

## ACTES DE LA JOURNEE TECHNIQUE SANTE ET BÂTIMENT

*24 septembre 2008 – Pavillon du Parc - Lyon*



### Programme

#### **1/ L'air intérieur sous influence des produits de construction**

Dr Suzanne Déoux, Médieco

#### **2/ Les travaux de l'observatoire de la qualité de l'air intérieur**

Mickael Derbez, CSTB

- L'état de la pollution dans les logements français (résultat de l'étude de l'OQAI)
- La qualité de l'air dans les lieux de vie fréquentés par les enfants

#### **3/ « Vers des bâtiments à santé positive ® »**

Dr Suzanne DEOUX

3 retours d'expériences et études de cas (avec les compléments des bureaux d'études Etamine et TRIBU) :

- Maisons individuelles
- Immeubles de bureaux
- Etablissement hospitalier

## SOMMAIRE

<b>Programme</b> .....	1
<b>SOMMAIRE</b> .....	2
<b>PARTIE 1 : L'air intérieur sous influence des produits de construction</b>	
1. Introduction : De la médecine « classique » à l'analyse « qualité-santé » de bâtiment.....	3
1.1. La création de MEDIECO .....	3
1.2. Des actions vers les acteurs du bâti et de la santé.....	3
2. L'air : une relation environnementale .....	4
2.1. Une relation quantitative .....	4
2.2. Le poumon : organe stratégique .....	4
2.3. Influence sur le développement du poumon et problématique des enfants.....	4
3. L'air intérieur : un oublié .....	5
3.1. Pollution sous-estimée, pourtant élevée .....	5
3.2. Pollution non-contrôlée et pourtant maîtrisable .....	5
3.3. Actions de préventions prévues.....	5
4. L'air intérieur, sous influences : .....	6
5. Quels matériaux pour des bâtiments « santé positive » ® ? .....	6
6. Un constat : des lacunes concernant le contrôle et l'information.....	6
7. L'évaluation des performances sanitaires des constructions.....	7
7.1. Directive Produits de Construction 89/106/CEE .....	7
7.2. Plan National Santé – Environnement (PNSE) 2004-2008 .....	7
8. Les différents polluants de l'air intérieur .....	8
8.1. Préambule : distinction entre toxicité/dangerosité et risque .....	8
8.2. Les composés organiques volatiles (COV).....	8
8.3. Le formaldéhyde .....	11
8.4. COV et peintures.....	13
8.5. Les fibres .....	15
8.6. Le cas de la radioactivité .....	16
9. Informations sur les critères sanitaires des produits de construction .....	17
10. La professionnalisation de la filière .....	17
<b>PARTIE 2 : Les travaux de l'observatoire de la qualité de l'air intérieur</b>	
1. L'OQAI .....	18
2. Missions et actions.....	18
3. Présentations des différents programmes .....	18
<b>PARTIE 3 : Etudes de cas et retours d'expériences</b>	
1. Notions importantes .....	19
1.1. Aménagement des espaces verts, la problématique des plantes et des choix d'espèce .....	19
1.2. Les choix énergétiques.....	19
1.3. Le confort et les sens.....	20
2. Maisons individuelles des Hauts de Feuilley .....	21
2.1. Le positionnement du garage.....	21
2.2. Les composants de l'enveloppe : comment les choisir, et comment argumenter ces choix ? .....	21
2.3. Le choix des produits de second œuvre.....	22
2.4. Les équipements .....	23
3. Projet du Pôle Solère (Bâtiment de bureaux à énergie positive).....	23
4. Le centre hospitalier d'Annemasse.....	24
4.1. Les espaces verts.....	24
4.2. Les matériaux en contact avec l'air intérieur.....	25
5. Emission de la chaufferie bois.....	26

## PARTIE 1

### L'air intérieur sous influence des produits de construction

#### 1. Introduction : De la médecine « classique » à l'analyse « qualité-santé » de bâtiment

##### 1.1. La création de MEDIECO

Après 15 ans d'exercice de la profession d'ORL, il est apparu que les maladies allergiques, en particulier l'asthme, étaient de plus en plus fréquentes.

