

# Méthodologie d'évaluation des caractéristiques sanitaires et environnementales des produits de construction

F. Maupetit

## Résumé

Une méthodologie globale d'évaluation des caractéristiques environnementales et sanitaires des produits de construction est présentée. Elle est basée sur la production de fiches de déclaration environnementales et sanitaires au format de la norme NF P 01-010 pour le volet environnemental et sur une série d'essais spécifiques de caractérisation des impacts sanitaires potentiels (émissions de COV et de formaldéhyde dans l'air intérieur, émissions d'odeurs, comportement face à une contamination fongique et bactérienne, émissions radioactives naturelles). Cette méthodologie est à la disposition :

- des industriels volontaires souhaitant mettre en place une communication objective sur les caractéristiques environnementales et sanitaires de leurs produits ;
- des utilisateurs, des distributeurs ou des prescripteurs (maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, architectes, etc.) souhaitant disposer d'une méthodologie d'aide au choix de produits de construction, par exemple dans le cas d'opérations d'ouvrages Haute Qualité Environnementale (HQE®).

Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), Département  
Énergie Santé Environnement, Division Santé, Champs-sur-Marne,  
France.

**Correspondance** : F. Maupetit  
Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB),  
Département Énergie Santé Environnement, Division Santé,  
84 avenue Jean Jaurès, Champs-sur-Marne,  
77447 Marne-la-Vallée cedex 2.

françois.maupetit@cstb.fr

Réception version princeps à la Revue : 01.02.2007.  
Acceptation définitive : 14.06.2007.

Rev Mal Respir 2008 ; 25 : 164-72

## A methodology for the evaluation of the health related and environmental characteristics of building products

F. Maupetit

### Summary

A global methodology for the evaluation of the environmental and health-related characteristics of building products is presented. This methodology is based on environmental product declaration according to the NF P 01-010 standard for the environmental part and on specific tests for the characterization of the potential health-related impact of building products (emissions of volatile organic compounds and formaldehyde in indoor air, odour emissions, aptitude for growth of micro-organisms: moulds and bacteria, natural radioactive emissions).

This methodology can be used either by:

- Manufacturers for the communication on the environmental and health-related properties of their building products,
- End-users, consumers, retailers, building owners and architects wishing to introduce environmental and health-related criteria in their selection procedure of building products, e.g. for "green building" construction.

## Contexte

Afin d'être intégrés dans un bâtiment, les produits de construction sont évalués pour leurs propriétés d'aptitude à l'usage : résistance mécanique et stabilité, sécurité en cas d'incendie, sécurité d'utilisation, protection contre le bruit, économies d'énergie et isolation thermique.

Au niveau européen, l'aptitude à l'usage des produits de construction est évaluée dans le cadre de la Directive du Conseil du 21 décembre 1988 [1] dite « Directive Produits de Construction ou DPC » et se traduit par le marquage CE réglementaire des produits. L'application de la DPC s'inscrit dans le contexte de la libre circulation des produits et de la suppression des barrières aux échanges par l'harmonisation des réglementations existantes dans les différents états membres. La DPC est toujours en cours de transposition et, à la fin de l'année 2004, environ 50 % des familles de produits de construction concernées par cette Directive disposaient des documents (normes harmonisées ou guides d'agrément européen) permettant l'application du marquage CE.

La DPC comporte une exigence essentielle « Hygiène, santé et environnement » (exigence essentielle n° 3) qui précise que l'ouvrage doit être conçu et construit de manière à ne pas constituer une menace pour l'hygiène et la santé des occupants ou des voisins, du fait notamment, d'un dégagement de gaz toxiques, de la présence dans l'air de particules ou de gaz dangereux, de l'émission de radiations dangereuses. Cependant, du fait du manque de méthodes harmonisées au niveau européen permettant l'évaluation de ces caractéristiques, l'exigence essentielle n° 3 n'est actuellement pas prise en compte dans le marquage CE des produits. Des travaux en vue de l'harmonisation de ces méthodes ont démarré en 2003 à la Commission Européenne puis au Comité Européen de Normalisation (CEN) et doivent aboutir vers 2010. Dans l'intervalle, le marquage CE réglementaire des produits de construction ne couvrira pas de façon satisfaisante les aspects sanitaires.

