifs et étant donné que les produits à base d'eau doivent être conservés afin d'éviter la moisissure ou des contaminations par des bactéries dans les pots, des **agents conservateurs** sont nécessaires et le **formaldéhyde** est susceptible de jouer ce rôle. Les isothiazolinones, qui sont des allergènes particulièrement puissants, sont également utilisés comme agents conservateurs.

➔ PEINTURES NATURELLES

Les risques toxicologiques sont faibles voire presque inexistant pour certains produits. Cependant, bien que naturels, les ingrédients ne sont pas forcément inoffensifs.

C'est le cas en effet des **solvants naturels** qui demeurent **agressifs** et peuvent aussi être irritants pour la peau et les yeux, sans toutefois avoir les conséquences à long terme pour la santé provoquées par les solvants organiques de synthèse.

A ce titre, les terpènes, par exemple, peuvent provoquer chez les personnes sensibles ou allergiques, des maux de tête, des irritations des voies respiratoires... Certains limonènes sont considérés comme les principaux responsables d'eczémas allergiques à certains agrumes. Certains fabricants peuvent remplacer les distillats d'agrumes par de l'isooliphate, substance extraite du pétrole, mais débarrassé de ses composés aromatiques toxiques et cancérigènes (benzène, toluène, xylènes...). Ce solvant entre également dans la composition de cosmétiques et médicaments.

L'autre alternative consiste à choisir une peinture naturelle diluable à l'**eau**.

D'autre part, les pigments constituant ces peintures étant naturels, elles ne contiennent pas de métaux lourds.

Enfin, en règle générale, les peintures naturelles ne contiennent pas d'agents biocides toxiques comme le formaldéhyde par exemple.



(d) Labels écologiques



L'Eco-label européen

Le label écologique européen pour les peintures et vernis existe depuis janvier 1996. Les critères s'appliquent aux peintures et vernis de décoration intérieure, à usage professionnel ou amateur. Il peut s'agir de peintures liquides ou pâteuses, teintées et préconditionnées ou de produits de base teintés par le distributeur à la demande du consommateur.

Les critères à l'égard des substances dangereuses pour l'environnement et la santé sont à peu près analogues à ceux de la marque NF Environnement (interdiction de certains métaux lourds et éthers de glycol, teneur en hydrocarbures aromatiques limitée...) avec cependant quelques points positifs supplémentaires. En effet, les exigences imposées par l'Ecolabel européen sur les peintures murales intérieures sont plus importantes puisqu'elles impliquent une teneur de moins de 30 g/L de COV.

En outre, les substances qui libèrent du formaldéhyde ne peuvent être ajoutées que dans des quantités telles que la teneur totale de formaldéhyde « libre » du produit ne dépasse pas 10 mg/kg.

Dans ce contexte, les résultats d'essais réalisés sur 3 peintures arborant l'écolabel européen ont été publiés par le magazine « Que choisir » en mai 2006. Ces tests ont révélés que sur les 3 peintures, 2 émettent du formaldéhyde (en quantité faible) après 1 jour et pratiquement plus après 14 jours. Ces résultats se révèlent fort satisfaisants. Cependant, concernant les COV, il reste beaucoup de progrès à faire car les 3 peintures testées émettent respectivement 110, 540 et 2050 µg/m³ après 14 jours ! [34]

La liste des fabricants et produits certifiés Ecolabel Européen sont disponibles sur leur site internet [35] ou sur le site de l'AFNOR [36].



Marque NF Environnement

La marque NF Environnement peintures, vernis et produits connexes (lasures, enduits...) est un écolabel français qui couvre les peintures, vernis et produits connexes prêts à l'emploi employés à l'intérieur ou l'extérieur et mis en œuvre par le public ou par les applicateurs professionnels. A la date de rédaction de ce rapport, la dernière mise à jour des critères d'attribution du label datait du 6 mai 2005 (ils sont révisés tous les 3 ans).

Ces critères offrent des garanties concernant les métaux lourds (le plomb, l'arsenic, le chrome VI, le cadmium, le mercure sont interdits), la teneur en hydrocarbures aromatiques et en composés organiques volatils (COV). Concernant les COV, une teneur inférieure à 100 g/L est requise pour les peintures d'aspect mat et inférieure à 200 g/L pour les aspects satiné et brillant. D'autre part, certains éthers de glycol particulièrement nocifs sont interdits dans la formulation des produits. C'est donc un progrès dans la fabrication de produits moins polluants, mais les critères restent limités en particulier à l'égard des COV. Par ailleurs, aucun critère spécifique au formaldéhyde n'est présent.

En conclusion, à défaut, les peintures arborant le label NF Environnement ont des exigences de réduction moyennes voire très insuffisantes à l'égard des substances dangereuses pour la santé, mais représentent un premier pas vers des produits moins polluants.

La liste des peintures, vernis et produits connexes certifiés NF Environnement est disponible sur le site de la Marque NF [25].



L'ange bleu (Allemagne)

RAL-UZ 12a : Peintures et vernis faiblement polluants

Cette norme qualité a été mise à jour en février 2006. Les critères vis-à-vis du formaldéhyde sont les mêmes que ceux de l'Ecolabel européen. Les substances qui libèrent du formaldéhyde ne peuvent être ajoutées que dans des quantités telles que la teneur totale de formaldéhyde libre du produit ne dépasse pas 10 mg/kg. [10]

RAL-UZ 102 : Peintures murales faiblement polluantes

Cette norme qualité a été mise à jour en septembre 2003 et concerne uniquement les peintures murales. Les critères vis-à-vis du formaldéhyde sont les mêmes que ceux de la norme précédente (RAL-UZ 12a). Les peintures certifiées sont très nombreuses en Allemagne. La liste des fabricants et produits certifiés est disponible sur le site web du label « Der blauer Engel ». [10]

B. Colles, mastics et produits d'étanchéité

L'usage domestique de colles et de mastics est encore très répandu pour de multiples applications en intérieur : décoration, assemblage, papeterie, pose de revêtements... Pourtant, la plupart des produits que l'on trouve dans le commerce sont de dangereux cocktails toxiques.

La chimie complexe des colles explique les risques très variés lors de leur utilisation mais aussi après leur application. En effet, la composition des colles est semblable à celle des peintures.

La dénomination de la colle correspond souvent au type de **liant** contenu dans la colle. Il en existe une grande variété mais la majorité sont des substances synthétiques (polyuréthanes, acryliques...). Parfois des résines secondaires sont également ajoutées, elles sont destinées à améliorer les caractéristiques de l'adhésif.

Puis, afin de dissoudre le liant ou pour former une dispersion fine, un **solvant** est nécessaire. Les colles en « émulsion » ou en « dispersion » sont à base d'eau avec néanmoins une faible quantité de solvants organiques qui aideront à la formation du film adhésif lors du séchage. Dans les colles en « solution », les liants sont dissous soit dans l'eau soit dans un solvant organique (ou un mélange).

Enfin, comme pour les peintures, les colles contiennent très souvent des **additifs** tels que des agents conservateurs, des agents épaississants, des plastifiants... [37]

(a) **Composition et risques associés**

➔ **QUELQUES TYPES DE COLLES**

Un premier exemple est la colle dite « **de contact** », composée généralement d'un élastomère synthétique dissout dans un solvant organique. Il en existe à base d'eau mais elles sont plus rares.

Ces colles sont utilisées dans le domaine de la décoration ou pour le bricolage, mais aussi pour les petites réparations avec différents matériaux (cuir, matériaux poreux...)

Un exemple-type de colle contact est la **colle néoprène**. Elle peut contenir jusqu'à 70% de solvants organiques ! Elle est également irritante pour la peau et les yeux en raison de la présence d'isocyanates et de chloroprène dans sa composition.

Les colles dites « réactives » ou « rapides » comme les colles **à 2 composants** sont également un exemple. Il peut s'agir de colles époxy ou polyuréthane, utilisées la plupart du temps pour de petites réparations mais aussi pour de plus gros volumes (elles existent également en colles monocomposant). Elles sont composées d'une résine et d'un durcisseur qui doivent être mélangés au moment de l'emploi (cela produit une réaction exothermique).

Pour les colles à base de polyuréthane, des pré-polymères d'isocyanates répertoriés comme pouvant provoquer des troubles respiratoires et cutanés sont susceptibles de se dégager lors du mélange [33].

Les colles époxy quant à elles contiennent comme leur nom l'indique des résines époxydiques qui peuvent provoquer des irritations au niveau de la peau et des voies respiratoires.

Les colles réactives comprennent également les **cianoacrylates** qui sont davantage connues sous le nom de « super glu ». Outre le risque bien connu d'encollage de la peau, les composés de base de la colle que sont le 2-cyanoacrylate de méthyle et le 2-cyanoacrylate d'éthyle sont irritants pour les yeux, les voies respiratoires et la peau [38]. Même si cette colle est généralement utilisée en petites quantités, les effets cités précédemment ne sont pas à négliger.

Il ne faut pas non plus oublier dans la catégorie des colles particulièrement émissives : les colles utilisées dans la fabrication de panneaux de bois qui sont très souvent à base de formaldéhyde (cf chapitre I) et qui constituent une source majeure de ce polluant à l'intérieur des habitations. Pour rappel, il s'agit des **colles urée-formol, phénol-formol, résorcine-formol**, etc. qui sont également appelées « colles aminoplastes » ou « phénoplastes ».

→ COLLES EN PHASE AQUEUSE



Actuellement, les colles que l'on trouve classiquement sur le marché sont les colles **vinyliques, acryliques et/ou blanches en dispersion ou émulsion aqueuse**. Ces

colles sont utilisées pour tous les travaux courants intérieurs (parquets, moquettes...), c'est pourquoi elles sont très sensibles à l'humidité et aux variations brusques de température. Ce sont également les colles utilisées dans les milieux scolaires.

Les résines de base (vinyliques et acryliques) ne présentent pas de toxicité particulière. En revanche, des résines secondaires ajoutées pour renforcer certaines colles peuvent être allergènes ou sensibilisantes.

Les colles en « émulsion » renferment également une petite quantité de solvants organiques (moins de 5%) mais il s'agit généralement d'alcools peu toxiques à l'exception des éthers de glycol (**cf annexe 3**).

Les colles en phase aqueuse comprennent aussi les produits à base de **substances naturelles**. Il s'agit de substances végétales (gommes, latex, amidon, caséine) ou animales (extraits de poisson, gélatine) qui sont solubles dans l'eau.

Par exemple, pour les papiers peints normaux, de plus en plus de colles sont constituées de substances naturelles telles que la cellulose ou l'amidon (colle « amyliacée »).

Une préparation en phase aqueuse est plus fragile et contient de ce fait des agents biocides (formaldéhyde par exemple) présentant souvent des risques toxicologiques élevés.

Une solution est de sélectionner des produits secs (en poudre) qui sont mélangés au moment de la pose.

→ MASTICS ET PRODUITS D'ETANCHEITE

Les mastics sont des produits pâteux possédant la propriété d'adhérer aux parois du support avec lequel ils sont en contact, tout en gardant leur structure souple (alors que les colles durcissent).

Les mastics utilisent la « chimie des colles » : liants, plastifiants et additifs. On retrouvera par conséquent le même type de produits (néoprènes, acryliques, etc.) et des risques toxicologiques similaires.

En outre, il est nécessaire d'être particulièrement vigilant pour les mastics destinés aux applications sanitaires car ils comprennent une quantité non négligeable de fongicides.

Mastic silicone acetoxy pour applications en sanitaire

11. Informations toxicologiques

Sensibilisation

Une réaction allergique peut être observée chez les personnes sensibles, même en cas de très faible concentration de produit.

Effets sur l'homme

Contact cutané fréquent/prolongé:

Peut provoquer des irritations.

En cas de contact avec les yeux:

Irritation.

En cas d'inhalation:

Peut provoquer des irritations.

En cas d'ingestion:

Peut provoquer des troubles.

Figure 7 : Extrait d'une fiche de sécurité (2005) d'un mastic silicone destiné aux sanitaires (lavabos, baignoires...)

(b) Labels existants

➤ Marque NF Environnement

NF 206 : Colles pour revêtements de sol

Cette Marque, mise en application en janvier 2002, concerne en particulier les colles pour revêtements de sols textiles, pour dalles plastiques et pour revêtements plastiques en lés. Il peut également s'agir de colles avec solvant, de colles aqueuses ou de colles sans solvant et sans plastifiant.

En revanche, les colles pour parquets sont exclues de son champ d'application.

La teneur en COV dans la formulation doit être inférieure ou égale à 30 g/l hors eau. Le formaldéhyde n'est pas mentionné dans les critères.

➤ L'Ange Bleu - Allemagne

RAL-UZ 113 : Colles à faibles émissions pour revêtements de sols

Cette norme qualité allemande a été mise à jour en février 2005 et concerne les colles en phase aqueuse ou en poudre destinées au collage de revêtements de sol (la proportion des colles en phase solvant est devenue très minoritaire en Allemagne). Différents critères sont établis lors de tests en chambre : teneurs en COV totaux et formaldéhyde limitées.

RAL-UZ 123 : Mastics pour usage en intérieur

Cette norme qualité allemande a été mise à jour en janvier 2006 et concerne les mastics destinés à être utilisés en intérieur : mastics silicone, acrylique...

Les critères concernent la teneur en COV totaux, les conservateurs, certains plastifiants (phtalates), certains pigments (plomb, cadmium et chrome VI)...

➤ GEV EMICODE – Allemagne

Des fabricants allemands de revêtements de sol ont décidé de développer des produits de pose présentant un taux d'émissions aussi bas que possible et de les promouvoir sur le marché. Pour donner à ce projet une base concrète, la "**Gemeinschaft Emissionskontrollierte Verlegewerkstoffe e.V. (GEV)**", ou, en français l'« Association pour le contrôle des émissions dans les produits de pose de revêtements de sol », a été fondée en février 1997. Tous les fabricants de produits et matériaux de pose peuvent devenir membres [39].

Dans ce cadre, le système EMICODE de classification des produits a été créé. Il désigne des critères de classification pour les principaux groupes de produits utilisés lors de la pose de revêtements de sol, de parquet et de carrelage, c'est-à-dire pour les colles (consistance pâteuse), les mortiers colles et mortiers de jointement (mortiers secs à gâcher avec de l'eau), les primaires (produits liquides) et les sous-couches (par exemple d'isolation acoustique). Ils sont répartis, en fonction de leur pouvoir émissif, dans les trois catégories suivantes :

EMICODE EC 1 : "à très faible émission"

EMICODE EC 2 : "à faible émission"

EMICODE EC 3 : "à émission"

La classification des produits dans l'une des trois catégories EMICODE dépend de la valeur TCOV (Total des Composés Organiques Volatils). La mesure du total des émissions de COV s'effectue après avoir entreposé le produit pendant 10 jours dans une chambre d'essai.