Le questionnement était alors le suivant :

- Que faire pour que la population ne devienne pas allergique ?
- Les médecins sont formés pour proposer des traitements curatifs mais ne serait-il pas mieux d'avoir une **vision préventive**, c'est-à-dire apprendre à empêcher la population de devenir malades plutôt qu'attendre qu'elle le devienne ?

En parallèle de ces réflexions, dans les années 80, les pays scandinaves abordaient, au stade de balbutiements, la **relation santé-bâtiment**. De plus, aux USA, un célèbre microbiologiste commençait à parler de santé environnementale.

C'est comme cela qu'en étant curieux, à force de recherches, MEDIECO a été créée en 1986 et intervient dans des conférences de professionnels du bâtiment.

##### 1.2. Des actions vers les acteurs du bâti et de la santé

###### 1.2.1. Informer

Une des premières missions de MEDIECO a été **d'informer**. Pour cela, il a fallu trier et analyser, avec une culture de médecin, les différentes données disponibles sur le lien entre santé et bâtiment, même si au début, il y en avait peu.

###### 1.2.2. Former

##### **Dans les formations HQE :**

Depuis 1996, MEDIECO intervient dans les **formations HQE®**.

La première formation a eu lieu à l'école d'architecture de Paris à la Villette, puis cette forme a été exportée à Lyon puis dans les différentes régions.

##### **Un Master 2 : « Risque santé de l'environnement bâti » :**

Depuis la rentrée 2008, une formation en Master 2 (bac+5) intitulée « Risque santé de l'environnement bâti » a ouvert à l'université d'Angers. Il s'agit d'acquérir les compétences **transversales sur les thématiques santé et bâtiment** et donc de **former à un nouveau métier**. Ces compétences, qui manquent actuellement, seront recherchées dans les collectivités locales, les groupes immobiliers, les cabinets d'architectures,...

### 1.2.3. L'Analyse Qualité Santé (AQS®) et l'assistance AQS pour bâtiment à santé positive

En attendant l'apparition de ce nouveau métier, MEDIECO s'est donné pour mission d'être le trait d'union entre les deux métiers de la santé et du bâtiment qui sont porteurs de deux cultures différentes. En particulier, la mission **d'analyse qualité santé (AQS®)** des matériaux, équipements,... est apparue et elle rentre actuellement dans la réflexion de projet.

Au début, la profession de la santé était un peu perplexe : les professionnels du bâtiments savent calculer des économies d'énergie, mais que vont pouvoir calculer les médecins : des économies de santé, des morts en moins,...?

Alors qu'un bâtiment doit être à énergie positive, il a été décidé qu'il devrait être également à santé positive®.

## 2. L'air : une relation environnementale

Il existe une relation environnementale majeure mais complètement banalisée entre l'homme et l'air.

### 2.1. Une relation quantitative

L'homme respire en permanence. Or, face à un verre d'eau, la question de savoir si celle-ci est potable se pose. A contrario, en entrant dans une pièce, personne ne se demande si l'air est inhalable.

De plus, il est intéressant de comparer la quantité d'air que l'on inhale avec celle des aliments que l'on avale.

- Point de départ : il existe 3 voies de contact avec l'environnement : les voies respiratoire, digestive et cutanée.
- L'homme inhale 15 kg d'air par jour, alors qu'il n'ingurgite que 2 kg de nourriture et 2 kg de liquide.

Ainsi, ce qui rentre par la voie digestive est moins important que ce qui rentre par la voie aérienne. Or, actuellement, la question des pesticides préoccupe, ce qui est normal, mais cette même démarche devrait être la même pour le mode aérien, d'autant plus que le poumon est un organe stratégique.