Au niveau français, ces propriétés d'aptitude à l'usage sont évaluées dans le cadre des procédures de certification (marques NF, CSTBat, etc.) pour les produits dits « traditionnels » ou d'Avis Technique (ATec) pour les produits dits « innovants ». *Stricto sensu*, ces procédures d'évaluation relèvent du domaine volontaire, mais comme elles s'inscrivent dans le contexte d'assurance du bâtiment (garantie décennale), elles sont *de facto* incontournables. Par contre, comme pour le marquage CE, ces procédures françaises volontaires ne comportent pas actuellement d'examen des caractéristiques environnementales et sanitaires des produits de construction.

Aussi l'utilisateur de ces produits (maître d'ouvrage, maître d'œuvre, architecte, etc.) ou le consommateur ne dispose actuellement d'aucun élément d'information objectif lui permettant d'orienter ses choix vers des produits plus respectueux de l'environnement ou de la santé des occupants.

Pourtant, dans certains pays européens, différentes procédures ont été mises en place, en particulier afin de favoriser la promotion de produits de construction à faibles émissions chimiques. Ce type de procédure, d'origine privée ou publique, a été établi dans les pays concernés un niveau d'exigence de référence pour les fabricants de produits de construction, leur permettant de développer des produits « faibles émissions ». Actuellement, ces différents labels nationaux ne font pas l'objet d'une harmonisation européenne, même s'ils s'appuient tous sur des normes d'essais européennes identiques et sur des schémas de principe très voisins. Un aperçu non exhaustif de certaines de ces procédures est présenté dans le *tableau I*.

La seule procédure actuellement harmonisée est l'Ecolabel européen. Cet Ecolabel ne concerne qu'un nombre très limité de produits (peintures et vernis d'intérieurs, carreaux céramiques) et intègre des exigences en matière de critères écologiques au niveau de la production et de limitation d'utilisation de substances dangereuses dans la composition des produits. Par contre, il ne fournit pas d'informations sur les émissions dans l'air intérieur.

Conscients qu'un moyen efficace d'amélioration de la qualité de l'air intérieur passait par le contrôle des sources de pollutions dans les environnements intérieurs (dont les produits de construction), les pouvoirs publics ont récemment lancé plusieurs actions incitatives.

Ainsi, le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France a émis le 5 mars 2002 un avis relatif à l'information des utilisateurs sur les émissions de composés organiques

volatils par les produits de construction [3]. Cet avis recommande que soit mise en place une procédure visant à rendre disponible l'information sur les émissions de composés organiques volatils (COV) par les produits de construction, en se basant notamment sur les normes d'essais et les protocoles d'évaluation sanitaire disponibles, et que cette procédure soit ensuite élargie à d'autres sources de COV (équipements de ventilation-climatisation, ameublement, décoration, produits d'entretien, appareils domestiques, etc.).

Par ailleurs, le Plan National Santé Environnement (PNSE) [4] a été présenté par les Ministères de la Santé et de la Protection sociale, de l'Écologie et du Développement durable, de l'Emploi, du Travail et de la Cohésion sociale, et de la Recherche en juin 2004, avec les objectifs suivants :

- garantir un air et une eau de bonne qualité ;
- prévenir les pathologies d'origine environnementale et notamment les cancers ;
- mieux informer le public et protéger les populations sensibles.

Le PNSE se décline en 45 actions, dont 12 actions prioritaires. En particulier, l'action prioritaire 15 du PNSE est intitulée : « Mettre en place un étiquetage des caractéristiques sanitaires et environnementales des matériaux de construction ». Afin d'améliorer la qualité de l'air intérieur, cette action vise à promouvoir, grâce à un étiquetage simple et lisible, l'utilisation de produits et matériaux de construction ayant de faibles niveaux d'émissions chimiques ainsi qu'une faible aptitude à la croissance de micro-organismes. Pour ce

**Tableau I.**

Principales caractéristiques de certains labels européens sur les émissions de COV [2].

Nom	M1	ICL	EMICODE	GUT	AgBB
Origine	Finlande	Danemark	Allemagne	Allemagne	Allemagne
Statut	Volontaire (privé)	Volontaire (privé)	Volontaire (privé)	Volontaire (privé)	Réglementaire
Produits de construction	Tous types de produits	Tous types de produits	Produits pour installation revêtements de sol	Revêtements de sol textiles	Certains types de revêtements de sol
Normes d'essai	ISO 16000 parties 3, 6, 9, 10, 11	ISO 16000 parties 3, 6, 9, 10, 11	ISO 16000 parties 3, 6, 9, 11	ISO 16000 parties 3, 6, 9, 11	ISO 16000 parties 6, 9, 10, 11
Durée de l'essai	28 jours	Temps nécessaire pour COV < seuil odeur ou irritation	10 jours	3 jours	28 jours
Mesure d'odeur	Oui	Oui	Non	Oui	Non
Limite TVOC	200 µg.m <sup>-3</sup>	Limite COV individuels / seuil odeur ou irritation	100 à 500 µg.m <sup>-3</sup> selon type produits	300 µg.m <sup>-3</sup>	1 000 µg.m <sup>-3</sup>
Limite formaldéhyde	50 µg.m <sup>-3</sup>	Limite / seuil odeur ou irritation	50 µg.m <sup>-3</sup>	10 µg.m <sup>-3</sup>	Non
Limite CMR	C1 (IARC) < 5 µg.m <sup>-3</sup>	C1 < Limite détection	5 composés cibles	C1, C2 < Limite détection	C1 + C2 < Limite détection
Source info	www.rts.fi	www.dsic.org	www.emicode.com	www.gut-ev.de	www.umweltbundesamt.de