Les valeurs limites ont été fixées comme suit :

	Primaires	Ragrèages	Colles / Fixateurs/ Sous-couches
EMICODE EC1	<100µg/m ³	<200µg/m ³	<500µg/m ³
EMICODE EC2	100 à 300 µg/m ³	200 à 600 µg/m ³	500 à 1500 µg/m ³
EMICODE EC3	>300µg/m ³	>600µg/m ³	>1500µg/m ³

Tableau 7 : Valeurs limites en COV totaux acceptées par la classification EMICODE en fonction des produits

Les valeurs limites acceptées en COV totaux demeurent élevées. Pour le formaldéhyde, la classification EMICODE exige des concentrations inférieures à 50 µg/m³ après 24 heures.

C. Le traitement du bois

Les produits de traitement du bois regroupent :

- les traitements de la surface du bois : produits de finition, apprêts
- les produits de préservation

(a) Finition, apprêt

Il existe différentes classes de produit : **vernis (ou vitrificateurs pour les sols), huiles, cires, lasures, etc.**

Ils sont utilisés pour protéger le bois de l'humidité, des intempéries, des rayons UV, de l'usure mécanique, de la saleté ou pour l'embellir par un effet décoratif.

La composition de ces produits est similaire à celle des peintures et des colles c'est-à-dire qu'ils comportent également un liant, un solvant (ou diluant) et d'autres agents tels que des plastifiants, des agents anti-UV... Les risques associés à ces produits sont donc similaires à ceux décrits dans les chapitres précédents. Il faut donc encore une fois veiller à ne pas utiliser de produits comportant des solvants organiques (attention notamment au white spirit qui est un diluant courant dans de tels produits) et des résines susceptibles de relarguer des substances irritantes (polyuréthanes : isocyanates) voire cancérigène (urée-formol : **formaldéhyde**).

Parmi les produits de finition, il s'agit d'être particulièrement prudent avec les vitrificateurs pour parquets (car appliqués sur de grandes surfaces). En effet, il faut savoir que certains d'entre eux, les vitrificateurs bi-composants, très dangereux en raison de la forte quantité de COV toxiques qui s'en échappait lors de la pose notamment, ont été proscrits par la réglementation (un délai a tout de même été accordé pour l'écoulement des stocks) [40].

Un exemple de fiche de sécurité d'un vitrificateur présent sur le marché est donné dans la figure 8 page suivante.

Concernant les huiles et les cires, on distingue les produits naturels et synthétiques.

Le traitement des surfaces en bois par imprégnation à l'huile et/ou à la cire naturelle présente moins de risques pour la santé, à condition qu'elles ne soient pas diluées dans un solvant organique.

Mais, de plus en plus de produits peu émissifs en COV sont disponibles chez les fournisseurs et distributeurs de matériaux « écologiques ».

(b) Préservation du bois

Un produit pour la conservation du bois est composé de matières dites « actives » (les biocides), des matières « inertes » ou adjuvants moins nocifs, et un liquide (eau ou solvant organique) qui aide à la pénétration des substances actives dans le bois. [42]

Les produits sont de trois sortes : des sels, des préparations huileuses (goudrons ou bitumes) et des solutions permettant d'intégrer et d'associer les éléments les plus divers.

Dans les produits actuels, les matières actives volatiles comme le pentachlorophénol (PCP) ou le lindane, dont la toxicité est largement reconnue, sont sévèrement réglementés et ont pratiquement disparu des compositions. Ils ont été remplacés par des composés chimiques comme les carbamates, les **triazols et surtout les pyrèthriinoïdes de synthèse**. Ceux-ci contiennent souvent des dérivés halogénés comme la cyperméthrine par exemple qui est à base de chlore. Même s'ils sont moins dangereux que le lindane ou le pentachlorophénol, ils ne sont pas dénués de toute toxicité et doivent être utilisés en respectant rigoureusement les précautions d'emploi.

Par ailleurs, le problème sanitaire avec ces nouveaux produits semble plutôt venir des solvants servant de support. Effectivement, le solvant organique utilisé (généralement du white-spirit) peut représenter jusqu'à **95%** de la solution.

2 COMPOSITION (substance présentant un danger)

NOMS	CAS-NR	EG-NR	CONCENTR EN %	PHRASES R
Comp A				
Propylenglycolméthylether	107-98-8	203-539-1	env 20	R 10
Ethanol	64-15-5	200-57-86	env 20	R 11
White spirit	TRGS 404G2647	42-88-7	inf à 10	R 10
Formaldéhyde	50-00-0	200-001-8	inf à 0,1	R 40-43
Comp B				
Acide Para-Toluolsulfon	104-15-4	203-180-0	inf à 10	R 36/37/38
Ethanol	64-15-5	200-57-86	sup à 50	R 11

3 IDENTIFICATION DES DANGERS

Emanations de vapeurs de solvants, avec possibilités de formation de vapeurs explosives.
Emanations de formaldéhyde en réaction du mélange du composant A et B lors du séchage notamment.

4 PREMIERS SECOURS

Ingestion Boire beaucoup d'eau. Faire appel à un médecin. Faire mention d'ingestion d'acides organiques.
Contact avec la peau Nettoyer avec de l'alcool, laver soigneusement avec de l'eau et du savon. Changer les vêtements imbibés.
Inhalation Air frais et repos, éventuellement consulter un médecin.
Contact avec les yeux Les laver abondamment avec de l'eau douce et propre pendant 15 mn en maintenant les paupières écartées. Consulter un médecin.
Indications au médecin Malaise, maux de tête, possibilités d'intoxication des vapeurs de formaldéhyde.

11 INFORMATIONS TOXICOLOGIQUES

Produit toxique :

Les inhalations et les contacts avec la peau ou les yeux sont dangereux.
Les inhalations peuvent conduire à une irritation de l'appareil respiratoire, des maux de têtes, malaises et pertes de mémoire.
Un contact répété peut provoquer de l'eczéma.
Le contact avec les yeux est très irritant.

Figure 8 : Extrait d'une fiche de sécurité d'un « Vernis bi-composant aux résines urée formol en phase solvant avec catalyseur acide » [41]

D. Quels produits privilégier ?

➔ PEINTURES

Tout d'abord, au vu des informations indiquées dans les paragraphes précédents, la solution à privilégier pour faire des travaux de peinture dans la maison sans détériorer la qualité de l'air intérieur est l'utilisation de **peintures naturelles à base d'eau**. Elles sont préférables afin d'éviter tout ennui d'allergie ou d'irritations dus à l'inhalation des solvants naturels.

Parmi les produits naturels, on trouve également des enduits tels que la chaux ou la terre. La chaux par exemple possède de multiples qualités qui offrent des possibilités nombreuses aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur. Elle laisse respirer les murs en favorisant les échanges hygrométriques et possède des vertus bactéricides et fongicides. Associée à des pigments naturels, elle offre une palette de tons très divers.

Le deuxième choix est ensuite la **peinture à l'eau hydrodiluable** mais ceci avec des précautions en raison des éthers de glycol et des agents conservateurs présents dans leur composition.

A titre d'exemple, une enquête réalisée par le magazine « Que choisir » en mai 2006 [34] sur 12 peintures murales à l'eau révèle des taux d'émission élevés en COV le lendemain de l'application (jusqu'à 43 mg/m³ !), en particulier pour les peintures parfumées.

Il vaut donc mieux **être vigilant avec les peintures parfumées** comportant généralement la mention « odeur agréable à l'application ».

Enfin, bien souvent, l'étiquetage obligatoire reste pauvre en informations utiles ; en effet, les fabricants ne sont pas tenus d'énumérer les substances qui ne constituent que 1% ou moins du poids du produit. La seule façon de connaître avec certitude la composition de la peinture est donc de demander au fabricant la fiche de sécurité et/ou technique.

Le type de résine contenue dans la peinture peut y être précisé (si elle n'est pas déjà précisée dans la dénomination même de la peinture : «peinture vinylique», «peinture acrylique »...) D'autre part, les mentions « ne pas inhaler les vapeurs » ou « ne pas fumer pendant utilisation » vous indiquent la présence de COV et incitent à la prudence.

Conclusion :

Si l'achat de peintures naturelles se révèle impossible pour des aspects pratiques (revêtement inadapté par exemple) ou de coût, le choix doit viser en priorité à réduire l'utilisation des substances les plus à risque pour la santé.

L'essentiel est d'arriver à une teneur en COV la plus basse possible et à l'absence de composés reconnus comme dangereux pour la santé tels que le formaldéhyde ou certains métaux lourds. A défaut, les labels écologiques NF Environnement et Ecolabel européen offrent des garanties concernant ces produits, même si l'on peut regretter la faiblesse des contraintes sur les teneurs en COV.

Enfin, il est important de rappeler qu'une peinture n'arborant aucun label peut être bien en-dessous des critères exigés par les écolabels officiels.

➔ COLLES

En premier lieu, il est préférable de ne pas utiliser de colle quand cela n'est pas nécessaire.

Par la suite, le choix de la colle se révèle être essentiel si elle est utilisée pour poser un papier peint ou fixer un revêtement de sol c'est-à-dire sur de grandes surfaces. Le minimum consiste à ce stade à choisir un produit en phase aqueuse. A noter que les solvants naturels (distillats d'agrumes, essence de térébenthine...) peuvent induire des réactions allergiques chez certaines personnes, c'est pourquoi il faut privilégier une alternative à base d'eau.

Un risque allergique existe également pour certaines résines naturelles (résine de colophane par exemple) mais il est moins fréquent. Les colles à base d'amidon, de cellulose ou de caséine par exemple sont des solutions envisageables.

Pour finir, afin d'éviter le risque provenant d'éventuels conservateurs, il ne reste plus qu'à opter pour des colles en poudre (à condition de les manipuler avec précaution pour se préserver d'une éventuelle inhalation de poussières).

TRAITEMENT DU BOIS

Avant tout, un traitement de bois à l'intérieur ne doit pas être systématique.

Il est important de bien se renseigner sur la nécessité de traiter le bois :

- risque-t-il d'être humidifié ?
- d'être exposé à la chaleur ?
- l'essence de bois est-elle naturellement résistante ?

En cas de besoin et étant donné que le solvant utilisé dans le produit est la plupart du temps bien indiqué sur l'étiquette, il est facile de choisir un produit en phase aqueuse.

Pour la préservation, le bore, sous forme d'acide borique ou de borates, est un fongicide et un insecticide faiblement toxique qui peut être facilement utilisé.

Remarque [43] :

Encore à l'étude, l'INRA a développé un procédé non toxique de traitement du bois.

L'ASAM (Anhydride succinite d'alkénoate de méthyle) est un dérivé de l'huile de colza, obtenu après réaction chimique avec un anhydride.

Au cours du traitement du bois, l'ASAM transforme la cellulose en ester de cellulose, que les insectes xylophages ne peuvent consommer car ils ne possèdent pas les enzymes digestives adaptées. L'ASAM n'est donc pas un insecticide, il agit en privant les insectes de leur nourriture, la cellulose.

IV. Revêtements muraux et de sols

Certains revêtements muraux ou de sols, de par leur composition et leur qualité d'entretien émettent des composés pouvant être nocifs pour les personnes souffrant d'allergie, d'asthme ou de sensibilité aux produits chimiques. Une attention particulière doit être apportée aux jeunes enfants qui peuvent passer beaucoup de temps sur les revêtements de sol.

Par ailleurs, les risques sanitaires développés dans ce chapitre correspondent aux revêtements «bruts». Ceux dus aux colles utilisées pour les fixer ont été traités dans le chapitre II.B de cette étude. Il ne faut cependant pas oublier que le chauffage au sol est susceptible d'augmenter les émissions provenant des revêtements et des colles.

A. Revêtements muraux



On distingue les papiers ordinaires (non plastifiés) des papiers vinyliques (ou PVC ou plastifiés), plus courants et appréciés du public parce que

lavables, épongeables ou lessivables. Pourtant, ce sont ces derniers qui présentent le plus d'inconvénients en matière de qualité de l'air intérieur.

En effet, le vinyle est un produit rendu souple grâce à l'addition de plastifiants. Ces additifs, qui sont la plupart du temps des produits chimiques toxiques, peuvent dégager des gaz pendant longtemps. Parmi ces composés, on retrouve les phtalates mais également le **formaldéhyde**, ajouté afin d'augmenter la résistance du papier.

D'autre part, comme ces papiers peints sont plus «lourds», ils sont susceptibles de diminuer la capacité de diffusion de la vapeur d'eau des murs alors que la «respiration» des murs est indispensable à la régulation naturelle de l'hygrométrie d'une habitation.

Concernant les papiers peints ordinaires, même s'ils ne comportent aucun produit plastifiant, un autre inconvénient doit être mis en évidence : ils se comportent comme des «buvards» en absorbant les polluants intérieurs pour les (re)diffuser ultérieurement.

A titre d'illustration, voici l'article intitulé « Le PVC des murs favorise l'asthme » paru dans le Journal de l'Environnement en novembre 2006. [44]

« Une étude publiée dans l'American Journal of Epidemiology et menée dans le sud de la Finlande montre que les personnes qui travaillent dans des pièces où les murs sont recouverts de plastique à plus de 50% ont un risque deux fois plus élevé de développer de l'asthme que les autres. Le risque est également plus élevé lorsque les murs sont recouverts de moquette, en particulier lorsqu'il y a des problèmes de moisissure.

Ces revêtements muraux contiennent souvent du chlorure de polyvinyle, qui contient lui-même jusqu'à 40% en masse de diethylhexylphtalate (DEHP). Plusieurs études, dont une menée en 2004, ont déjà montré que le DEHP entraîne une augmentation des réactions allergiques. «Nos résultats sur les relations entre les matériaux de surface plastiques et textiles et le risque d'asthme confirment ceux qui ont été obtenus dans le cadre de quatre études épidémiologiques récentes. Elles ont été conduites en Norvège, Finlande, Suède et Russie sur des enfants et toutes montrent un lien entre le PVC/DEHP et des troubles respiratoires», ont indiqué les auteurs de l'étude. »

B. Revêtements de sols souples

(a) Revêtements textiles

La moquette est composée d'un dossier (ou envers) et d'une couche de surface faite de fibres.

Deux grandes catégories de fibres sont utilisées :

- les fibres synthétiques : polyamide, polypropylène, polyester, acrylique...
- les fibres naturelles : la laine, le coton ou les fibres végétales.