### 2.2. Le poumon : organe stratégique

Le poumon est directement en contact avec l'air et le sang. En effet, son rôle est d'apporter de l'air dans le sang. Le poumon n'est donc pas une barrière, mais **une zone d'échange**. Au contraire, le tube digestif est une **barrière** et la muqueuse digestive joue le rôle de filtre. Les poumons présentent une surface d'échange considérable : entre **80 et 100 m<sup>2</sup>** (en fonction de la taille de la cage thoracique) de surfaces alvéolaires en contact avec l'air.

Or, la peau ne représente « qu'une » surface de 2 m<sup>2</sup>. Cette différence d'ordre de grandeur n'est absolument pas prise en compte.

### 2.3. Influence sur le développement du poumon et problématique des enfants

Dans un prochain ouvrage en cours de rédaction : « Bâtir la santé des enfants », les **bâtiments accueillant les enfants** sont au centre des préoccupations car ils ont un impact sanitaire majeur.

En effet, le nombre d'alvéoles pulmonaires d'un enfant est quasiment multiplié par 10 entre 0 et 2 ans. **Ainsi, à 2 ans, l'enfant a le capital alvéoles pulmonaires pour sa vie entière.**

Si, entre 0 et 2 ans, l'enfant est en contact régulier avec des substances qui peuvent gêner cette croissance, par des réactions inflammatoires par exemple, ce ne sera pas 300 millions d'alvéoles pulmonaires qu'aura l'enfant mais seulement 250 millions. Cela n'entraînera ni la mort, ni à priori la maladie mais, pour autant, ce n'est pas normal de ne pas s'en préoccuper.

De plus, à 7 ans, l'enfant a la surface d'alvéoles pulmonaires pour vie entière. Si entre 2 et 7 ans, il respire des substances qui vont bloquer la croissance cellulaire, l'enfant aura seulement 70 m<sup>2</sup> de surface alvéolaire au lieu de 80 ou 100 m<sup>2</sup>. Encore une fois, ce n'est pas dramatique, mais cela pourrait être facilement évité.

Actuellement, le **cloisonnement des connaissances est un réel problème**, et le secteur du bâtiment ne profite pas des connaissances de la médecine.

L'exemple le plus flagrant est celui du débit de ventilation.

Le phénomène physiologique est le suivant : un enfant a un métabolisme 2 fois plus élevé qu'un adulte ramené au poids corporel, à savoir que, pour un même air, il absorbe 2 fois plus d'oxygène qu'un adulte du fait de sa croissance. Il va donc capter 2 fois plus de polluants (ceux-ci sont mesurés par exemple dans ses urines).

Or, en France, le débit de ventilation est plus petit pour un enfant que pour un adulte. En effet, la réglementation prévoit, avec une VMC, un débit de 18 m<sup>3</sup>/h pour un enfant, là ou dans d'autres pays, il est prévu 25 voir 30 m<sup>3</sup>/h.

Cette réglementation, qui date de 1982, est obsolète et absolument à revoir.

### 3. L'air intérieur : un oublié

#### 3.1. Pollution sous-estimée, pourtant élevée

On croit que l'on ne respire que de l'air extérieur. Cela a une histoire : en 1952, à Londres, un épisode de pollution de l'air extérieur entraîna la mort de 4 000 personnes. Ces morts « groupées » ont été médiatisées.

On parle donc beaucoup de la pollution atmosphérique depuis 1952 mais on aurait du également parler de la pollution intérieure, ce qui aurait permis de ne pas accumuler ce retard. La pollution intérieure est sous estimée d'autant plus qu'elle est plus élevée que la pollution extérieure.

#### 3.2. Pollution non-contrôlée et pourtant maîtrisable

Alors que pour l'air extérieur, il existe des normes et que les pics de pollution d'ozone, de particules,... sont mesurés, la qualité de l'air intérieur n'est pas contrôlée, et les pics qui existent réellement (par exemple lors du phénomène de combustion) ne sont pas mesurés.

Il est à espérer que cela changera, d'autant plus qu'il est plus simple de maîtriser la pollution intérieure plutôt qu'extérieure. Par exemple, on peut, à l'intérieur, ouvrir une fenêtre alors qu'à l'extérieur, on ne peut maîtriser les rejets.