faire, une méthodologie globale d'évaluation des impacts sanitaires et environnementaux des émissions, fondée sur la définition de valeurs de référence, sera précisée et appliquée dans un premier temps aux émissions de COV et de formaldéhyde. Cette démarche permettra d'établir une procédure volontaire d'étiquetage des produits et matériaux de construction. L'objectif à moyen terme (horizon 2010) est de parvenir à un taux de 50 % des produits de construction mis sur le marché étiquetés. Afin de favoriser le lancement de la démarche, l'Etat et ses établissements publics utiliseront des produits étiquetés et les collectivités locales seront invitées à le faire.

C'est dans ce contexte que le CSTB a proposé fin 2003 une méthodologie globale d'évaluation des caractéristiques environnementales et sanitaires des produits de construction. Cette méthodologie a montré son caractère opérationnel par l'intermédiaire du Comité Environnement Santé de l'Avis Technique (CESAT), même si sa portée reste encore très limitée en 2005. L'objet de cet article est de présenter cette méthodologie.

- **La Directive Produits de Construction ou DPC détermine l'aptitude à l'usage des produits de construction.**
- **L'exigence essentielle n° 3 (« Hygiène, santé et environnement ») n'est actuellement pas prise en compte dans le marquage CE des produits.**
- **Les procédures françaises actuelles, volontaires, ne comportent pas d'examen des caractéristiques environnementales et sanitaires des produits de construction**
- **La seule procédure actuellement harmonisée est l'Ecolabel européen qui ne concerne qu'un nombre très limité de produits.**
- **Le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France a émis le 5 mars 2002 un avis relatif à l'information des utilisateurs sur les émissions de composés organiques volatils par les produits de construction.**
- **Le Plan National Santé Environnement prévoit une procédure volontaire d'étiquetage des produits et matériaux de construction.**
- **Le CSTB a proposé fin 2003 une méthodologie globale d'évaluation des caractéristiques environnementales et sanitaires des produits de construction.**

---

## **Évaluation des caractéristiques environnementales et sanitaires des produits de construction**

La méthodologie globale d'évaluation des caractéristiques environnementales et sanitaires des produits de construction s'appuie sur les déclarations environnementales des produits basées sur la norme AFNOR NF P 01-010 [5] pour les aspects environnementaux et sur une lecture des documents interprétatifs de la DPC pour les aspects sanitaires.

Les documents interprétatifs de la DPC [6] visent à donner une forme concrète aux exigences essentielles. Le document interprétatif de l'exigence essentielle n° 3 est divisé en 5 chapitres relatifs aux aspects spécifiques de l'exigence :

- environnement intérieur ;
- alimentation en eau ;
- évacuation des eaux usées ;
- évacuation des déchets solides ;
- environnement extérieur.

Le premier aspect de cette exigence vise la création d'un environnement intérieur sain pour les occupants et les utilisateurs des ouvrages. Les éléments suivants doivent être pris en compte dans la conception et la construction de ces ouvrages : environnement thermique, éclairage, qualité de l'air intérieur, humidité, bruit.

La nature de l'élément « Qualité de l'air intérieur » de l'exigence concerne l'élimination ou la maîtrise des polluants dans les environnements intérieurs. Ainsi, les ouvrages de construction doivent offrir un environnement intérieur sain aux occupants et aux utilisateurs, eu égard aux sources de pollutions telles que :

- les produits du métabolisme (vapeur d'eau, dioxyde de carbone, odeurs) ;
- les produits de combustion ;
- la fumée de tabac ;
- les composés organiques volatils (COV) et le formaldéhyde ;
- les particules non viables (fibres et particules, respirables ou non respirables) ;
- les particules viables (en particulier moisissures et bactéries) ;
- le radon et les substances radioactives des rayons gamma.