Les émissions de COV proviennent essentiellement, non pas de la couche d'usage, mais de l'envers de la moquette. Il s'agit principalement soit d'un dossier feutre textile (ou thibaude), soit d'une mousse (synthétique). Les mousses sont typiquement de type polyuréthane, polychlorure de vinyle, styrène-butadiène...

Inutile de préciser que tous ces composants libèrent des COV (dont le **formaldéhyde**) qui se révèlent nocifs et irritants par inhalation. En outre, les moquettes à envers mousse sont souvent posées avec de la colle, aggravant la situation.

Lors d'une pose tendue, la moquette est posée sur une thibaude, réalisée à l'aide de matériaux (déchets textiles, caoutchouc, produits de synthèse) adaptés aux conditions d'usage des pièces concernées mais également émetteurs de COV.

Avec cela, qu'il s'agisse d'une moquette synthétique ou en laine, elles subissent toutes un traitement pour résister aux tâches, au feu, ou aux acariens, apportant des émanations supplémentaires de COV.

Le dernier inconvénient est que ce type de support emprisonne la poussière, les acariens, les moisissures, les bactéries et d'autres polluants chimiques probablement émis par d'autres sources intérieures à l'habitation. Les tapis et les moquettes sont des matériaux « buvards », qui relarguent ultérieurement les polluants.

(b) Revêtements plastiques

La plupart des revêtements plastiques sont à base de vinyle (**PVC** = polychlorure de vinyle), composé purement synthétique. Ils sont constitués de plusieurs couches vinyliques ou d'une couche de PVC homogène avec, éventuellement, un décor dans la masse.

Le PVC, inutilisable à l'état pur, renferme des additifs, des stabilisants mais surtout des plastifiants : ce sont des substances liquides, incolores, inodores et à haut point d'ébullition. Leur pouvoir solvant et gonflant permet la fabrication d'articles qui restent souples et élastiques dans une large plage de température. Parmi ces plastifiants, 90% sont des phtalates et le plus fréquemment utilisé est le bis(2-éthylhexylphtalate (DEHP) ou dioctylphtalate (DOP) [45]. Certains phtalates ont été classés comme reprotoxiques par l'Union Européenne (catégorie 2), mais la toxicité aiguë du DEHP par exemple ne semble pas préoccupante, seul un faible pouvoir sensibilisant sur les voies respiratoires est suspecté [46].

Le **formaldéhyde** peut également être utilisé comme plastifiant lors de la fabrication des revêtements plastiques.

Le type de pose de ces revêtements n'arrange pas la situation car elle nécessite l'usage de colles.

Il faut également savoir que les produits de décomposition thermique sont irritants voire corrosifs (acide chlorhydrique) pour la peau, les yeux et les muqueuses respiratoires.

Remarque mentionnée dans la fiche technique « Revêtements de sols souples » réalisée par l'ANAH [47] :

Dans les années 1970, avant l'interdiction de leur fabrication, des dalles de sol plastiques contenaient de l'amiante. Si la fin des fabrications françaises se situe vers 1986, les dalles importées d'autres pays ont en revanche pu être utilisées jusqu'à la date d'interdiction c'est-à-dire début 1997.

(c) Labels écologiques

Les normes ou labels associés aux revêtements de sol souples se font rares.

Il existe un label européen pour les moquettes :



**Gemeinschaft
Umweltfreundlicher
Teppichboden**

Figure 9 : Logo du label européen GUT [48]

L'Association des moquettes écologiques (GUT) a été fondée en 1990 dans le but d'optimiser la qualité des revêtements de sols textiles ainsi que leur cycle de production. Un test d'émission après 24h en chambre est destiné à déceler la présence d'éventuelles substances dangereuses qui auraient été incorporées dans les textiles de recouvrement de sol via des produits de base comme des matières premières, adjuvants ou autres produits assimilés.

Le label GUT garantit l'absence de benzène, d'acétate de vinyle, de butadiène, de chlorure de vinyle, de formaldéhyde mais aussi de pesticides tels que le pentachlorophénol et le lindane. D'autres substances telles que le toluène et le styrène sont limitées et le total des COV ne doit pas excéder 300 µg/m³.

C. Revêtements de sols à base de bois

(a) Parquets

Si les fabricants de panneaux à base de bois sont confrontés, dans certains pays, depuis de nombreuses années aux problèmes posés par l'émission de formaldéhyde, les fabricants de parquet s'en sont à ce jour peu préoccupés...

Le parquet est un revêtement de sol ayant au minimum 2,5 mm de couche d'usure en bois, ce qui le différencie d'un sol stratifié.

Quatre grands types de parquets peuvent être définis selon le type de bois utilisé pour le support et le type de pose mis en œuvre.

➔ **PARQUETS MASSIFS : pose clouée**

Le parquet massif est le parquet traditionnel par excellence, tel qu'on le trouve dans les habitations les plus anciennes. Il est composé à 100% d'une seule et même essence de bois et taillé directement dans le tronc. Les essences principalement utilisées sont le chêne, le châtaignier, le pin maritime, le sapin/épicéa et le hêtre.

Les lames du parquet sont généralement clouées sur des lambourdes (barres de bois), ce qui surélève sensiblement le niveau du sol.

➔ **PARQUETS MASSIFS : pose collée**

Deux formules existent pour la pose collée :

- la pose « en plein » : les lames sont emboîtées les unes dans les autres et posées directement sur le sol préalablement encollé.

- la pose « sur cordons » : une sous-couche partiellement évidée est glissée entre sol et parquet. Seules les parties évidées sont encollées ce qui nécessite moins de colle.

➔ **PARQUETS CONTRECOLLES : pose collée**

Le parquet contrecollé se différencie du parquet massif par ses trois couches d'épaisseur :

- La première couche est le « parement » ou « couche d'usage ». Elle est composée de bois noble choisi au préalable et constitue la face visible.
- La couche intermédiaire sur laquelle est collé le parement constitue l'âme (résineux, contreplaqué ou HDF).

La dernière couche, de « contre-parement » ou « contre-balancement », est une couche fine composée d'un bois déroulé (le pin par exemple) qui apporte une stabilité à l'ensemble.

➔ **PARQUETS CONTRECOLLES : pose flottante**

Il est à noter que la pose flottante est surtout pratiquée avec les parquets contrecollés mais peut l'être avec certains parquets massifs de faible épaisseur.

Elle s'effectue avec ou sans colle. La pose avec colle s'effectue par encollage et assemblage de rainures et languettes. Pour la pose sans colle, il suffit de « clipser » les lames les unes dans les autres.

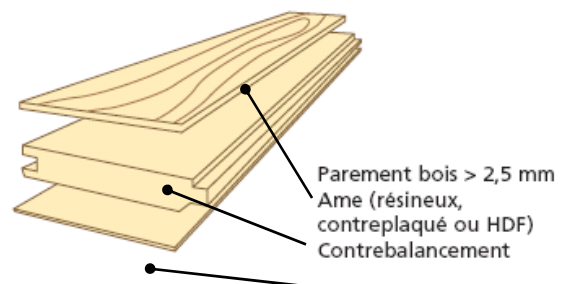


Figure 10 : Composition d'un parquet contrecollé

Le **parquet massif** est généralement posé à l'état brut et contraint l'utilisateur à appliquer sur le bois une finition tel qu'un vernis vitrifiant ou une huile. Il faut dans ce cas privilégier des produits faiblement émissifs.

Dans le cas d'un **parquet contrecollé**, les colles utilisées lors de leur conception peuvent constituer une source d'émission supplémentaire. De plus, si l'âme est en bois aggloméré (panneau de fibres par exemple), la résine contenue dans le panneau est susceptible de libérer du formaldéhyde.

Pour les **deux types de parquet**, le choix d'une pose collée aboutit également à une source majeure de COV voire de formaldéhyde. (cf. chapitre III. B.)

(b) Revêtements de sols stratifiés

Les sols stratifiés, parce que leurs lames et leur mode de pose s'apparentent à celles de certains parquets, sont souvent confondus avec ceux-ci. Mais la face visible du stratifié n'est pas faite de bois mais d'un papier imprégné et imprimé, la plupart du temps en imitation bois. Il s'agit d'une feuille décor proposant une large gamme d'imitations d'essences bois. En outre, contrairement aux parquets contrecollés, la pose est pratiquement toujours flottante.

Le processus de fabrication consiste à coller les différentes couches de stratifiés en exerçant une pression et des températures élevées. A l'exception de l'âme, chacune de ces couches est imprégnée de résines artificielles (notamment la résine de mélamine).

Ils se distinguent par une structure à 4 couches selon le schéma ci-dessous :

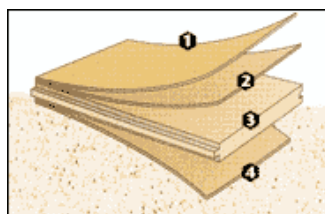


Figure 11 :
Composition d'un sol stratifié

- ① « overlay » (couche de résine mélamine qui protège le décor)
- ② feuille décorative
- ③ âme en panneaux agglomérés
- ④ contre-balancement sur un papier spécial qui garantit la stabilité de l'ensemble et évite toute déformation

Comme pour les parquets contrecollés, les produits utilisés lors du collage des différentes couches pendant la fabrication sont des produits synthétiques. Il est possible qu'ils soient à l'origine d'émissions de COV voire de formaldéhyde par la suite. Il en est de même pour la couche de résine ou « overlay » présente à la surface du revêtement.

Mais comme pour les autres revêtements de sol, le choix de la colle pour la pose se révèle important en termes d'émissions nocives.

(c) Marquages et labels existants

➔ **Marquage CE**

Il est admis que les parquets massifs sans finition ni adhésif émettent du formaldéhyde en quantité négligeable et peuvent donc se prévaloir de la classe E1 sans essai (cf. chapitre sur les panneaux de bois : dégagement $\leq 0,124 \text{ mg/m}^3$). Il n'en est pas de même pour les parquets contrecollés, dans la fabrication desquels entrent des panneaux émettant généralement du formaldéhyde, des colles et des finitions pouvant elles aussi en émettre.

Dans ce contexte, la norme harmonisée **NF EN 14342** « *Planchers et parquets en bois - Caractéristiques, évaluation de conformité et marquage* » sortie en août 2005, impose alors que le niveau d'émission de ces parquets soit contrôlé afin de déterminer si le produit peut se prévaloir de la classe E1, lui ouvrant alors toutes les portes en Europe. Ce texte sert de base au marquage CE des parquets, qui sera obligatoire lors de la mise sur le marché à partir du 1^{er} mars 2007 et obligatoire lors de la commercialisation à partir du 1^{er} janvier 2010.

Le marquage CE est à l'initiative du fabricant et concerne les exigences essentielles de la Directive Produits de Construction traduites par : la réaction au feu, l'émission de formaldéhyde, la teneur en pentachlorophénol, la résistance à la rupture, la glissance, la conductivité thermique et la durabilité.

Une norme harmonisée « revêtements de sols résilients, textiles et stratifiés » EN 14041 est sortie en France en mars 2005. Elle sert de base au marquage CE qui comporte parmi ses exigences la mesure du **dégagement de formaldéhyde**. Il est obligatoire lors de la mise sur le marché d'un produit à partir du 1^{er} juin 2006. Si les émissions de formaldéhyde sont renseignées, ce sera sous la forme de pictogrammes indiquant si le produit est de classe E1 ou E2. Néanmoins, les fabricants peuvent également indiquer sur l'étiquette la mention « NPD » ce qui signifie « performance non déterminée ».



✓ **Projet de norme**

Une norme NF EN 15052 intitulée « Revêtements de sol résilients, textiles et stratifiés - Évaluation et spécification pour les émissions de composés organiques volatils (COV) » a été finalisée en janvier 2005. La date de publication est prévue pour décembre 2009.

✓ **Certified European Laminate Quality (CELQ)**



Il s'agit de la nouvelle désignation du label qualité européen pour les revêtements de sols stratifiés (il a remplacé le label RAL qui s'appliquait uniquement au marché allemand). Il a été créé début 2005 par la Fédération Européenne des Fabricants de Revêtements de Sol Stratifiés (EPLF en anglais). Tous les sols stratifiés commercialisés en Europe et porteurs de ce label sont conformes à la norme E1.

Remarque :

Le classement **UPEC** indiqué par tous les fabricants ne concerne pas les effets sur la santé ou l'environnement des produits. Il s'agit uniquement d'un classement d'usage des revêtements de sols indiquant pour chaque produit que celui-ci est approprié à l'usage dans un local considéré avec une durabilité raisonnable et suffisante (usure à la marche, poinçonnement dû au mobilier, comportement à l'égard de l'eau ou de produits chimiques).

D. Quels produits privilégier ?

Des valeurs sûres

➤ Un parquet massif cloué sans finition demeure une solution incontestable en termes d'émissions (le prix en revanche est nettement plus élevé).

D'autres revêtements de sols se révèlent intéressants, à condition qu'il n'y ait pas d'addition de colle ou d'autres produits de finition.

➤ C'est le cas des revêtements de sol à base de **caoutchouc** qui contiennent du caoutchouc naturel ou synthétique. Ils sont généralement exempts de PVC et autres produits chimiques.

➤ Le **linoléum** est fabriqué à partir d'un mélange d'huile de lin, de résines de pin (colophane), de farine de liège, de bois, de pigments et de charges minérales. Il présente des qualités naturelles antibactériennes et antistatiques.

Certaines personnes peuvent être incommodées par la colophane comprenant un mélange complexe d'une centaine de composés dont les principaux commencent à être bien identifiés. Certains de ces composés sont allergisants et font partie des allergènes les plus fréquemment positifs dans l'exploration des dermatites. [49]

Attention, il ne faut pas confondre le linoléum avec le « lino » qui est un revêtement de type plastique.

➤ Les revêtements de sol en **liège** sont principalement constitués de granulats de liège entre eux par la résine du liège, la subérine, sans adjonction d'autre colle.

A titre d'exemple, l'association de consommateurs UFC-Que Choisir a réalisé une étude sur les revêtements de sol publiée en novembre 2006. [50]

Vingt revêtements de sol ont été testés avec parmi eux des dalles et rouleaux en PVC (ou vinyliques), des parquets contrecollés et des sols stratifiés. Les essais portent sur les émissions de polluants (au bout de 3 jours puis au bout de 28 jours) dans l'air intérieur et notamment les COV totaux et le formaldéhyde.

Résultats :

Tous les revêtements émettent des COV trois jours après la pose. Au final, ces sont les dalles en PVC (à ne pas confondre avec les rouleaux de PVC ou vinyliques) qui s'en sortent le mieux avec néanmoins la présence d'émissions de toluène. Les sols stratifiés se révèlent également acceptables puisque les émissions de formaldéhyde sont très faibles. Quant aux parquets contrecollés et rouleaux PVC, les niveaux relevés sont pour certains réellement excessifs (un rouleau PVC testé émet encore 5100 µg/m³ de COV totaux un mois après la pose !) et de surcroît perdurent dans le temps.