#### 3.3. Actions de préventions prévues

Le **plan national Santé-Environnement PNSE 2004-2008** arrive à échéance cette année mais il s'ouvre sur une nouvelle période : 2009-12, suite au Grenelle de l'Environnement.

**L'AFSSET (Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail)** est un établissement administratif public de l'Etat, placé sous tutelle des ministres chargés de l'écologie, de la santé et du travail. Elle est saisie de missions par les gouvernements et a une mission d'avis.

Le guide de l'AFSSET donne des **valeurs-guides** de la qualité de l'air intérieur (VGAI). Ce ne sont pas des valeurs réglementaires, mais elles donnent une référence. Ces valeurs sont données pour :

- le monoxyde de carbone
- le formaldéhyde (depuis 2007) : **10 µg/m<sup>3</sup> pour le long terme**. Or, 90 % des logements seraient au dessus de cette valeur-guide.
- Le benzène (depuis 2008) : **2 µg/m<sup>3</sup> pour le long terme**.

#### 4. L'air intérieur, sous influences :

L'air intérieur est sous influence de nombreux paramètres :

- L'air extérieur,
- Le sous-sol
- Le bâtiment
- Les occupants

Ainsi, **le bâtiment n'est qu'une des sources** de la pollution de l'air intérieur, chaque source ayant des importances différentes.

#### 5. Quels matériaux pour des bâtiments « santé positive » ® ?

Plusieurs questions interpellent :

- Les matériaux dits naturels ne posent-ils aucun problème de santé ?
- Le naturel est-il forcément bon ?
- Est-ce que des produits issus de produits de recyclage sont des produits sains ?

Le constat est le suivant : les plantes telles que la ciguë ou la digitale peuvent servir de médicament, mais aussi de poison.

Il faut donc arrêter d'avoir en tête des clichés simplistes qui affirment que le naturel est forcément bon. Il faut toujours mettre des nuances, et avant tout, analyser.

##### Par exemple : que signifie le mot écologique ?

Un produit écologique va mobiliser moins de ressources naturelles et moins d'énergie pour sa fabrication qu'un produit non-écologique.

Mais **ce n'est en aucun cas un critère de santé**. Ce produit peut être sain mais ce n'est pas systématique. De plus, ce produit doit souvent être manufacturé, ce qui implique quelques ajouts.

Enfin, les produits issus du recyclage ne sont pas forcément sains. Chaque produit doit être étudié avec un esprit rigoureux.

#### 6. Un constat : des lacunes concernant le contrôle et l'information

Un constat peut-être fait : **aucun contrôle sanitaire** n'est réalisé sur les produits de construction avant leur mise sur le marché, comme cela peut l'être pour les produits alimentaires.

Il y a des exceptions :

- **Les matériaux organiques en contact avec l'eau de consommation alimentaire**, à savoir les canalisations organiques (PVC, polypropylène,...) : un test de relargage doit être effectué et une Attestation de Conformité Sanitaire (ACS) est demandée. Cela ne concerne donc pas, à tort, les canalisations en cuivre, en acier galvanisé, ou en fonte.

- **Les peintures et vernis** depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2007 : depuis peu, la quantité de COV dans le produit fini, en gramme par litre, doit être précisée. Il est précisé « Produit fini » car les COV des pigments sont comptabilisés. A noter que, pour la couleur blanche, le pigment est généralement minéral et ne contient donc que très peu de COV.

## 7. L'évaluation des performances sanitaires des constructions

### 7.1. Directive Produits de Construction 89/106/CEE

Cette directive, qui date de 1989, présente 6 annexes, dont :

- l' « Exigence essentielle n°3 : Hygiène Santé Environnement (HSE) »
- l' « Exigence essentielle n°5 : Protection contre le bruit ».

Ces exigences sont tellement essentielles qu'aucun critère n'a été mis en place suite à leur parution !