Selon le document interprétatif, divers moyens peuvent être utilisés pour maîtriser la pollution, et notamment la maîtrise de la pollution à la source en abandonnant ou en limitant l'utilisation des matériaux susceptibles de dégager des polluants dans l'air intérieur. Les caractéristiques des produits de construction nécessaires pour obtenir les performances satisfaisantes au sens de l'exigence essentielle sont les suivantes :

- émissions de COV et de formaldéhyde ;
- aptitude à favoriser la croissance de micro-organismes ;
- émissions radioactives naturelles.

Ces caractéristiques sanitaires ont donc été retenues comme les caractéristiques des produits de construction nécessitant d'être évaluées dans le cadre de la procédure proposée.

- **La DPC vise à donner une forme concrète aux exigences essentielles, l'exigence essentielle n° 3 comportant cinq chapitres : environnement intérieur, alimentation en eau, évacuation des eaux usées, évacuation des déchets solides, environnement extérieur.**

## Caractéristiques environnementales des produits de construction

La norme NF P 01-010 [5] définit le cadre méthodologique pour l'établissement de fiches de déclaration environnementales et sanitaires des produits de construction. Cette norme est une adaptation aux produits de construction de la norme générique ISO 14025 sur les déclarations environnementales des produits. Ce type de déclaration s'appuie sur l'analyse du cycle de vie (ACV).

Ainsi, cette norme a pour objet de définir et d'organiser la nature des informations que les fabricants doivent fournir sur la qualité environnementale de leurs produits. Ces données proviennent d'inventaires du cycle de vie qui consistent, en conformité avec la norme ISO 14040, à identifier et à quantifier, pour chaque étape du cycle de vie du produit (extraction des matières premières, production, transport, mise en œuvre, vie en œuvre, fin de vie), les flux consommés ou émis vers les milieux naturels.

Les flux de l'inventaire sont classés dans les catégories suivantes :

- Consommations de ressources naturelles :
  - consommation de ressources naturelles énergétiques ;
  - consommation de ressources naturelles non énergétiques ;
  - consommation d'eau ;
  - consommation d'énergie récupérée et de matière récupérée.
- Émissions :
  - émissions dans l'air ;
  - émissions dans l'eau ;
  - émissions dans le sol.
- Production de déchets :

- déchets valorisés ;
- déchets éliminés.

La norme NF P 01-010 permet également de caractériser la contribution des produits de construction aux impacts environnementaux d'un ouvrage donné. Elle propose une liste consensuelle de 10 catégories d'impacts environnementaux auxquels contribuent les flux de l'inventaire du cycle de vie. Ces impacts sont calculés pour une unité fonctionnelle (performance quantifiée d'un système de produits destinée à être utilisée comme unité de référence dans une analyse du cycle de vie) et pour une durée de vie typique. Les impacts environnementaux peuvent être présentés dans un tableau d'impacts (*tableau II*).

- **La norme NF P 01-010 [5] définit et organise la nature des informations que les fabricants doivent fournir sur la qualité environnementale de leurs produits, et elle caractérise la contribution des produits de construction aux impacts environnementaux d'un ouvrage donné.**

## Caractéristiques sanitaires des produits de construction

### Émissions de COV et de formaldéhyde

Afin de caractériser les émissions de COV et de formaldéhyde par les produits de construction, on dispose maintenant de la série de normes internationales ISO 16000 qui sont

**Tableau II.**

Tableau des impacts environnementaux selon la norme NF P 01-010 [5].

N°	Impact environnemental	Unité (par Unité Fonctionnelle)	Valeur de l'indicateur
1	Consommations de ressources énergétiques : énergie primaire totale énergie renouvelable énergie non renouvelable	MJ	
2	Épuisement des ressources	kg équivalent antimoine	
3	Consommation d'eau totale	litres	
4	Déchets solides : déchets valorisés déchets éliminés : – déchets dangereux, – déchets non dangereux, – déchets inertes, – déchets radioactifs.	kg	
5	Changement climatique	kg équivalent CO <sub>2</sub>	
6	Acidification atmosphérique	kg équivalent SO <sub>2</sub>	
7	Pollution de l'air	m <sup>3</sup>	
8	Pollution de l'eau	m <sup>3</sup>	
9	Destruction de la couche d'ozone stratosphérique	kg équivalent CFC R11	
10	Formation d'ozone photochimique	kg équivalent éthylène	

déjà utilisées par tous les labels existants (*tableau I*).