Le point positif est que sur vingt revêtements testés, huit n'émettent pas du tout de formaldéhyde et ceci même trois jours après la pose. Un détail ne doit cependant pas passer inaperçu : les analyses ne comprennent pas l'éventuel ajout de colle lié à la pose du revêtement.

V. Isolation

Le marché de l'isolation en France est représenté à 98% par les laines minérales et les isolants synthétiques [51]. Pourtant ces matériaux traditionnels pour l'isolation des murs, des planchers, des toitures et des combles ne sont pas à l'abri d'éventuelles émissions de formaldéhyde et d'autres produits néfastes pour la santé.

Il est important de faire la différence entre produit naturel et produit écologique. En effet, il existe, sur le marché plusieurs qualificatifs pour définir des matériaux qui ne nuisent pas à la santé ou à l'environnement [52] :

➤ Les **matériaux naturels** sont ceux qui sont issus plus ou moins directement de composants que l'on trouve dans la nature comme les végétaux, la laine de mouton, les minéraux. Ils ne contiendront, en principe, pas de produit de synthèse. On y classera aussi bien les isolants à base de chanvre que ceux à base de laine de roche ! On voit donc que ce qualificatif est ambigu.

➤ Les **matériaux écologiques** sont ceux dont l'impact sur l'environnement - à la production, à l'utilisation ou au recyclage - est faible. On y classera les produits à base de végétaux, de laine de mouton qui ne nécessitent pas de transformation coûteuse en énergie et sont biodégradables. Certains industriels communiquent sur des produits dits « écologiques » en indiquant que grâce à leur isolant, la consommation en énergie diminue, limitant ainsi la production de gaz à effet de serre sans tenir forcément compte du cycle de vie du matériau (production énergivore, biodégradabilité et recyclage).

➤ Les **matériaux sains** sont ceux qui ne nuisent pas à la santé de l'individu. Ils peuvent être naturels ou synthétiques, écologiques ou non (plus rarement). C'est sans aucun doute le terme qui convient le mieux pour qualifier les matériaux que nous cherchons à décrire dans cette étude, même si les autres aspects ne sont pas à négliger.

A. Matériaux classiques

(a) Un cas particulier : les mousses isolantes urée-formol (MIUF)

La MIUF est constituée de résine **urée-formol** à laquelle a été ajouté un agent gonflant et des additifs destinés à la rendre ignifuge. Cet isolant était très populaire en Amérique du Nord et en Europe durant les années 1970-80, utilisé en panneaux et en injections. Cependant, il est encore possible de le retrouver lors de travaux de rénovation ou de démolition.

Impact sur la santé :

De nombreux problèmes de santé causés par le **formaldéhyde** relâché par la MIUF ont causé un déclin important de son utilisation au début des années 1980. [53]

D'après « Santé Canada », lors de l'isolation proprement dite, un léger surplus de formaldéhyde était souvent ajouté pour garantir le durcissement complet avec l'urée. Le surplus était libéré au cours du durcissement presque entièrement en l'espace d'un jour ou deux suivant la mise en place. En outre, la MIUF a souvent été mal installée ou utilisée dans des endroits où elle n'aurait pas dû l'être. En effet, au contact de la chaleur et surtout de l'humidité, elle risque de se dégrader et de relarguer une quantité non négligeable de formaldéhyde. [54]

Réglementation française :

L'utilisation des mousses urée-formol pour l'isolation de résidences est réglementée en France par l'arrêté du 6 mai 1988 (et le décret du même jour), qui dicte les conditions acceptables précises de son installation. La règle étant que dans chacune des pièces où la mousse aura été appliquée, la concentration en formaldéhyde provenant des cloisons isolées ne doit pas dépasser 0,2 ppm (~250 µg/m³) en volume au moins trois semaines après l'application [55].

(b) Mousses synthétiques

Produites à grande échelle et donc peu coûteuses, les plaques en mousse de polyuréthane ou polystyrène se retrouvent dans la plupart des constructions actuelles. Elles sont généralement efficaces en termes d'isolation mais non exemptes de toxicité.

➔ Polystyrène expansé (PSE) ou extrudé (PSX)

Le polystyrène expansé est obtenu à partir d'hydrocarbures (styrène) expansés à la vapeur d'eau et au pentane. Ce type de polystyrène est plutôt réservé aux murs et planchers.

Le polystyrène extrudé s'obtient de la même manière, en y ajoutant un agent gonflant qui lui confère une meilleure résistance à la compression et à la vapeur d'eau. Il est ainsi particulièrement adapté à une utilisation en milieu humide.



Figure 12 : Polystyrène expansé

Impact sur la santé :

Sous l'action de la chaleur, le polystyrène émet du styrène (toxique pour le système nerveux central par inhalation) et d'autres gaz toxiques contenus dans ses additifs ignifuges. De plus, il diffuse à faible dose pendant toute sa durée de vie du pentane, un solvant pétrolier extrêmement inflammable.

➔ Polyuréthane (PUR)

Autre isolant synthétique, la mousse polyuréthane est obtenue à l'aide de catalyseurs et d'agents propulseurs à base d'isocyanates avec des adjuvants pour les stabiliser et les ignifuger. Par ailleurs, l'agent d'expansion est généralement un hydrofluorocarbure (HCFC), un gaz à effet de serre.

Elles ont le même usage que le polystyrène extrudé et servent également au calfeutrement à des endroits où les pertes de chaleur sont importantes (portes, fenêtres...). Cet isolant possède une bonne stabilité thermique et une faible perméabilité à la vapeur d'eau.

Impact sur la santé :

La mise en œuvre des mousses polyuréthanes injectées libère des amines et des isocyanates, nocifs et pouvant entraîner une sensibilisation par inhalation. En cas d'incendie, de l'acide cyanhydrique est relargué. Ces mousses peuvent également comprendre des additifs toxiques pour la santé (produits ignifugeants bromés par exemple).

- Les liants, à base de résines urée-formol, dégagent du **formaldéhyde** en quantités non négligeables, en particulier sous l'effet de l'humidité. Ces liants peuvent provoquer des réactions allergiques cutanées mais également respiratoires.

(c) Laines minérales

Elles sont obtenues par fusion de verre de récupération et sable siliceux pour les laines de verre ou par fusion de roches volcaniques (basalte) pour les laines de roche. Les fibres obtenues par soufflage et extrusion sont ensuite encollées par pulvérisation de résines **urée-formol** ou **phénol-formol** dont la proportion peut atteindre 10%. [51]

Qu'elles soient de verre ou de roche, les laines minérales sont les matériaux les plus fréquemment utilisés dans tous les domaines de la construction conventionnelle. En effet, elles présentent un coût peu élevé et de bonnes performances thermiques.



Figure 13 : Laine de roche



Figure 14 : Laine de verre

Impact sur la santé :

- La mise en œuvre d'isolants fibreux peut disséminer dans l'air des fibres dont les effets sur l'organisme sont encore aujourd'hui insuffisamment évalués. La nature des fibres (dimensions, composition chimique, propriétés de surface et persistance en milieu pulmonaire) joue un rôle dans les mécanismes toxiques induits par les laines. Seules les fibres de diamètre inférieur à 3 µm atteignent les alvéoles pulmonaires. Il faut savoir que les fibres de laine de roche, plus petites, ont une pénétration respiratoire plus importante et une plus grande biopersistance que celles de laine de verre. [56]

B. Quelques alternatives

De nouveaux matériaux issus de produits naturels (fibres végétales, animales...) commencent à occuper le marché. Leur conception tient compte non seulement d'un bon coefficient d'isolation mais aussi de la santé et de l'environnement.

(a) Isolants d'origine minérale

➔ Perlite et vermiculite

Ce sont des isolants à rapprocher des laines minérales, puisqu'ils sont fabriqués à partir de roches volcaniques broyées. L'expansion est réalisée par réaction thermique. Ils sont utilisés principalement dans les combles et dans les murs creux. Ces isolants sont incombustibles et imputrescibles. Leur mise en œuvre est aisée mais leur prix est relativement élevé.

La perlite et la vermiculite utilisées pures ne présentent pas de dégagements toxiques en cours d'utilisation. En revanche, si les présentations sont bitumées ou siliconées, les panneaux liés au polyuréthane sont sujets aux émanations de gaz toxiques propres à ces matières.

➔ Argile expansée

Produites par expansion d'argile, les billes d'argile sont vendues en vrac pour des applications similaires à celles de la vermiculite. L'argile expansée présente un excellent classement au feu et est insensible à l'eau. En vrac, c'est un isolant assez médiocre et relativement coûteux ce qui amène à l'utiliser uniquement lorsque la résistance à l'humidité est prioritaire.

Aucun dégagement toxique n'a été décelé en cours d'utilisation.

(b) Isolants d'origine végétale

➔ Liège expansé

Le liège est une écorce récoltée sur le chêne-liège. Les écorces sont réduites en grains qui sont ensuite agglomérés à chaud par la résine naturelle du liège (subérine). En panneaux, le liège est mis en œuvre au niveau des dalles, des chapes, des murs, des plafonds et des toitures.

En granulés, il se déverse entre les solives des planchers, dans les toitures et les murs à ossature bois.

C'est un matériau difficilement inflammable, imputrescible et imperméable à l'eau.

Les présentations en éléments composites, préfabriqués à l'aide de colles, et parfois surfacés avec des vernis synthétiques sont à éviter. Ces produits synthétiques peuvent dégager du [formaldéhyde](#).

Faute de quoi, le liège expansé pur est sans effets négatifs connus sur la santé.

➔ Laine de cellulose

Elle est à base de papier recyclé (journaux et coupes d'imprimerie) qui est défibré et réduit en flocons de cinq granulométries différentes qui présente de ce fait un bon coefficient d'isolation (comparable à celui des laines minérales). La laine de cellulose est utilisée soit en flocons soit sous forme de panneaux semi-rigides ou flexibles. Elle est perméable à l'eau et résiste au feu, à la moisissure, aux parasites et son prix est abordable.

Les matériaux à base de papier recyclé sont sans inconvénients majeurs pour la santé. Des doutes subsistent malgré tout sur la biopersistances des fibres mais dans une proportion sans commune mesure avec les laines minérales. Par ailleurs, il reste la présence d'encre dans la composition qui peuvent éventuellement libérer des COV.

➔ Fibre de bois

Les panneaux en fibres de bois sont fabriqués à partir de déchets de scieries (non traités chimiquement). Les fibres sont agglomérées par leur propre résine, la lignine. Ils sont utilisés pour monter des cloisons, isoler la toiture et les planchers, en doublage des murs ou en faux-plafonds. Ils complètent très bien les autres isolants végétaux.

L'inconvénient réside dans le fait que si l'on veut une plus grosse épaisseur d'isolant, plusieurs panneaux en fibres de bois sont collés ensemble avec des colles synthétiques pouvant dégager des produits toxiques et notamment du [formaldéhyde](#).

➔ **Lin :**

Le lin est une plante qui se cultive facilement dont les fibres courtes, non utilisées dans l'industrie textile, présentent de bonnes qualités isolantes (auparavant, ces résidus de l'industrie textile étaient brûlés). L'isolant en lin épouse bien les surfaces à isoler et constitue un bon isolant acoustique également. Cet isolant existe sous diverses formes : laine, fibres, panneaux. Il a la capacité d'adsorber puis de restituer l'humidité en fonction de l'hygrométrie ambiante.

Les utilisations du lin en construction sont sans effet négatif connu sur la santé.

Par ailleurs, le lin sert également à confectionner des panneaux agglomérés de bois qui sont classés E1 pour les émissions de [formaldéhyde](#).

➔ **Laine de coco :**

La fibre de coco, réputée pour son élasticité et sa durabilité, est un résidu de la récolte de noix de coco. C'est un isolant thermique et acoustique bien adapté pour les pièces humides. Son application principale est dans l'isolation acoustique des planchers, les murs et les cloisons.

Aucun effet sur la santé n'est connu.

➔ **Chanvre :**



Le chanvre est une plante à croissance rapide dont on récupère la tige centrale entourée de fibres longues pour en faire un matériau isolant. Elle se cultive

facilement, sans engrais chimiques et sans pesticides. Le chanvre existe en rouleaux ou en panneaux pour isoler le toit, les murs et les planchers. La pose est simple et engendre peu de poussières. Il est naturellement fongicide et antibactérien mais nécessite une substance ignifuge.

Les utilisations du chanvre en construction sont sans effet négatif connu sur la santé.

(c) Isolants d'origine animale

➔ **Laine de mouton**

En général, les produits de tonte sont d'abord lavés au savon et à la soude pour les débarrasser des impuretés et surtout du suint, sécrétion de l'épiderme de l'animal. Le problème est qu'elle est ensuite lavée et traitée avec des produits chimiques contre les mites notamment et pour la rendre ininflammable.

Pour remédier à ce problème, certains ont déjà essayé d'isoler avec de la laine de mouton brute, celle-ci étant naturellement anti-parasitaire, grâce au suint. Seulement, les odeurs sont fortes et le suint n'empêche pas forcément les insectes de l'attaquer.

Mis à part les éventuels problèmes dus aux additifs ajoutés, la laine de mouton est un excellent isolant thermique. Elle possède des qualités d'isolation thermique et de régulation exceptionnelles liées à la constitution originale de ses fibres.

C. Que privilégier ?

En matière d'isolant, faire un choix judicieux se révèle être difficile. En effet, entre les prix, les performances techniques, la résistance à l'eau et au feu, la facilité de mise en œuvre, les impacts sur la santé et l'environnement, etc., le choix du matériau sera la plupart du temps le résultat d'un compromis.

Dans ce contexte, un isolant synthétique n'a pas été cité plus haut en raison de son moindre impact sur la santé : il s'agit des isolants **polyesters**. Ces matériaux à base de fibres de polyester existent en nattes, rouleaux et panneaux semi-rigides pour l'isolation des parois verticales, toiture et combles. Ils ne sont certes pas écologiques (car issus de la pétrochimie et demandant une quantité d'énergie importante pour leur production) mais aucun dégagement toxique n'a été identifié durant leur utilisation. D'autre part, le produit est reconnu anallergique, ininflammable et insensible aux insectes.

Si l'on préfère des isolants issus de produits naturels, les matériaux tels que le **liège expansé pur**, la **laine de cellulose** et ceux issus du **chanvre** par exemple possèdent des qualités techniques reconnues, qui les désignent pour des usages très polyvalents. Ils sont exempts de toxicité et constituent une isolation de qualité.