L'exigence essentielle n°3 donne les informations qu'il faut réunir sur un produit pour pouvoir l'évaluer sur le plan HSE.

La directive Produits de Construction a pour but d'introduire la marquage CE des produits de construction au niveau français.

Or, il n'y a **aucune information/garantie sur la santé dans le marquage CE**, mais seulement une information sur l'impact du produit sur :

- la stabilité mécanique du bâtiment
- la sécurité incendie.

Il ne garantit pas non plus le pouvoir isolant d'un produit d'isolation. Pour cela, il faut que ce produit ait le **marquage ACERMI** (Association pour le CERTification des Matériaux d'Isolation). Ainsi, il manque de méthodes européennes harmonisées pour l'évaluation des caractéristiques sanitaires.

Il existe une exception sur l'absence de note sanitaire dans le marquage CE **pour les produits dérivés de bois avec le marquage E1 ou E2** qui donne une indication sur la limite d'émission de formaldéhyde.

**La classe E1 signifie une émission de formaldéhyde inférieure à 124 µg/m<sup>3</sup>.**

Ce sont les allemands qui ont fixé cette limite en 1984 et qui l'ont rendue obligatoire en 1994. Le marquage européen a donc inclus cette valeur mais celle-ci n'est pas satisfaisante sur le plan santé car **trop élevée**. D'ailleurs, tous les industriels produisent aujourd'hui des panneaux E1.

Lorsqu'il est précisé dans les CCTP que les panneaux doivent être E1, cela n'est en aucun cas un gage de très haute qualité.

### 7.2. Plan National Santé – Environnement (PNSE) 2004-2008

Cette problématique des caractéristiques sanitaires devrait déboucher sur un **étiquetage environnementale et sanitaire**. En effet, il est anormal d'acheter un produit sans savoir ce qu'il contient. L'action 15 du PNSE<sup>1</sup> de 2004 précise qu'à l'horizon 2010, 50% des produits de construction devront être étiquetés. Aujourd'hui, cela semble très optimiste.

---

<sup>1</sup> <http://www.sante.gouv.fr/htm/dossiers/pnse/sommaire.htm>

## 8. Les différents polluants de l'air intérieur

### 8.1. Préambule : distinction entre toxicité/dangerosité et risque

Il faut bien distinguer les notions de toxicité/dangerosité et de risque. La toxicité est synonyme de dangerosité et elle relève de la **toxicologie**.

La raisonement se fait un 2 étapes :

- 1<sup>ère</sup> étape : **L'évaluation de la dangerosité du produit**
- 2<sup>ème</sup> étape : **L'évaluation du risque, de l'exposition** (qui relève de l'**expologie**) : à quelle fréquence se fait l'exposition (quotidiennement, occasionnellement) ? à quelle concentration ? par quelles voies ?
- 3<sup>ème</sup> étape : Si le risque est élevé, des conseils pour gérer ce risque sont à donner.

**Il est important de ne pas sauter d'étapes.** En effet, aujourd'hui, dans beaucoup d'associations de consommateurs, cette deuxième étape est supprimée : si un produit est évalué comme étant dangereux, il est éliminé du marché, alors que le risque n'a pas été évalué. Des frais vont donc être engagés pour cette élimination alors que le risque pourrait ne pas exister.

**Remarque sur l'effet sans seuil :** De façon puriste, un agent cancérigène, peut, avec une seule molécule, modifier l'ADN d'une cellule et la rendre cancéreuse. On parle d'effet sans seuil.

Concernant les fibres, la dangerosité provient de la fibre et le risque va dépendre du nombre de fibres inhalées.

Les seuils pour les cancérigènes ne sont pas des seuils en dessous desquels il n'y a pas de dangerosité, mais il s'agit de **seuils de gestion**. Par exemple, un seuil de  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour le benzène indique que, statistiquement, 1 cas de leucémie apparaîtra pour un échantillon d'un million de personnes.