Les différentes parties des normes ISO 16000 présentent notamment :

- la méthode de la chambre d'essai d'émission (NF EN ISO 16000-9) [7] ;
- la méthode de la cellule d'essai d'émission (NF EN ISO 16000-10) [8] ;
- les procédures de préparation des éprouvettes d'essai (NF EN ISO 16000-11) [9].

Le principe de la chambre d'essai d'émission (*fig. 1*) est de conditionner une éprouvette de produit de construction dans une enceinte de faible volume (généralement  $\leq 1 \text{ m}^3$ ) en matériau inerte (verre ou acier inox), alimenté avec un air propre (exempt de COV), dans des conditions maîtrisées de température ( $23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ) et d'humidité relative ( $50 \pm 5 \%$ ). Les produits de construction sont testés dans un scénario représentatif de leur utilisation prévue dans un bâtiment à travers deux paramètres : le taux de charge (rapport de la surface de l'éprouvette d'essai sur le volume de la chambre d'essai) et le taux de renouvellement d'air (simulant un taux de renouvellement d'air d'une pièce témoin définie dans la norme).

Les émissions de COV et de formaldéhyde sont ensuite caractérisées en sortie de la chambre d'essai d'émission avec les mêmes normes que celles utilisées pour la mesure des COV et du formaldéhyde dans l'air intérieur :

- prélèvement des COV par pompage sur adsorbant Tenax TA et analyse par désorption thermique et chromatographie gazeuse (NF ISO 16000-6) [10] ;
- prélèvement du formaldéhyde par pompage sur tubes imprégnés de DNPH et analyse par HPLC (NF ISO 16000-3) [11].



**Fig. 1.** Chambre d'essai d'émission de COV par les produits de construction – Norme NF EN ISO 16000-9 (crédit photo : CSTB).

Afin d'évaluer les émissions de COV et de formaldéhyde des produits de construction selon des critères sanitaires, on utilise un protocole européen proposé en 1997 pour les revêtements de sol solides [12]. Ce protocole mis au point par consensus d'experts dans le cadre d'une Action de Collaboration européenne (ECA/IAQ, 1997) propose une base d'harmonisation des méthodes d'évaluation des émissions de COV des produits de construction relative à leur impact potentiel sur la santé et le confort. Ce protocole est utilisable en l'état pour tous les produits de construction solides (notamment revêtements de sol, murs, plafond, etc).

Le principe de ce protocole, illustré dans le *tableau III*, est décrit dans les points suivants :

- détermination des facteurs d'émission des COV et du TVOC (COV totaux) après 1, 3 et 28 jours de conditionnement en chambre ou en cellule d'essai d'émission ;
- modélisation des concentrations d'exposition des COV dans une pièce témoin en utilisant un modèle simplifié tenant compte du taux de charge du produit et des conditions de ventilation ;
- évaluation toxicologique des concentrations d'exposition des COV dans l'air intérieur ;
- évaluation sensorielle (mesure d'odeurs) des émissions des produits de construction.

Le principe de ce protocole consiste à évaluer l'impact sanitaire des émissions de COV, composé par composé. Les composés cancérogènes sont évalués à 1 et 28 jours par rapport à un excès de risque vie entière. Pour les 163 COV disposant d'une valeur limite (LCI) affichée dans le protocole, on compare la concentration d'exposition à cette valeur limite. Enfin, pour les COV sans LCI, le protocole prend une mesure de précaution en limitant leur concentration totale.

Si le produit de construction testé respecte l'ensemble des critères du protocole, l'impact potentiel sur la santé des

**Tableau III.** Protocole d'évaluation des émissions de COV (ECA/IAQ, 1997).

Temps de conditionnement en chambre ou cellule d'essai d'émission	Critères du protocole ECA/IAQ 1997 pour les concentrations d'exposition
Jour 0	Préparation de l'éprouvette d'essai et introduction immédiate en chambre ou cellule d'essai d'émission
Jour 1	Risque vie entière composés cancérogènes $< 10^{-4}$
Jour 3	TVOC $< 5\,000 \mu\text{g.m}^{-3}$
Jour 28	Risque vie entière composés cancérogènes $< 10^{-5}$ TVOC $< 200 \mu\text{g.m}^{-3}$ Pour les COV $> 5 \mu\text{g.m}^{-3}$ : – COV avec LCI : $R = \sum Ci/LCI < 1$ – COV sans LCI : $\sum Cni < 20 \mu\text{g.m}^{-3}$

occupants est considéré comme acceptable et le produit de construction peut être défini comme un produit « faibles émissions ».