La plupart des matériaux naturels décrits ci-dessus dans la partie B. sont des produits sains **à partir du moment où ils sont utilisés « bruts »**.

Les rares effets sur la santé qu'ils comportent sont dus aux produits rajoutés pour leurs présentations sur le marché (bitume, silicone..), aux éventuelles colles utilisées pour la finition ou aux traitements chimiques contre les parasites ou le feu notamment.

CHAPITRE 2 : ACTIVITES HUMAINES

I. Fumée de tabac environnementale

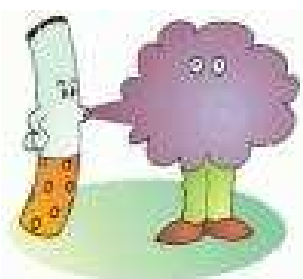
La fumée de tabac constitue la source la plus dangereuse de pollution de l'air intérieur en raison de sa concentration élevée en produits toxiques.

Elle comprend plus de 4000 produits chimiques dont au moins 50 sont des composés cancérogènes connus. Tel est le cas par exemple du benzène, du nickel, du polonium, des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et du **formaldéhyde**.

A. D'où viennent les produits chimiques ?

Une cigarette contient du tabac, de la nicotine, des agents de saveur et de texture, conformément à ce qui est indiqué sur les paquets de cigarettes. Ce qu'on ne sait pas toujours, c'est qu'une fois allumée, la cigarette devient une véritable usine chimique. Sa combustion provoque la formation de très nombreuses substances toxiques.

Environ la moitié de ces substances chimiques se trouve naturellement dans la feuille du tabac vert et l'autre moitié est créée par réaction chimique lorsque le tabac se consume. D'autres substances se forment pendant le procédé de séchage ou encore sont ajoutées par les fabricants dans le but de rehausser l'arôme du produit ou pour atténuer l'irritation de la gorge et des voies respiratoires supérieures causées par la fumée (édulcorant, menthol...) [57].



B. Composition de la fumée

Les principaux composés de la fumée du tabac sont :

Les goudrons

Ce sont des résidus noirs et collants composés de centaines de substances chimiques, dont plusieurs sont considérées comme carcinogènes ou classées parmi les déchets dangereux. Parmi celles-ci, on trouve notamment les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les amines aromatiques et les composés inorganiques.

La nicotine

La nicotine est la substance contenue naturellement dans le plant de tabac qui est responsable de la dépendance au tabac. C'est un alcaloïde qui atteint le cerveau très rapidement (7 secondes) et qui affecte les systèmes cardiovasculaire et endocrinien.

Le monoxyde de carbone (CO)

Il se retrouve dans la fumée du tabac en raison d'une combustion incomplète. Il réduit la capacité des globules rouges à transporter de l'oxygène aux tissus.

Les aldéhydes (dont le formaldéhyde), l'acroléine et les phénols qui sont des irritants de la fumée du tabac.

Tous ces produits se trouvent sous forme particulaire ou gazeuse. Les particules, qui comprennent les goudrons et la nicotine, constituent environ 10% de la fumée de tabac.

L'action directe de la fumée sur les voies respiratoires est liée :

- au contact direct de la fumée avec les muqueuses respiratoires,
- au dépôt des particules en suspension qui peuvent y exercer des effets durables.

On distingue deux courants de fumée :

- Le **courant primaire** : constitué de la fumée directement aspirée, en principe filtrée et exhalée par le fumeur.

- Le **courant secondaire** se dégage de la cigarette entre les bouffées. Il provient du bout incandescent de la cigarette, de la fumée qui traverse le papier et la manchette et en plus de la fumée qui se dégage de l'extrémité du filtre lorsque celui-ci n'est plus sur les lèvres du fumeur. Cette fumée est par la suite respirée par l'entourage et le fumeur lui-même [58].

Elle résulte d'une combustion incomplète à faible température (la fumée est par exemple refroidie par le passage à travers le mégot non consommé), d'où une plus grande toxicité de celle inhalée et rejetée par le fumeur.

En outre, les particules de fumée secondaire sont plus petites et inhalées plus profondément dans les poumons [59].

Sa composition exacte est influencée par plusieurs facteurs comme le type de produit, les propriétés du mélange de tabac, les additifs chimiques, la manière de fumer, le papier et le filtre utilisés.

La fumée du courant secondaire représente entre 50 et 80 % de la fumée produite lorsqu'une personne fume. Elle contient, à volume égal, des quantités plus importantes de toxiques que le courant primaire comme le montre le tableau suivant [60] :

	Particules retrouvées dans la fumée du courant primaire (minimum – maximum)	Ratio courant secondaire – courant primaire (minimum – maximum)
Monoxyde de carbone	10 – 23 mg	2,5 – 4,7
Dioxyde de carbone	20 – 40 mg	8 – 11
Formaldéhyde	70 – 100 µg	5,6 – 8,3
Acétone	100 – 250 µg	2 – 5
Ammoniaque	50 – 130 µg	40 – 170
Cyanure d'hydrogène	400 – 500 µg	0,1 – 0,25
N-Nitrosodiméthylamine	10 – 40 µg	20 – 100
N-Nitrosodéthylamine	ND – 25 ng	< 40
Acroléine	60 – 100 µg	8 – 15
Hydrazine	32 ng	3
Benzène	12 – 48 µg	5 – 10
Phase particulaire		
Matières particulaires	10 – 40 mg	1,3 – 1,9
Nicotine	1 – 2,5 mg	2,6 – 3,3
2-Toluidine	160 ng	19
Phénol	60 – 140 µg	1,6 – 3,0
Aniline	360 ng	30
Benzo[a]pyrène	20 – 40 ng	2,5 – 3,5
4-Aminobiphényle	4,6 ng	31
N-Nitrosodéthanolamine	20 – 70 ng	1,2
Cadmium	100 ng	7,2
Nickel	20 – 80 ng	13 – 30
Polonium-210	0,04 – 0,1 pCi	1,0 – 4,0

Source : Committee on Passive Smoking, National Research Council, USA, (NRC, 1986).

Tableau 8 : Ratio des polluants retrouvés dans les courants secondaire/primaire

- Les différentes substances toxiques se retrouvent également dans la fumée de tabac de pipe ou de cigare mais dans la cigarette, le tabac est brûlé plus complètement et plus rapidement.
- Les filtres ne retiennent que les produits non gazeux : principalement les substances irritantes et les goudrons, mais beaucoup moins la nicotine et pas du tout le monoxyde de carbone. En outre, les filtres contiennent des fibres d'acétate de cellulose qu'on retrouve dans les poumons des fumeurs.
- Une fois la cigarette éteinte, la fumée demeure dans l'environnement soit dans la nourriture, les vêtements, les tapis, les tentures, l'air, etc.

C. Emissions de formaldéhyde

Dans une étude concernant le formaldéhyde en air intérieur datant d'août 2005, Santé Canada a publié des chiffres concernant le formaldéhyde émis dans la fumée principale et la fumée secondaire pour différentes marques de cigarettes vendues au Canada [5].

Dans des conditions expérimentales standard, la teneur en formaldéhyde de la fumée primaire produite par 20 marques de cigarettes s'échelonnait de 11 à 128 µg par cigarette, avec une moyenne de 53 µg par cigarette, tandis que la teneur de la fumée secondaire produite par 5 marques testées variait de 327 à 440 µg par cigarette, la moyenne étant de 367 µg par cigarette.

Fumée Conditions expérimentales	Fumée principale ISO intense		Fumée secondaire ISO intense	
Nombre de marques testées	20	20	5	5
Formaldéhyde (µg/cigarette)				
Minimum	10.7	48.8	327	275
Maximum	128	248.3	440	334
Moyenne	53.4	139.7	367	302
Écart-type	32.8	47.8	44	22

Fumée produite par des machines à fumer.

Conditions de l'ISO : 35 ml/bouffée, bouffées de 2 secondes toutes

les 60 secondes, orifices de ventilation non obturés. Conditions intenses :

55 ml/bouffée, bouffées de 2 secondes toutes les 30 secondes, orifices de ventilation obturés.

Source : Final Report: Cigarette Tobacco and Cigarette Smoke, Toxic Emission Information: Assessment, Characterization and Verification. 2002. Santé Canada Numéro de contrat H4007-015017/001/SS, travail effectué par Labstat International Inc. pour le compte de Santé Canada.

Tableau 9 : Teneur en formaldéhyde de la fumée provenant des marques de cigarette commercialisées au Canada [5]

II. Combustion et chauffage



Pour chauffer notre habitation, pour produire de l'eau chaude et pour cuisiner, nous brûlons des combustibles tels que le mazout, le gaz ou le bois. La combustion, correspondant à la réaction chimique déclenchée par une source de chaleur entre le combustible et l'oxygène de l'air, est soit :

- **complète** : les produits formés sont en grande partie du dioxyde de carbone et de l'eau,

- **incomplète** : une fumée noire se dégage en raison de la présence d'imbrûlés, contenant de nombreuses substances dangereuses pour la santé.

Il s'agit entre autres de monoxyde de carbone (CO), d'oxydes d'azote, mais également toute une série de polluants gazeux et/ou particuliers comme les aldéhydes ou les hydrocarbures aromatiques. La composition et les caractéristiques exactes des gaz de combustion, ainsi que l'importance de leurs effets sur la qualité de l'air intérieur et les personnes exposées, dépendent du type de combustible utilisé, de l'état des installations et d'autres facteurs.

A. Type de combustible

La composition des gaz de combustion dépend dans un premier temps de la structure chimique et de la qualité du combustible.

Le gaz naturel par exemple est constitué principalement de méthane. Celui-ci est une molécule de formule chimique simple (CH₄) qui de ce fait génère des produits de combustion également assez simples : oxydes d'azote, dioxyde de carbone...

En revanche, pour le mazout essentiellement composé d'hydrocarbures (chaînes linéaires ou cycliques plus ou moins longues constituées de carbone et d'hydrogène), les produits de combustion se révèlent plus complexes et pour certains dangereux pour la santé.

Un autre exemple de combustible est le bois. Le bois est un combustible complexe. Il se compose en effet de composants non combustibles (eau et minéraux), de composants combustibles volatils ainsi que de composants inflammables non volatils.

Dès lors, la combustion incomplète du bois libère beaucoup d'hydrocarbures non consommés, tels que le benzène, le toluène et le xylène voire en outre des hydrocarbures polycycliques aromatiques tels que l'antracène ou le benzopyrène.

Le **formaldéhyde** fait également partie des imbrûlés du bois. Dans ce contexte, des chercheurs ont comparé un poêle à bois résidentiel et un poêle à charbon résidentiel dans des conditions contrôlées semblables et ont déterminé que la combustion du charbon produisait moins de formaldéhyde que la combustion du bois [5].

B. Origine des problèmes

Selon une étude canadienne [61], trois principaux facteurs peuvent favoriser la présence indésirable de gaz de combustion dans une habitation.

- **Problèmes de cheminée**

La cheminée n'évacuera pas correctement les gaz si elle n'a pas été bien conçue, bien installée et bien entretenue. Il peut par exemple y avoir un problème de dimensionnement ou tout simplement d'obstruction du conduit.

- **Problèmes d'équipement**

Ceux-ci concernent plus généralement tous les équipements : chaudières, poêles, chauffe-eau...

Comme les cheminées, ils doivent être bien conçus, bien installés et bien entretenus. Tout problème mécanique ou physique (fissure, corrosion, conditions optimales de combustion non réunies...) peut nuire à la qualité de l'air intérieur.

- **Problèmes de pression**

Des différences de pression entre l'intérieur et l'extérieur peuvent survenir lors de l'utilisation simultanée de dispositifs d'extraction d'air. La pression de l'air intérieur tombe ainsi au-dessous de la pression de l'air extérieur. Pour rééquilibrer la pression, l'air extérieur doit s'infiltrer dans la maison par les ouvertures existantes et pourra être aspiré par la cheminée. Il descend alors dans le conduit de fumée au lieu d'y monter (= inversion de tirage), provoquant des émanations de gaz de combustion.

III. Matières textiles

Les textiles sont faits de fibres naturelles (coton, lin, laine, soie) ou synthétiques (rayonne, acétate, nylon, polyester, etc.) Les fibres causent rarement des réactions cutanées allergiques.

A l'opposé, les produits chimiques employés sur les textiles sont des sources potentielles d'allergies de contact. Les deux classes de produits les plus souvent impliquées sont les colorants et les apprêts. Cette deuxième catégorie de produits est élaborée avec du formaldéhyde.

A. Rôle du formaldéhyde

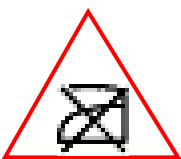
Les résines aminoplastes (urée-formaldéhyde et mélamine-formaldéhyde) et phénoplastes (phénol-formaldéhyde) sont utilisées dans **l'industrie de la finition textile** [62] pour :

- l'impression,
- l'apprêtage pour l'infroissabilité et l'ignifugation,
- l'ennoblissement

En d'autres termes, ces traitements chimiques à base de formaldéhyde servent notamment à empêcher le rétrécissement du tissu, le rendre infroissable, en faciliter le lavage, le rendre incombustible et résistant aux intempéries et maîtriser l'électricité statique.

Le mercerisage, c'est-à-dire le traitement du tissu en vue d'en augmenter la résistance, le brillant et son affinité tinctoriale, met également en oeuvre des résines à base de formaldéhyde.

Les tissus à base de fibres de cellulose comme le coton et la viscose exigent l'application d'un apprêt pour assurer leur infroissabilité [63]. Il en est de même pour les tissus en velours côtelé. Il faut donc s'attendre à trouver des concentrations plus élevées en formaldéhyde dans les vêtements 100 % coton ou les mélanges de fibres naturelles et synthétiques mais aussi dans les vêtements indiquant les mentions « repassage facile » ou « sans repassage ».



D'autres types de résines ont été introduites dans les années 1980 telle que la diméthyloldihydroxyéthylèneurée (DMDHEU), un produit de réaction de l'urée, du glyoxal et du formaldéhyde.

D'autre part, comme les papiers peints ordinaires, les textiles et surtout les tissus d'ameublement (rideaux, tentures, tissus de canapés et fauteuils...) ont un fort potentiel d'absorption des autres polluants se trouvant dans la pièce. L'inconvénient est que ces composés chimiques seront relargués par la suite.

B. Labels existants

ECOLABEL EUROPEEN

L'Ecolabel européen pour les textiles a été l'un des premiers à être élaboré. Ses critères sont entrés en vigueur en 1996 pour les draps et les T-shirts en coton et en polyester. Les deux révisions dont il a été l'objet – la dernière en 2002 – ont élargi la gamme des produits qu'il régit.