### 8.2. Les composés organiques volatiles (COV)

#### 8.2.1. Définition de COV

- **Composé** : contient plusieurs molécules
- **Organique** : contient du carbone (chimie du carbone). Souvent, le carbone (C) est associé à l'hydrogène (H) : ce composé est alors un hydrocarbure. Il faut faire attention aux idées reçues qui associent trop souvent les hydrocarbures au pétrole. Les hydrocarbures sont présents dans bon nombre de produits.
- **Volatil** : est à l'état gazeux à température ambiante. On va donc le respirer. En fonction de sa volatilité, on va le respirer plus ou moins vite. Souvent, un produit peu volatil se diffuse lentement mais longtemps et inversement.

La famille des COV regroupe de nombreux composés, dont en particulier :

- **Les aliphatiques**
- **Les alicycliques** dont les terpènes : ces molécules posent de nouveaux problèmes car ils sont très réactifs, c'est-à-dire qu'ils réagissent pour donner des sous-produits. En particulier, lors de pics d'ozone, l'O<sub>3</sub> entre dans le bâtiment et réagit avec les terpènes pour former du formaldéhyde. Cette cascade de produits secondaires est aujourd'hui un sujet de recherche. De plus, ils posent des problèmes à l'intérieur des bâtiments du fait de leur concentration. On les retrouve en effet dans les produits d'entretien, le bois,... Ils sont au contraire sans danger en extérieur, car présents de manière très diluée (exemple : dans une forêt de pins).

- **les aromatiques et les halogénés** : ce sont les plus dangereux car toxiques et cancérigènes
- **Les alcools et les cétones** : ils ne sont pas aussi toxiques que les aromatiques et les halogénés. Exemple : l'odeur de moisi.
- **Les aldéhydes** dont le chef de file est le (et non pas les !) formaldéhyde
- **Les acides**
- **Les esters**
- **Les esters de glycol** : ils sont présents en particulier dans les produits en phase aqueuse (exemple : antigel) et ont pour propriété d'être solubles dans l'eau et dans l'huile. Ils sont toxiques pour la reproduction mais le risque est faible du fait de la faible exposition. De plus, les molécules les plus dangereuses ont été écartées.
- **Les phtalates** : ils sont connus pour leur propriété plastifiante, assouplissante. On les retrouve par exemple dans le PVC qui est dur par nature. Le DEHC2 est un phtalate ayant fait l'actualité par le passé car présent dans les anneaux de dentition de bébés. Or, le problème est que les phtalates ne sont pas liés chimiquement avec le polymère PVC mais sont simplement dissous. Ainsi, avec la salive, les enfants pouvaient avaler cette molécule. Aujourd'hui, le DEHC est interdit. De plus, le DEHC aurait été retiré des revêtements de sol PVC depuis 2005 et aurait été remplacé par du DINP, qui ne serait pas toxique. On remarque que les fabricants français communiquent très peu sur cet aspect. Généralement, beaucoup d'interrogations subsistent sur les phtalates par rapport à leurs influences sur le système endocrinien. En outre, ils sont mesurés non pas dans l'air intérieur mais surtout sur les poussières, car ce sont des molécules lourdes, semi-volatiles. En France, du fait d'exigences acoustiques élevées, les revêtements de sol PVC sont plus souples qu'en Allemagne, et contiennent donc plus de phtalates que les revêtements allemands. Ces molécules se diffusent lentement, peu dans l'air, mais surtout en se fixant aux poussières, l'absorption se fait par celle-ci. C'est ainsi que les enfants de 3 ans absorbent, spécialement de manière orale, 10 fois plus de poussières et de phtalates qu'un adulte !

Il existe donc plusieurs molécules regroupées sous l'appellation COV, avec des niveaux de toxicité différents.

Dans les études générales, on parle souvent d'une teneur en « COV totaux » devant être inférieure à 200 ou 300 µg/m<sup>3</sup>.

Comme il peut y avoir entre 50 et 300 molécules, le fait de considérer les « COV totaux » permet une rapidité d'analyse ainsi que des coûts moindres.