### Émissions d'odeurs

Pour déterminer l'intensité d'odeur à l'émission des produits de construction, la méthode de la chambre d'essai d'émission peut également être utilisée, en parallèle à la mesure des émissions chimiques (cf. ci-dessus).

L'intensité d'odeur des produits de construction ainsi conditionnés en chambre d'essai d'émission est mesurée selon la norme NF X 43-103 [13]. Le principe de ce type d'analyse sensorielle consiste, pour un jury de nez composé d'environ une dizaine de personnes, à comparer l'intensité de l'odeur du produit testé à l'intensité d'une gamme d'odeurs de référence composée de flacons de concentrations croissantes d'un composé odorant (butanol, pyridine). Les résultats des essais d'émissions d'odeurs peuvent ainsi être exprimés sous la forme d'une intensité d'odeur en concentration gazeuse équivalente en butanol (ppmv).

### Comportement face à la croissance fongique

Une méthodologie originale destinée à simuler la contamination de différents supports par un aérosol fongique a été conçue et mise au point par le CSTB [14]. Le principe de cette méthode d'essai, basée sur une norme d'essai pour les matériaux plastiques [15], consiste à exposer des éprouvettes de produits de construction à l'action de souches fongiques représentatives des environnements intérieurs, pendant une durée spécifiée et dans des conditions de température et d'humidité relative maîtrisées. Les souches fongiques sélectionnées pour cet essai sont les suivantes :

- *Penicillium brevicompactum* (IHEM 04891),
- *Cladosporium sphaerospermum* (IHEM 03169),
- *Aspergillus niger* (IHEM 05077).

À la fin de l'essai, le développement fongique sur les éprouvettes fait l'objet d'un examen microscopique et biochimique [16]. Les essais sont réalisés sur une première série d'éprouvettes de produit propre afin de caractériser la propriété d'inertie du produit testé face à une attaque fongique en l'absence de toute autre matière organique et sur une deuxième série d'éprouvettes de produit encrassé avec des éléments nutritifs. L'inhibition de la croissance fongique sur le support encrassé met ainsi en évidence la propriété fongistatique naturelle du produit ou due à la présence d'un traitement fongicide.

Les résultats des essais sont exprimés sous la forme suivante :

- pas de croissance fongique sur éprouvettes produit propre et encrassé : propriété fongistatique du produit ;
- pas de croissance fongique sur éprouvette produit propre : propriété d'inertie du produit ;
- croissance fongique sur éprouvette produit propre.

### Comportement face à la croissance bactérienne

Sur le même principe que pour la croissance fongique, une méthodologie originale destinée à caractériser le comportement d'un produit de construction face à une contamination bactérienne a été conçue et mise au point par le CSTB [17, 18]. Le principe de cette méthode d'essai, basée sur une norme d'essai pour les matériaux plastiques [15], consiste à exposer des éprouvettes de produits de construction à l'action de souches bactériennes représentatives des environnements intérieurs, pendant une durée spécifiée et dans des conditions de température et d'humidité relative maîtrisées. Les souches bactériennes sélectionnées pour cet essai sont les suivantes :

- *Enterococcus faecalis* (Collection Institut Pasteur 10.35.15),
- *Pseudomonas fluorescens* (Collection Institut Pasteur 56.90).

À la fin de l'essai, la croissance et la survie des bactéries sur les éprouvettes fait l'objet d'un examen microscopique. Les essais sont également réalisés sur une première série d'éprouvettes de produit propre et sur une deuxième série d'éprouvettes de produit encrassé avec des éléments nutritifs.

Les résultats des essais sont exprimés sous la forme suivante :

- pas de croissance bactérienne sur éprouvettes produit propre et encrassé : propriété bactériostatique du produit ;
- pas de croissance bactérienne sur éprouvette produit propre : propriété d'inertie du produit ;
- croissance bactérienne sur éprouvette produit propre.

### Émissions radioactives naturelles

Les produits de construction d'origine minérale contiennent naturellement des radionucléides de la série de l'Uranium ( $^{238}\text{U}$ ) et du Thorium ( $^{232}\text{Th}$ ). L'objectif d'un contrôle de la radioactivité des produits de construction est de limiter l'exposition à des radiations dues à des produits présentant des niveaux élevés de radionucléides naturels. Les produits susceptibles d'être à l'origine d'une exposition supérieure à l'excès de dose gamma annuelle (0,3 mSv) sont par exemple, le béton, les pierres naturelles, les briques en terre cuite, le plâtre, les carreaux céramiques, etc.