Il concerne :

- les textiles et accessoires d'habillement : vêtements et accessoires tels que mouchoirs, foulards, sacs, ceintures, etc. composés d'au moins 90% en poids de fibres textiles,

- les textiles d'intérieur : produits destinés à l'aménagement intérieur composés d'au moins 90% en poids de fibres textiles, à l'exception des revêtements muraux et de sols,

- les fibres, filés et étoffes destinés aux textiles et accessoires d'habillement ou aux textiles d'intérieur.

Les critères se répartissent en trois grandes catégories concernant respectivement les fibres textiles, les procédés et substances chimiques et l'aptitude à l'emploi.



Critères concernant le formaldéhyde

- Le formaldéhyde ne doit pas être utilisé au cours du procédé de décoloration ou dépigmentation.

- La teneur en formaldéhyde libre et partiellement hydrolysable de l'étoffe final ne doit pas dépasser 30 ppm pour les produits destinés à être portés à même la peau, et 300 ppm pour tous les autres produits.

➔ Oeko-tex Standard 100



Le label Oeko-Tex est un organisme de certification international : il regroupe deux standards, l'un concernant les usines et ateliers de production

(Standard 1000) et l'autre concernant le produit fini. [64]

L'association Oeko-Tex est autrichienne à la base, son siège social est en Suisse (Zurich) et a des membres dans de nombreux pays. En France, le relais est assuré par l'Institut Français Textile et de l'Habillement (IFTH), à Lyon.

Le label concerne 4 classes de produits différents :

- **Classe I**, produits pour bébé.
- **Classe II**, produits en contact direct avec la peau.
- **Classe III**, produits sans contacts directs avec la peau (vêtements doublés, triplure...).
- **Classe IV**, matériel pour décoration (linge de table, ameublement...).

Les teneurs limites pour le formaldéhyde sont définies en fonction des classes de produits citées précédemment :

Classe de produits	I	II	III	IV
Teneur en formaldéhyde (ppm)	n.d.*	75	300	300

* non détectable (< 20 ppm)

Tableau 10 : Critères du label Oeko-tex concernant le formaldéhyde

On remarque que la teneur limite pour les produits destinés à être en contact direct avec la peau (classe II) est moins restrictive (75 ppm) que celle définie par l'Ecolabel européen (30 ppm).

Par ailleurs, le label Oeko-tex peut aussi être apposé sur les revêtements de sols textiles, les matelas, comme les mousses et les articles enduits, de grande taille, non utilisés pour les vêtements. Pour ces produits, une valeur limite en émissions est définie (et non plus une teneur) : les émissions de formaldéhyde ne doivent pas dépasser 0,1 mg/m³.

IV. Autres sources diverses

A. Produits d'entretien

Pratiquement tous les produits d'entretien utilisés quotidiennement dans la maison émettent une grande variété de COV.

Malheureusement, la composition reste absente de nombreux produits à usage ménager, notamment des désodorisants. Seuls quelques ingrédients sont parfois mentionnés mais sans préciser leur quantité.

Le tableau suivant donne quelques exemples de produits couramment utilisés avec les substances qu'ils peuvent renfermer et les risques toxicologiques associés.

Produit d'entretien	Substances présentes	Risques toxicologiques aigus (par inhalation)	Cancérogénicité : classification du CIRC (cf ci-dessous)
Désodorisants et désinfectants de toilette	Paradichlorobenzène	Irritant pour les yeux et la peau Symptômes aigus : vertiges, malaises, maux de tête, nausées, vomissements, engourdissements.	Groupe 2B
Anti-mites			
Bougies, encens	Acroléine	Irritant respiratoire, muqueux et oculaire	Groupe 3
Déboucheurs de canalisations, décapants pour fours	Hydroxyde de sodium (soude caustique)	Provoque de graves brûlures des muqueuses	/
Détergents, nettoyants ménagers (sols, vitres...)	Ammoniaque	Irritation des muqueuses oculaires et respiratoires	/

Tableau 11 : Exemples de substances contenues dans certains produits d'entretien

Classification de cancérogénicité proposée par le CIRC :

- Groupe **1** : l'agent (ou le mélange) est cancérogène pour l'homme ;
- Groupe **2A** : l'agent (ou le mélange) est probablement cancérogène pour l'homme
- Groupe **2B** : l'agent (ou le mélange) est un cancérogène possible pour l'homme
- Groupe **3** : l'agent (ou le mélange) ne peut être classé du point de vue de sa cancérogénicité pour l'homme
- Groupe **4** : l'agent (ou le mélange) est probablement non cancérogène pour l'homme.

➔ Insecticides

Vaporisés ou relâchés de façon continue au départ de diffuseurs électriques, de plaquettes, de bombes aérosols ou de sprays, on a très facilement recours à ce type de produits.

De plus, à l'intérieur, ces insecticides se dégradent très lentement et imprègnent pour longtemps les sols, les tapis, le mobilier, les tentures, la poussière... prolongeant notre exposition à ces substances toxiques.



Il y a quelques années encore, ils contenaient des substances qui sans nul doute étaient dangereuses pour l'homme (par exemple : dichlorvos, lindane). Aujourd'hui ils sont pour la plupart à base de pyrèthre, un produit d'origine végétale et de pyréthrinoïdes synthétiques de la même famille. Ces substances sont sensiblement moins dangereuses mais pas dénuées de risques.

Les pyréthrinoïdes de synthèse peuvent occasionner de graves problèmes de santé en cas d'exposition prolongée : désordres cérébraux et de la locomotion, diminution de l'immunité après intoxication aiguë.

En outre, les produits insecticides qui en contiennent (diffuseurs, moustiquaires imprégnées...) peuvent aussi occasionner des irritations de la peau et des yeux, à cause des solvants organiques utilisés pour dissoudre ces substances actives. [65]

➔ Sources de formaldéhyde

Le formaldéhyde est utilisé comme désinfectant dans un grand nombre de produits d'entretien et de nettoyage. Il est également fréquemment utilisé pour la désinfection de surfaces (rayonnages de bibliothèques), de locaux ou d'équipements et dispositifs médicaux.

A titre d'exemple, l'association de consommateurs UFC-Que Choisir a analysé 18 produits d'entretien lors d'une enquête en octobre 2004.

Cette analyse a révélé que deux produits émettent du formaldéhyde. Les mesures effectuées montraient des concentrations de 27 µg/m³ et 24 µg/m³ respectivement pour les deux produits dans l'air de la pièce et que ces niveaux restaient identiques 4 heures après l'emploi des produits.

Pour deux autres marques, les COV étaient encore présents à hauteur de 1000 µg/m³ après 4 heures d'utilisation.

D'une manière générale, l'association conclut que 11 produits sur les 18 analysés dépassent le seuil de nocivité et dégradent l'air au point de ne pouvoir être conseillés aux consommateurs.

➔ Labels existants

Le label écologique européen dispose de critères pour les produits suivants :

- Détergents pour lave-vaisselle
- Détergents textiles
- Liquides vaisselle
- Nettoyants tous usages



Parmi les critères concernant la fabrication ou la formulation, il est spécifié que le produit ne contient pas d'ingrédients (substances ou préparations) classés selon l'une des phrases de risque suivantes ou une combinaison de ces phrases de risque : R31, R40, R45, R46, R49, R68, R50-53, R51-53, R59, R60, R61, R62, R63 et R64.

Le formaldéhyde est classé **R40** c'est-à-dire comme « effet cancérogène suspecté – preuves insuffisantes ».

D'autre part, le produit ne doit pas comporter plus de 10% (en masse) de COV dont le point d'ébullition est inférieur à 150°C.

La liste des fabricants et produits certifiés Ecolabel Européen sont disponibles sur leur site internet [35] ou sur le site de l'AFNOR [36].

Certains consommateurs vont même jusqu'à commander des produits chez nos voisins (Belgique, Allemagne) qui ont des produits exempts de parfum de synthèse, colorant, conservateur de synthèse classique, substances pétrochimiques diverses.

Souvent, des gestes simples peuvent remplacer des produits nocifs. Un nettoyage régulier de la maison avec un peu d'eau chaude et des détergents doux permet de se passer de produits agressifs...

B. Produits cosmétiques

Les cosmétiques contiennent souvent des fragrances auxquelles de plus en plus de gens sont allergiques.

Tous les cosmétiques sont concernés, aussi bien les produits d'hygiène tels que les gels douches, savons, déodorants, shampooings, dentifrices... que les produits de soin (crème) ou à vocation esthétique (maquillage, teinture pour cheveux).

Les risques d'allergie proviennent entre autres des conservateurs et des parfums qui sont présents en quantité non négligeable.

Même s'il a disparu de nombreuses formulations, le **formaldéhyde** peut faire partie de ces conservateurs allergisants ou être libéré par d'autres substances.

Voici une liste d'ingrédients susceptibles de libérer du formaldéhyde [66] :

- 2-Bromo-2-Nitropropane-1,3-Diol
- Diazolidinyl Urea
- DMDM Hydantoin
- Imidazolidinyl Urea
- Quaternium-15

Le terme « hypoallergénique » signifie littéralement « qui réduit les risques d'allergie » mais ce terme n'a aucune valeur légale (comme la mention « testé sous contrôle dermatologique » d'ailleurs). Bien souvent, il signale uniquement l'absence de parfum.

➔ Réglementation

L'**arrêté du 6 février 2001** fixe la liste des agents conservateurs que peuvent contenir les produits cosmétiques [67]. Ce texte précise que « tous les produits finis contenant du formaldéhyde ou libérant du formaldéhyde doivent reprendre obligatoirement sur l'étiquetage la mention « contient du formaldéhyde » dans la mesure où la concentration en formaldéhyde dans le produit fini dépasse 0,05% ».

Il est également interdit dans les aérosols, et sa concentration ne doit pas dépasser 0,2% (ou 0,1% pour les produits pour hygiène buccale).

➔ Labels existants

Les principaux labels existants sont des labels Bio.

• COSMEBIO :

(Association Professionnelle Française de la Cosmétique Ecologique et Biologique)

Deux labels ont été déposés et correspondent aux critères de composition suivants :



Pour le logo Bio :

- Minimum 95% d'ingrédients naturels ou d'origine naturelle
- Ingrédients issus de l'agriculture biologique : minimum 10% du total des ingrédients
- Maximum 5% d'ingrédients de synthèse



Pour le logo Eco :

- Minimum 95% d'ingrédients naturels ou d'origine naturelle
- Ingrédients issus de l'agriculture biologique : minimum 5% du total des ingrédients
- Maximum 5% d'ingrédients de synthèse

Les matières premières d'origine naturelle doivent être obtenues par des procédés simples et être exemptes de contaminants du type : métaux lourds, hydrocarbures, pesticides, dioxines, OGM, nitrates.

• **NATURE ET PROGRES :**



C'est une association qui regroupe des producteurs agricoles, des fabricants cosmétiques et des consommateurs. Leur but est de faire des produits qui respectent les lois de la nature et utilisent le moins possible d'éléments de synthèse. Depuis 1997, le label "Cosmétique bio écologique" a permis aux fabricants de se mettre aux normes de la cosmétique naturelle.

Les cosmétiques labellisés Nature & Progrès sont contrôlés entre autres :

- matière première végétale de qualité biologique
- 100% des composants doivent être de qualité biologique ou écologique
- sans parfum de synthèse
- sans colorant de synthèse
- sans pétrochimie (paraffine, silicone, PEG)
- sans OGM
- biodégradabilité optimale de la formule
- non testé sur animaux
- formulé pour minimiser les risques d'allergie (sans lanoline)

• **BDIH : Cosmétiques naturels contrôlés**

(Bundesverband Deutscher Industrie- und Handelsunternehmen)

Il s'agit d'une association fédérale d'entreprises commerciales et industrielles allemandes pour les médicaments, les produits diététiques, les compléments alimentaires et les soins corporels créée en 1951 (le siège est à Mannheim).

L'association a développé une directive pour les cosmétiques naturels contrôlés.



Le cahier des charges de cette directive interdit entre autres : les matières premières issues de la pétrochimie ou d'origine animale et les colorants ou parfums de synthèse.

Pour les conservateurs, outre les systèmes de conservation naturels, seuls certains à l'état naturel sont autorisés :

- acide benzoïque, ses sels et éthylester
- acide salicylique et ses sels
- acide sorbique et ses sels
- alcool benzyl

D'autre part, ils n'emploient que des substances au faible potentiel allergénique.

C. Papiers, magazines

Dans l'industrie papetière, les résines aminoplastes telles que les résines urée-formaldéhyde ou phénol-formaldéhyde sont utilisées afin d'augmenter la résistance du papier à l'humidité ou pour la plastification et l'imprégnation du papier.

Des papiers spécifiques tels que le **papier autocopiant** (contenant une substance chimique qui permet d'obtenir par une pression localisée, sans intercalage de papier carbone, une ou plusieurs copies d'un original manuscrit ou dactylographié) ou le **papier couché** (se dit d'un papier revêtu d'une couche mate ou brillante permettant une meilleure impression) en contiennent également très souvent.

Par conséquent, la présence de ces papiers spécifiques ou de nombreux livres ou magazines essentiellement neufs peuvent induire un dégagement de formaldéhyde non négligeable dans une pièce.

Parallèlement, il faut savoir que le formaldéhyde peut être formé par la réaction chimique de l'ozone avec certains matériaux de construction et revêtements (ex : plâtre, contreplaqué, tapis [5]). Les appareils qui libèrent de l'ozone à l'intérieur des immeubles sont les **photocopieurs et les imprimantes laser**, les émissions ne se produisant que pendant le temps réel de fonctionnement de la machine.

La dernière génération de photocopieurs et d'imprimantes laser possède un "filtre d'ozone" principalement constitué de charbon actif qui transforme l'ozone produit en oxygène. Cependant, il faut veiller à la maintenance de ce filtre [68].

Cette production d'ozone et secondairement de formaldéhyde peut ainsi être dommageable pour les personnes travaillant dans des espaces mal ventilés où se trouvent d'anciens photocopieurs ou imprimantes laser.

CONCLUSION

Les environnements de vie sont des lieux d'activités multiples et très variées, qui peuvent conduire à l'émanation de nombreuses substances organiques volatiles (COV et en particulier le formaldéhyde) qui peuvent être potentiellement nocives pour la santé des occupants. Les enfants, en particulier les plus jeunes, sont particulièrement sensibles à la présence de polluants chimiques atmosphériques du fait du développement de leur appareil respiratoire.