Scientifiquement, il faut dissocier les molécules ayant des toxicités différentes, et non pas les amalgamer. La séparation des différents composés permet alors de connaître les COV dominants et d'évaluer s'ils sont toxiques : par exemple, s'il s'agit d'un aromatique (exemple : le benzène) ou un hydrocarbure chloré, on sera en présence de COV à dominance toxique. S'il s'agit de terpènes, la toxicité sera moindre mais le risque est également lié à la création de sous-produits.

### *8.2.2. Les effets sur la santé des COV, COSV, et aldéhydes*

Pour compléter les éléments présentés sommairement ci-dessus, il est nécessaire de présenter les effets sur la santé des COV, COSV et aldéhydes.

- **Irritations olfactives** : La plupart des odeurs perçues dans un bâtiment sont issues de COV (exceptions : l'hydrogène sulfuré H<sub>2</sub>S associé à l'odeur d'œuf pourri, ou l'ammoniac NH<sub>3</sub>), ce qui donne déjà un repère et ce qui peut alerter. Par exemple, les moisissures peuvent être senties avant même d'être visibles.
- **Irritation des yeux, nez, gorge** : exemple : avec le formaldéhyde
- **Réaction allergique** : exemple : avec le formaldéhyde, terpènes,...
- **Troubles de la reproduction et du développement fœtal** : exemple : avec l'éther de glycol

---

<sup>2</sup> Di-2-éthylhexyle

- **Troubles neurologiques** : exemple : avec le toluène qui agit sur le cervelet et donne un sentiment d'ébriété lors d'activité de peinture.
- **Cancérogènes** : exemples : avec le benzène, le formaldéhyde depuis juin 2004.

Le formaldéhyde a un potentiel fortement allergisant qui est plus préoccupant que le potentiel cancérogène, contrairement au benzène, pour lequel le potentiel cancérogène est majeur.

### 8.2.3. Mesures

- **Normes d'essais NF ISO 16000 (9-11)**

Cette norme donne un protocole de mesure d'un produit. Celui-ci est mis dans une caisse environnementale, chambre où est reproduit l'environnement intérieur (température, humidité relative, débit et vitesse de l'air,...). Les caractéristiques de l'air y sont mesurées à une fréquence déterminée.

- **Protocole AFSSET d'octobre 2006**

Il ne **prend pas en compte les phtalates** et n'est adapté que pour les **produits solides** (et donc pas pour les peintures par exemple).

La base protocole de l'AFSSET d'octobre 2006 précise les seuils de valeurs à obtenir :

Mesure à 3 jours :

→ **COV totaux < 10 000 µg/m<sup>3</sup>**

Les COV les plus cancérogènes sont individualisés et classés en catégorie 1 et 2 selon leur potentiel cancérogène

→ **Somme cancérogènes 1 et 2 < 10 µg/ m<sup>3</sup>**

Attention : Il faut distinguer le classement du potentiel cancérogène des COV établi par le Centre International de Recherche contre le Cancer (CIRC) située à Lyon et qui classe 900 substances, et celui de l'étiquetage européenne :

<i>Potentiel cancérogène</i>	<i>Classement CIRC</i>	<i>Classement Etiquetage européen</i>
<b>Certain</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Certain chez l'animal, mais pas chez l'homme	<b>2a</b>	<b>2</b>
Incertain chez l'animal et chez l'homme	<b>2b</b>	<b>3</b>
Lorsque que l'on ne peut pas mettre le composé dans les classes précédentes	<b>3</b>	<b>Non représenté</b>
Probablement pas	<b>4</b>	<b>Non représenté</b>

Mesure à 28 jours, qui permet de quantifier la décroissance des COV :

→ **COV totaux < 1000 µg/m<sup>3</sup>**

→ **Somme cancérogènes 1 et 2 < 1 µg/m<sup>3</sup>**

→ **Si un COV > 5 µg/m<sup>3</sup> :**

Remarque : s'il n'a pas de valeur de toxicité appelée « valeur de concentration limite d'intérêt CLI » → COV < 20 µg/m<sup>3</sup>, s'il a une CLI → COV < CLI. Par exemple, **formaldéhyde < 10 µg/m<sup>3</sup>**.