Le principe de la méthode de caractérisation des émissions radioactives des produits de construction consiste à mesurer, par spectrométrie gamma, les concentrations d'activité (exprimées en  $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) des radionucléides issus de la série de l'Uranium et du Thorium : Thorium ( $^{232}\text{Th}$ ), Radium ( $^{226}\text{Ra}$ ) et Potassium ( $^{40}\text{K}$ ).

Un groupe d'experts européens a récemment proposé un protocole d'évaluation des émissions radioactives naturelles des produits de construction dans l'objectif d'une harmonisation réglementaire au sein de la Commission européenne [19]. Son principe consiste, à partir des mesures de concentrations en Thorium ( $^{232}\text{Th}$ ), Radium ( $^{226}\text{Ra}$ ) et Potassium ( $^{40}\text{K}$ ), à calculer l'excès de dose annuelle effective reçue par un occupant d'une

pièce témoin (exprimé en mSv). Ce calcul simple d'exposition détaillé dans le document de référence permet de tenir compte du scénario d'utilisation du produit de construction considéré (ex : scénario « murs » ou « sol + murs + plafond »).

Selon ce principe, les résultats de l'évaluation des émissions radioactives naturelles des produits de construction peuvent être exprimés de la façon suivante :

- concentrations d'activité en  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  et  $^{40}\text{K}$  (en  $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) ;
- excès de dose gamma annuelle effective reçue (en mSV).

- **Les émissions de composés organiques volatils et de formaldéhyde sont précisées par les normes internationales ISO 16000.**
- **Pour définir les critères sanitaires, on utilise un protocole européen proposé en 1997 pour les revêtements de sol solides**
- **L'intensité d'odeur des produits de construction est mesurée en chambre d'essai d'émission selon la norme NF X 43-103.**
- **Le CSTB a mis au point une méthode de détermination de la contamination fongique et une méthode pour la contamination bactérienne.**
- **Un protocole d'évaluation des émissions radioactives naturelles des produits de construction a été élaboré dans l'objectif d'une harmonisation réglementaire au sein de la Commission européenne.**

## Conclusion

Une méthodologie globale d'évaluation des caractéristiques environnementales et sanitaires des produits de construction a été proposée et présentée par le CSTB. Elle est basée sur la production de fiches de déclaration environnementales et sanitaires au format de la norme NF P 01-010 pour le volet environnemental et sur une série d'essais spécifiques de caractérisation des impacts sanitaires potentiels (émissions de COV et de formaldéhyde, émissions d'odeurs, comportement face à une contamination fongique et bactérienne, émissions radioactives naturelles).

Cette méthodologie objective, scientifique (basée sur des méthodes normalisées et des protocoles simplifiés d'évaluation des risques sanitaires) et horizontale (s'appliquant à tous types de produits de construction, mais aussi de décoration, d'ameublement, d'entretien, etc.) a montré son opérationnalité en complément de la procédure d'aptitude à l'usage par le Comité Environnement Santé de l'Avis Technique.

Cependant, la portée de cette démarche volontaire reste encore très limitée, même si elle permet de répondre aux

objectifs affichés par les pouvoirs publics dans le cadre de l'action 15 du PNSE.

Cette méthodologie est à la disposition :

- des industriels volontaires souhaitant mettre en place une communication objective sur les caractéristiques environnementales et sanitaires de leurs produits ;
- des utilisateurs, des distributeurs ou des prescripteurs (maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, architectes, etc.) souhaitant disposer d'une méthodologie d'aide au choix de produits de construction, par exemple dans le cas d'opérations d'ouvrages Haute Qualité Environnementale (HQE®).

## À RETENIR

- Tous les produits de construction d'un nouveau bâtiment sont évalués pour leurs propriétés d'aptitude à l'usage : résistance mécanique et stabilité, sécurité en cas d'incendie, sécurité d'utilisation, protection contre le bruit, économies d'énergie et isolation thermique.
- En Europe, la « Directive Produits de Construction ou DPC » évalue l'emploi des matériaux de construction.
- En France, ces propriétés d'aptitude à l'usage sont évaluées dans le cadre des procédures de certification (marques NF, CSTBat, etc.).
- Les différents labels nationaux ne font pas l'objet d'une harmonisation européenne, à l'exception de l'Écolabel européen.
- Le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France recommande de mettre en place une procédure visant à rendre disponible l'information sur les émissions de composés organiques volatils (COV) par les produits de construction.
- Le Plan National Santé Environnement prévoit un étiquetage des produits de construction.
- Pour caractériser les émissions de COV et de formaldéhyde par les produits de construction, on dispose maintenant de la série des normes internationales ISO 16000.
- L'intensité des odeurs des produits de construction est mesurée selon la norme NF X 43-103.
- Il existe une méthode de détermination de la contamination fongique et de la contamination bactérienne, ainsi que de l'émission de la radioactivité.