Les sources de pollution chimique sont nombreuses (fumée de tabac, ameublement, produits d'entretien, etc). Le formaldéhyde par exemple est une base chimique peu coûteuse qui fait d'elle une substance largement utilisée pour la fabrication de très nombreux produits industriels. Ce document propose une synthèse des principales sources d'émission de formaldéhyde en environnement domestique.

Le moyen le plus efficace de fournir un niveau convenable de qualité de l'air intérieur consiste à s'assurer que les sources potentielles de contamination sont supprimées à l'intérieur du bâtiment. A défaut, le recours à des matériaux à faible émission permet de minimiser autant que possible l'exposition aux polluants.

C'est dans ce contexte qu'interviennent les normes ou labels de qualité répertoriés, relatifs aux émissions de COV et de formaldéhyde. L'objectif de ces normes est bien entendu de proposer aux consommateurs des produits plus sains. Mais il ne semble pas que l'ensemble des seuils de qualité soient définis selon des considérations sanitaires.

Parmi les actions définies dans le Plan National Santé Environnement publié en juin 2004 et relayées se trouvent la mise en place d'un étiquetage des caractéristiques sanitaires et environnementales des matériaux de construction mais aussi l'amélioration de l'information du public et des professionnels sur les risques sanitaires d'origine environnementale.

Différents organismes, à l'image de l'AFSSET, travaillent à donner des valeurs-guides en air intérieur et les rapports concernant l'évaluation des risques sanitaires engendrés par les polluants émis en air intérieur et basés notamment sur l'exploitation des résultats de la campagne nationale logement effectuée par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur se multiplient.

Les différentes actions menées en terme d'étiquetage, de recherche et de sensibilisation devraient ainsi être, les prochaines années, à l'origine d'avancées importantes dans le domaine de la qualité de l'air intérieur.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Articles L220-1 à L228-2 au titre II « air et atmosphère » du livre II « milieux physiques » du Code de l'Environnement.
- [2] INERIS, *Fiches de données toxicologiques et environnementales des substances dangereuses destinées à l'évaluation des risques, FORMALDEHYDE*, mise à jour 25/05/05.
- [3] AFSSET, *Valeurs guides de qualité d'air intérieur, Le formaldéhyde*, Juillet 2007.
- [4] World Health Organization (WHO), Regional Office for Europe, Copenhagen, *Air Quality Guidelines for Europe*, Second Edition, 2000.
- [5] Santé Canada, *Proposition de valeurs-guides pour le formaldéhyde dans l'air intérieur résidentiel*, Août 2005.
- [6] European Commission, The INDEX Project, *Critical Appraisal of the Setting and Implementation of Indoor Exposure Limits in the EU*, Final report, January 2005.
- [7] ASPA, *Campagne de mesure du formaldéhyde dans les établissements scolaires et d'accueil de petite enfance de la ville de Strasbourg : bilan des niveaux mesurés*, Juin 2005, ASPA-05061301-ID.
- [7a] ASPA, *Campagne de mesure dans les lieux publics sur l'agglomération mulhousienne*, Novembre 2005, ASPA 05113001-ID.
- [8] H.U Wanner and M. Kuhn, *Indoor air pollution by building materials, Environment International*, Volume 12, Issues 1-4, 1986, pages 311-315.
- [9] Journal de l'Environnement, rubrique air intérieur, *Produits de construction : les labels en mal de santé*, article du 17 janvier 2005.
- [10] Drs Suzanne et Pierre DEOUX, *Le Guide de l'habitat sain*, Les effets sur la santé de chaque élément du bâtiment, Mediéco Editions, Octobre 2004, 407 pages.
- [11] Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie, Chiffres Clés, *Le bois en chiffres*, Edition 2004.
- [12] INERIS, Serge COLLET, Facteurs d'émission, *Emissions de dioxines, de furannes et d'autres polluants liées à la combustion de bois naturels et adjuvantés*, février 2000.
- [13] INRS, Fiche toxicologique n°129, 4,4'-Diisocyanate de diphénylméthane, Edition 1988.
- [14] INRA, *Une résine pour limiter les émissions de polluants*, Fiche de presse Info., 14/02/06.
http://www.inra.fr/presse/limiter_les_emissions_de_polluants
- [15] Norme AFNOR NF EN 312, Février 2004.
- [16] Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) – Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt), *Vorkommen und bauaufsichtliche Bewertung von Formaldehyd in Bauprodukten*, 29 mai 2006, p.14.
http://www.bfr.bund.de/cm/232/vorkommen_und_bauaufsichtliche_bewertung_von_formaldehyd_in_bauprodukten.pdf
- [17] Site internet consacré intégralement au panneau OSB.
<http://www.osb-info.org>
- [18] Norme AFNOR NF EN 622-1, Août 2003.
- [19] Angéline Spino, architecte, *Finition intérieure - Les panneaux écolos*, Site internet « Maison du 21^{ème} siècle », été 2002.
<http://www.21esiecle.gc.ca/panneauxecolo.htm>
- [20] Industrie Canada, Stratégis, *Santé : Les matériaux faiblement émissifs*, 2003.
<http://strategis.ic.gc.ca/epic/internet/indsib-tour.nsf/fr/qq00058f.html>
- [21] Centre Nautique Sèvre et Loire, Construction amateur, *Les panneaux de contreplaqués*.
http://cnsl.naoonet.free.fr/construction_amateur/materiaux/contreplaque.htm
- [22] Norme AFNOR NF EN 1084, Août 1995.
- [23] Réglementation Européenne des Produits de Construction, site internet réalisé en partenariat par le CSTB et AFNOR.
<http://www.dpcnet.org/>
- [24] Norme AFNOR NF EN 13986, Avril 2005.
- [25] Site internet de la Marque NF.
<http://www.marque-nf.com/>
- [26] Site internet de la Marque NF Mobilier Professionnel.
<http://www.nf-mobilier-pro.com/>

- [27] CTBA, *Fabricants de panneaux de particules bénéficiant de la Marque CTB PANNEAUX DE PARTICULES*, liste du 27 octobre 2006.
http://www.ctba.fr/document_produit/CTBS_CTBH.pdf
- [28] INIES, *Base de données française de référence sur les caractéristiques environnementales et sanitaires des produits de construction*.
<http://www.inies.fr/>
- [29] Site internet de l'écolabel allemand « l'Ange bleu ».
<http://www.blauer-engel.de/>
- [30] Ministère de l'écologie et du développement durable, *Les écolabels : données générales et économiques*, 11 pages.
<http://160.92.130.69/ecolabels/IMG/pdf/Pj06176.pdf>
- [31] INRS, *Peintures en phase aqueuse (ou peintures à l'eau), Composition, risques toxicologiques, mesures de prévention*, ED 955, aide-mémoire technique, mise à jour février 2005.
- [32] Alsace Santé au Travail (AST), *Dossiers Analyse, Evaluation et Prévention des Risques, Evaluation du risque chimique des peintures*, Mise à jour avril 2001.
http://www.ast67.org/dossier/index_dossier.htm
- [33] INRS, *Peintures en solvants, Composition, risques toxicologiques, mesures de prévention*, ED 971, aide-mémoire technique, mise à jour décembre 2005.
- [34] Magazine Que Choisir n°437, *Peintures d'intérieur - Peindre sans polluer*, mai 2006, p.35.
- [35] Ecolabel Européen, site web officiel.
<http://www.eco-label.com/french/>
- [36] AFNOR, Association Française de NORmalisation.
http://portailgroupe.afnor.fr/v3/espace_certification/ecolabel.htm
- [37] DETIC (Association Belgo-Luxembourgeoise des producteurs et des distributeurs de savons, cosmétiques, détergents, produits d'entretien, d'hygiène et de toilette, colles, produits et matériel connexes), *Le Petit Manuel des Colles et Mastics*, décembre 2004.
[http://www.detic.be/library/fil/2005_dossier_colles/Colles_et_mastics\[1\].pdf](http://www.detic.be/library/fil/2005_dossier_colles/Colles_et_mastics[1].pdf)
- [38] INRS, *Fiche toxicologique n°248, 2-cyanoacrylate de méthyle ; 2-cyanoacrylate d'éthyle*, Edition 2004.
- [39] GEV (Gemeinschaft Emissionskontrollierte Verlegewerkstoffe e.V.), *questions et réponses sur les émissions de COV et la classification EMICODE*, édition octobre 2000.
<http://www.emicode.com/pdf/GEV-Fragen-franz.pdf>
- [40] ACTU® ENVIRONNEMENT, *Vitrifier son parquet en limitant l'impact sur l'environnement*, paru le 14/09/2005 (site internet).
<http://www.actu-environnement.com/ae/pdt/21.php4>
- [41] Materis Paints, *Fiches de sécurité*.
<http://www.materis-paints.com/>
- [42] Georges Méar, *Nos maisons nous empoisonnent*, Guide pratique de l'air pur chez soi, Editions Terre Vivante.
- [43] INRA, *La lettre de l'INRA, trimestriel, n°14*, mai 2006.
http://www.inra.fr/l_institut/l_inra_en_bref/l_essentiel_en_documents/la_lettre_de_l_inra
- [44] Journal de l'Environnement, rubrique air intérieur, *Le PVC des murs favorise l'asthme*, article du 13 novembre 2006.
- [45] Syndicat des Producteurs de Matières Plastiques (SPMP), *Le PVC, Données techniques*, 2002.
- [46] INRS, *Fiche toxicologique n°161, Phtalate de bis(2-éthylhexyle)*, Edition 2004.
- [47] Agence Nationale pour l'Amélioration de l'Habitat (ANAH), *Revêtements de sol souples*, Fiche technique.
- [48] GUT, Association des moquettes écologiques.
<http://www.gut-ev.de>
- [49] INRS, N. ROSENBERG, *Asthme professionnel à la colophane*, 94 TR 31, documents pour le médecin du travail n° 94, 2^e trimestre 2003.
<http://www.inrs.fr/htm/tr31.pdf>
- [50] Magazine Que Choisir n°442, *Revêtements de sols – un tapis de polluants*, novembre 2006, page 26.
- [51] Jean-Pierre Oliva, *L'isolation écologique : conception, matériaux et mise en œuvre*, Editions Terre vivante, 2006.

- [52] DOMUS MATERIAUX ECOLOGIQUES, fournisseur de matériaux écologiques.
http://www.domus-materiaux.fr/dossier_ge_materiaux.htm
- [53] Encyclopédie libre et gratuite Wikipédia, Mousses isolante d'urée-formaldéhyde.
http://fr.wikipedia.org/wiki/Mousse_isolante_d'ur%C3%A9e-formald%C3%A9hyde
- [54] Société canadienne d'hypothèques et de logement, Votre maison, Mousse isolante d'urée-formaldéhyde (MIUF), révision 2005.
http://www.cmhc-schl.gc.ca/fr/co/co_001.cfm
- [55] Arrêté du 6 mai 1988 relatif à la teneur maximale en formaldéhyde provenant de l'injection des mousses urée-formol dans les locaux à usage d'habitation ou destinés à une occupation humaine permanente ou semi-permanente. Journal officiel de la République française.
- [56] INRS, Fiche pratique de sécurité ED 93 : Les laines minérales d'isolation, Bonnes pratiques d'utilisation, avril 2004.
- [57] Fonds des Affections Respiratoires, Belgique.
<http://www.fares.be/tabac/documenter/fumee.php>
- [58] Institut National de Santé Publique du Québec, La fumée de tabac secondaire, effets sur la santé et politiques de contrôle de l'usage du tabac dans les lieux publics, mai 2006.
- [59] Dr Dominique GABRILLARGUES, C.H.U. Clermont-Ferrand, Intégration du contrôle de tabagisme dans la gestion de la qualité de l'air, et les risques amiante et incendie.
http://cdtnet.spim.jussieu.fr/download/DHOS11012006/Gestion_Risques.ppt
- [60] Institut National de Santé Publique du Québec, La fumée de tabac secondaire, document PDF, 251 pages, mai 2006.
<http://www.inspq.gc.ca/pdf/publications/487-FumeeTabacSecondaire.pdf>
- [61] Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL), Les gaz de combustion dans votre maison – Ce que vous devez savoir sur les émanations des gaz de combustion, 1995, révisé en 2005.
- [62] INRS, Le point des connaissances sur le formaldéhyde, ED 5032, octobre 2006.
- [63] Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail au Québec (IRSST), Impacts d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde - Industrie de finition textile, RA10-386, novembre 2004.
- [64] Site internet du label Oeko-tex pour les produits textiles.
<http://www.oeko-tex.com/>
- [65] Réseau Eco-consommation Belgique, L'Art d'éco... consommer n°15 – Dossier : Insecticides utilisés dans la maison : attention danger, mai 2006.
<http://www.ecoconso.be/>
- [66] Le Flacon, Site internet dédié aux produits cosmétiques (ingrédients, réglementation...)
<http://membres.lycos.fr/leflacon/>
- [67] Journal Officiel de la République Française n° 46 du 23 février 2001, Arrêté du 6 février 2001 fixant la liste des agents conservateurs que peuvent contenir les produits cosmétiques, p.2964.
- [68] INRS, L'émission d'ozone par les photocopieurs et les imprimantes laser, P. Huré, ED 1422.
<http://www.inrs.fr/htm/ed1422.pdf>
- [69] Dossier INRS, Ethers de glycol, mise à jour le 24/01/2006.
- [70] FormaCare, producteurs européens de formaldéhyde et représentant officiels de l'industrie du formaldéhyde en Europe.
<http://www.formaldehyde-europe.org/>

ANNEXES

ANNEXE 1

Ecolabels officiels

Deux écolabels officiels sont délivrés en France : la Marque **NF Environnement**, destinée au marché français et l'**Ecolabel européen**, reconnu dans les 25 pays de l'Union Européenne.

Leurs exigences sont fixées après une étude du cycle de vie des produits : extraction des matières premières, production, distribution, utilisation et fin de vie.

Pour qu'un produit soit écolabellisé, il faut qu'il soit conforme à tous les critères établis pour sa catégorie. Les écolabels sont attribués aux industriels qui souhaitent les obtenir, après instruction du dossier, audit et contrôle par des organismes tiers impartiaux.

Il faut préciser que la labellisation est une procédure volontaire. Seul le producteur désireux d'obtenir le label y soumet son produit. Pour le consommateur, cela signifie que le produit labellisé n'est pas forcément le plus écologique. Ce qu'offre l'écolabel, c'est la garantie que des critères écologiques déterminés au niveau européen sont respectés. L'industrie paye pour obtenir l'écolabel (analyses, frais de dossier) et participe au financement du système en fonction du chiffre d'affaires des produits labellisés (0,15%).