## Références

- 1 Directive 89/106/CEE du conseil du 21 décembre 1988 modifiée par la Directive 93/68/CEE du Conseil du 22 juillet 1993 relative au rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives des États membres concernant les produits de construction, JOCE L40 du 11 février 1989 et L220 du 30 août 1993.
- 2 European Collaborative Action on Urban Air, Indoor Environment and Human Exposure, Environment and Quality of Life, Report n° 24: Harmonisation of indoor material emissions labelling systems in the EU – Inventory of existing schemes (EUR 21891 EN, 2005).
- 3 Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France, Avis relatif à l'information des utilisateurs sur les émissions de composés organiques volatils par les produits de construction, Séance du 5 mars 2002 (<http://www.santé.gouv.fr>).
- 4 Plan National Santé Environnement 2004-2008 (<http://www.sante.gouv.fr>, <http://www.ecologie.gouv.fr>, <http://www.travail.gouv.fr>, <http://www.recherche.gouv.fr>).
- 5 Norme NF P 01-010 : Qualité environnementale des produits de construction – Déclaration environnementale et sanitaire des produits de construction (AFNOR, 2004).
- 6 Directive européenne sur les Produits de Construction et Documents interprétatifs, textes approuvés par le Comité Permanent du 30 novembre 1993, cahier 2704 du CSTB, ISBN 2-89891-225-7 (CSTB, 1994).
- 7 Norme NF EN ISO 16000-9 : Air intérieur – Partie 9 : Dosage de l'émission de composés organiques volatils de produits de construction et d'objets d'équipements – Méthode de la chambre d'essai d'émission (AFNOR, 2006).
- 8 Norme NF EN ISO 16000-10 : Air intérieur – Partie 10 : Dosage de l'émission de composés organiques volatils de produits de construction et d'objets d'équipements – Méthode de la cellule d'essai d'émission (AFNOR, 2006).
- 9 Norme NF EN ISO 16000-11 : Air intérieur – Partie 11 : Dosage de l'émission de composés organiques volatils de produits de construction et d'objets d'équipements – Echantillonnage, conservation des échantillons et préparation d'échantillons pour essai (AFNOR, 2006).
- 10 Norme NF ISO 16000-6 : Air intérieur – Partie 6 : Dosage des composés organiques volatils dans l'air intérieur des locaux et enceintes d'essai par échantillonnage actif sur le sorbant Tenax TA, désorption thermique et chromatographie en phase gazeuse utilisant MS/FID (AFNOR, 2005).
- 11 Norme NF ISO 16000-3 : Air intérieur – Partie 3 : Dosage du formaldéhyde et d'autres composés carbonylés – Méthode par échantillonnage actif (AFNOR, 2002).
- 12 European Collaborative Action Indoor Air Quality & its Impact on Man: Report n° 18 – Evaluation of VOC Emissions from Building Products – Solid Flooring Materials, EUR 17334 EN, 1997).
- 13 Norme NF X 43-103: Qualité de l'air – mesures olfactométriques – Mesurage de l'odeur d'un effluent gazeux – Méthodes supralimaires (AFNOR, 1996).
- 14 Boissier M, Robine E, Moreau R, Renoux A : Elaborating an experimental set-up designed for the contamination of construction products by a fungal aerosol, *Journal of Aerosol Science* 2001 ; 32.
- 15 Norme NF EN ISO 846: Plastiques: Evaluation de l'action des micro-organismes (AFNOR, 1997).
- 16 Norme XP V 18-112: Aliments pour animaux – Détermination de la teneur en ergostérol (AFNOR, 1991).
- 17 Robine E, Dérangère D, Robin D : Survival of *Pseudomonas fluorescens* and *Enterococcus faecalis* aerosol on inert surfaces, *International Journal of Food Microbiology* 2000 ; 55 : 229-34.
- 18 Robine E, Boulangé-Petermann L, Dérangère D : Assessing bactericidal properties of materials: the case of metallic surfaces in contact with air, *Journal of Microbiological Methods* 2002 ; 49 : 225.
- 19 European Commission – Radiation protection 112 – Radiological Protection Principles concerning the Natural Radioactivity of Building Materials (1999) – DG Environment, Nuclear Safety and Civil Protection. ([http://www.europa.eu.int/comm/environment/radprot/112/rp-112\\_en.pdf](http://www.europa.eu.int/comm/environment/radprot/112/rp-112_en.pdf)).