LA MARQUE NF

La marque NF est une marque collective de certification gérée par l'AFNOR et regroupée en quatre grands secteurs :

- NF Environnement
- NF Produits industriels et grand public
- NF Agro-alimentaire
- NF Service

Ces quatre grands types de marque sont eux-mêmes divisés en diverses applications. Certaines de ces applications comportent des critères concernant le formaldéhyde.

Il est important de ne pas confondre marque NF et norme NF.

La **norme** NFXX-XXX est un document de référence français, européen ou international qui fixe des caractéristiques et des critères de performances de produits objectifs et mesurables. Elle est élaborée collectivement par l'ensemble des parties concernées : fabricants, consommateurs/utilisateurs, pouvoirs publics, organismes techniques...

La **marque NF** apporte la preuve que les performances et le niveau de qualité des produits sont conformes à la norme. Il s'agit d'une marque de qualité avec des règles d'usage déposées, délivrée par AFAQ AFNOR Certification, qui est attribuée après des contrôles rigoureux du produit et de l'organisation du fabricant. Elle utilise la norme comme document de référence et apporte la preuve que les exigences de sécurité et de qualité qui y sont décrites sont remplies.

La marque NF Environnement dont le logo est reproduit ci-dessous est l'une des marques nationales de normalisation accordée par l'AFNOR. Elle a été créée en 1991.



Elle est destinée à certifier que les produits ou services sur lesquels elle est apposée présentent un impact négatif moindre sur l'environnement et une qualité d'usage satisfaisante par rapport à d'autres produits ou services analogues présents sur le marché.

Cette marque peut s'appliquer aux produits ou services destinés aux consommateurs et aux produits ou services intermédiaires. Par ailleurs elle peut être attribuée à des produits ou services dont la fonction est utile à la protection de l'environnement.

L'ECOLABEL EUROPEEN



Créé en 1992, l'Ecolabel européen est reconnu dans les 25 pays de l'Union Européenne. En France, AFAQ AFNOR Certification est l'organisme en charge de la gestion et de l'attribution de l'Ecolabel européen.

L'Ecolabel distingue les produits dont l'impact sur l'environnement est réduit. Les critères sont établis suite à des négociations entre représentants d'industriels, d'associations de consommateurs et de protection de l'environnement, de distributeurs et de pouvoirs publics. Ces critères d'attribution du label sont en principe valables de 3 à 5 ans. Ils sont publiés sur le site internet du Journal officiel de la Commission Européenne.

ANNEXE 2

Critères écologiques de la Marque NF Environnement pour le mobilier

Pour obtenir la Marque NF Environnement, le mobilier doit répondre aux critères écologiques et de performance suivants [25] :

ÉTAPE DU CYCLE DE VIE	CRITÈRE	SEUILS D'ACCEPTABILITÉ OU NIVEAU D'EXIGENCE
Matières premières	Origine du bois utilisé	<ul style="list-style-type: none"> Le fabricant doit connaître l'origine ainsi que le mode de gestion de la forêt du bois utilisé pour la fabrication du mobilier. La chaîne de contrôle du site de fabrication du mobilier (« traçabilité ») doit être certifiée selon le ou les systèmes choisis (PEFC, FSC ou équivalent). Le pourcentage de bois éco-certifié utilisé pour la fabrication du mobilier doit être d'au moins 50 % pour le bois massif et 20 % pour les dérivés à base de bois. Interdiction d'utiliser des essences dont l'exploitation commerciale et l'exportation sont prohibées, soit par une loi locale s'appliquant à la forêt d'origine considérée, soit par un accord international reconnu.
Fabrication (mousse)	Non-utilisation du CFC	<ul style="list-style-type: none"> Interdiction d'utiliser du CFC lors de la fabrication des mousses entrant dans la composition du produit fini.
Fabrication (finition et/ou collage)	Élimination des déchets de fabrication non revalorisés in situ	<ul style="list-style-type: none"> Les déchets contenant plus de 5 % de matières organiques (liants, solvants,...) sont traités dans des installations autorisées (ICPE).
Fabrication (finition et/ou collage)	Produits de finition de la famille des peintures (pigments)	<ul style="list-style-type: none"> Absence de substances à base de cadmium, plomb, chrome VI, mercure, ou arsenic, ou nécessitant l'utilisation de ces éléments.
Fabrication (finition et/ou collage)	Limitation des émissions de COV (Composés Organiques Volatils)	<ul style="list-style-type: none"> $R_{COV} < 4$ avec, $R_{COV} = \frac{Q_s}{E_{SD}}$ (Q_s = masse de solvant présente dans le produit de finition utilisé + masse de solvant de dilution consommée - masse de solvant recyclée ou captée et incinérée, et E_{SD} = extrait sec déposé en kg)
Fabrication (limitation des émissions dans l'eau)	Limitation des rejets (métaux et autres polluants)	<ul style="list-style-type: none"> Pour les ateliers de traitement de surface des pièces métalliques : les rejets et aménagements devront être conformes à l'arrêté type d'exploitation. En cas d'inexistence de ce dernier : <ul style="list-style-type: none"> - Exigence de $(Zn + Cu + Ni + Al + Fe + Cr + Cd + Pb + Sn) < 15$ mg / L dans les effluents bruts non décantés, Exigences aussi de seuils limites pour les rejets de chaque élément ci-dessus, et des MES, CN, F, Nitrites, P, DCO et hydrocarbures. - Exigences d'aménagements sur les installations.
Fabrication (limitation de la consommation d'énergie)	Limitation de l'énergie spécifique pour obtenir le mobilier considéré	<ul style="list-style-type: none"> Calcul de l'énergie de transformation des matières premières en un produit transformé : $E = \sum_{i=1}^N m_i * CS_i$, avec : <ul style="list-style-type: none"> - m_i : masse de matériau i contenue dans le produit - CS_i : consommation énergétique spécifique nécessaire à l'obtention et à la transformation du matériau i - N : nombre de matériaux constitutifs du mobilier considéré Exemples de seuils d'énergie de transformation pour la fabrication de : <ul style="list-style-type: none"> Mobilier de bureau : Siège de travail : $E \leq 900$ Mjoules Mobilier d'éducation : Chaise (taille 6N) : $E \leq 150$ Mjoules Mobilier domestique : Lit 2 adultes (140 x 190 cm) : $E \leq 800$ Mjoules
Fabrication, utilisation et fin de vie (réduction des substances dangereuses pour l'environnement et la santé)	Réduction des émissions de formol et de MDI (panneaux agglomérés à base de bois défilé ou fragmenté)	<ul style="list-style-type: none"> Pour les panneaux agglomérés à base de bois contenant du formol : obligation de faire partie de la classe ET définie dans la norme NF EN 13986 d'octobre 2002. Pour les panneaux agglomérés par du pMDI (polymère diphénylméthane -4,4-diisocyanate), absence de dégagement notable de monomère MDI.
Fabrication et fin de vie	Système d'emballages	<ul style="list-style-type: none"> Pour les emballages du produit fini et les emballages des fournitures ou sous-ensembles entrant dans sa composition. <ul style="list-style-type: none"> - Utilisation de matériaux facilement recyclables et / ou issus de ressources renouvelables. - Autorisation de l'utilisation de composites complexes pour les emballages multi-rotations.
Transport et stockage	Optimisation de l'encombrement	<ul style="list-style-type: none"> Attester de la prise en compte de ce facteur (plans de chargement, conception des produits, proposition de consigne de l'emballage...).
Utilisation et services à l'utilisateur	Pérennité de l'offre	<ul style="list-style-type: none"> Possibilité d'acquérir, à l'unité, des produits durant toute la période effective de leur fabrication. Possibilité d'acquérir, pendant 5 ans, à partir de l'arrêt de production de la gamme, les éléments fonctionnels d'origine ou les éléments remplissant des fonctions équivalentes.
Fin de vie	Séparabilité	<ul style="list-style-type: none"> Possibilité de séparer en fin de vie tout élément de masse > 50 grammes.
Fin de vie	Marquage des pièces plastiques en vue de leur valorisation	<ul style="list-style-type: none"> Pour tout élément > 50 g : marquage permanent des pièces plastiques. Pour les pièces plastiques < 50 g mais dont la masse totale (somme par nature et par produit) est supérieure à 10 % de la masse du produit : marquage permanent sur une partie du produit.
Fin de vie	Information aux utilisateurs	<ul style="list-style-type: none"> Informations d'ordre général quant à l'élimination du mobilier dans le lieu le plus propice à sa valorisation (déchetterie,...).

CRITÈRES DE PERFORMANCE ET DE DURABILITÉ

Aptitude à l'emploi	<ul style="list-style-type: none"> Conformité aux exigences d'aptitude à l'usage définies dans les règles de la Marque de qualité correspondante (NF Bureau Sécurité Confortique, NF Ameublement...).
Information des utilisateurs	<ul style="list-style-type: none"> Information sur l'entretien du mobilier.

ANNEXE 3

Ethers de glycol :

Description, risques toxicologiques et réglementation

➔ Qu'est ce que la famille des éthers de glycol ? [69]

La famille des éthers de glycol se compose de 80 substances chimiques, différentes quant à leurs caractéristiques, qui entrent dans la composition de nombreux produits.

On distingue deux grandes séries d'éthers de glycol :

- la série E, éthers de l'**éthylène glycol** (EGE) : $R-(O-CH_2-CH_2)_n-O-R'$
- la série P, éthers du **propylène glycol** (PGE) : $R-[O-CH_2-CH(CH_3)]_n-O-R'$ (isomère α)

On peut aussi trouver certains dérivés du diéthylène glycol : le méthyldiglycol, l'éthyldiglycol et le butyldiglycol.

Principales abréviations utilisées pour la dénomination des éthers de glycol	
EGME	Ethylène Glycol Méthyl Ether
EGMEA	Ethylène Glycol Méthyl Ether Acétate
EGEE	Ethylène Glycol Ethyl Ether
EGEEA	Ethylène Glycol Ethyl Ether
EGiPE	Ethylène Glycol iso-Propyl Ether
EGBE	Ethylène Glycol n-Butyl Ether
EGBEA	Ethylène Glycol n-Butyl Ether
EGPhE	Ethylène Glycol Phényl Ether
DEGDME	Diéthylène Glycol Diméthyl Ether
DEGBE	Diéthylène Glycol Butyl Ether
2PG1ME	2-Propylène Glycol 1-Méthyl Ether
2PG1MEA	2-Propylène Glycol 1-Méthyl Ether 2-Acétate
1PG2ME	1-Propylène Glycol 2-Méthyl Ether
1PG2MEA	1-Propylène Glycol 2-Méthyl Ether 1-Acétate
DPGME	Dipropylène Glycol Méthyl Ether

C'est à leur propriété de solubilité à la fois dans l'eau et dans les solvants organiques que les éthers de glycol doivent leur essor industriel. C'est pourquoi on les retrouve depuis les années soixante-dix dans de nombreuses préparations, en remplacement des solvants aromatiques couramment utilisés avant cette époque.

Les éthers de glycol sont présents en particulier dans tous les produits dits "à l'eau". On les trouve aussi comme principaux composants dans : **les colles, les encres, les peintures, les vernis, les diluants, les cosmétiques notamment les teintures pour cheveux, les produits d'entretien comme les lave-vitres**, les produits pour la mécanique et la métallurgie (fluides de coupe, dégraissants...).

➔ Risques toxicologiques

Comme la plupart des solvants qu'ils ont remplacé, les éthers de glycol appartiennent à une grande famille de molécules dont les effets toxiques peuvent être séparés en deux : les effets communs à la grande majorité des membres de la famille et ceux qui sont spécifiques à chaque substance chimique. Les principales voies d'exposition sont l'inhalation et le contact cutané.

Parmi les caractéristiques toxicologiques communes à ces molécules, il faut signaler des atteintes neurologiques, maux de tête, vertiges pouvant aller jusqu'au coma, uniquement en cas d'exposition aiguë à forte dose ; cependant les éthers de glycol ne sont pas considérés comme irritants aux concentrations utilisées en entreprise.

Par ailleurs, chaque éther de glycol possède des caractéristiques toxicologiques propres et certains dérivés ont une toxicité sur la reproduction mise en évidence dans des essais chez le rongeur, susceptible d'entraîner un risque pour l'homme ; les composés potentiellement dangereux sont de plus en plus substitués et les mesures réglementaires ont permis de réduire leur utilisation.

Les signes précurseurs d'intoxication susceptibles d'alerter l'utilisateur (type odeur) sont nuls ou n'apparaissent qu'à de très fortes concentrations.

▪ **Cancérogénicité**

La presse française d'information générale a fait état, suite à un appel à témoignage, d'un taux anormalement élevé de cancers des testicules et de leucémies chez des salariés d'IBM exposés à des éthers de glycol (EGME, EGEE et leurs acétates et DEGDM) de 1974 à 1994. Même si le risque de cancer des testicules a déjà été évoqué à travers une étude réalisée dans le secteur de l'aviation britannique, l'expertise collective INSERM conclut que les quelques études épidémiologiques conduites sur la relation entre exposition aux éthers de glycol et différents types de cancer chez l'homme (leucémies myéloïdes aiguës, cancer de l'estomac, cancer des testicules) n'apportent pas de résultats convaincants sur un effet cancérigène potentiel de ces solvants.

➔ Classification / étiquetage

Dans le cadre de la directive 67/548/CEE, concernant la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses, **13 dérivés de l'éthylène glycol et 9 du propylène glycol font l'objet d'une classification et d'un étiquetage harmonisés** ; 9 autres dérivés de l'éthylène glycol et 3 du propylène glycol sont en cours de classification. Les éthers de glycol les plus utilisés ont été expertisés au niveau européen, les phrases de risque reflètent donc généralement bien leur toxicité.

La classification "Toxique pour la reproduction" comprend trois catégories (Cat.). A ce jour, aucun éther de glycol n'est classé dans la Cat. 1 qui correspond aux "substances connues pour altérer la fertilité dans l'espèce humaine" avec des preuves reconnues chez l'homme. Mais de nombreux éthers de glycol sont classés en Cat. 2 définis comme étant "des substances devant être assimilées à des substances altérant la fertilité et/ou causant des effets toxiques sur le développement dans l'espèce humaine" ou en Cat. 3 comme "des substances préoccupantes pour la fertilité dans l'espèce humaine et/ou des substances préoccupantes pour l'homme en raison d'effets toxiques possibles sur le développement".

Outre leur examen dans un but de la classification et de l'étiquetage, un certain nombre d'éthers de glycol ont fait ou feront l'objet d'une évaluation de risques dans le cadre du règlement européen 793/93.

La classification et l'étiquetage détaillés des éthers de glycol est disponible sur le site de l'INRS (www.inrs.fr) rubrique DOSSIERS, Ethers de glycol, édité en janvier 2006.