Il y a donc un décalage entre les exigences européennes du marquage E1 et cette valeur de 10 µg/m<sup>3</sup>. Il faudrait avoir des émissions de produits qui soient au moins conformes au protocole AFSSET.

#### 8.2.4. Remarque par rapport aux produits d'entretien

Une thèse a été réalisée à Bordeaux sur la comparaison des caractéristiques environnementales et sanitaires d'une école des années 50 et d'une école HQE®.

Pour cela, des mesures de la qualité de l'air ont été réalisées en continu, à savoir en été et en hiver, le jour comme la nuit.

Un résultat important est le suivant : dans l'école HQE®, en journée et malgré des dysfonctionnements de l'installation de ventilation, la valeur mesurée de COV, environ **200 µg/m<sup>3</sup>**, est celle fréquemment rencontrée. A noter que les enfants n'occupent pas toujours les salles de classes, et que les fenêtres sont souvent ouvertes.

Or, après que le ménage soit fait, en fin de journée, cette valeur passe à **1700 µg/m<sup>3</sup>** ! **La raison est que les produits d'entretien utilisés dans l'école HQE® contiennent une grande quantité de COV.** En effet, il s'agit de produits concentrés afin de limiter l'emballage, mais les dilutions étant mal faites, un produit qui devait durer 5 mois a été épuisé en 2 mois.

Aujourd'hui, la ventilation est arrêtée lorsque les locaux ne sont plus occupés car seuls les occupants sont considérés comme pollueurs. En effet, la réglementation sur la ventilation n'est basée que sur le taux de CO<sub>2</sub> de l'air intérieur, c'est-à-dire sur l'occupation humaine.

Mais **les matériaux et les produits d'entretien sont également responsables de la pollution intérieure**, et les polluants ne peuvent être évacués car la ventilation est arrêtée. Il faut donc ventiler les locaux au moins 1 h après le ménage et 1h avant l'arrivée des occupants.

De plus, **il faut être vigilant aux produits d'entretien éco-labellisés**, en particulier à la présence de **terpènes**, dont le rôle est de parfumer. En effet, pour les produits éco-labellisés, il est précisé qu'il est interdit de mettre des COV qui présentent un point d'ébullition inférieure à une valeur déterminée, mais les autres COV peuvent être intégrés au produit, et c'est en particulier le cas des terpènes.

Il ne faut pas être victime du marketing olfactive qui affirme que le propre est parfumé : **le propre n'a pas d'odeur !**

### 8.3. Le formaldéhyde

Le formaldéhyde interroge beaucoup aujourd'hui du fait de sa présence de plus en plus fréquente dans les bâtiments et de son impact sanitaire.

Un document de l'AFSSET : « Risque sanitaires liés à la présence de formaldéhyde »<sup>3</sup>, mis en ligne en juillet 2008, fait le point sur le formaldéhyde.

#### 8.3.1. Sources d'émission de formaldéhyde

- Le formaldéhyde est un **conservateur** (exemple : le formol), il freine la multiplication microbienne et bactérienne dans les tissus vivants. Un exemple est le papier d'Arménie qui est un papier badigeonné de formol. Il était utilisé par le passé pour désinfecter des pièces. Sa présence sur le marché de nos jours est aberrante. Un test de l'association de consommateurs « UFC Que choisir » a montré qu'un seul papier émettait en brûlant 43 µg/m<sup>3</sup> de formaldéhyde !
- C'est un **produit de combustion**. La cigarette est donc une des sources majeures d'émission de formaldéhyde.

On le retrouve dans **les produits de collage** car il permet la fabrication de résines peu chères. Ces modes de collage sont donc à revoir. Les produits de construction qui

---

<sup>3</sup> www.afsset.fr

émettent le plus de formaldéhyde sont **les panneaux dérivés de bois** dont l'émission est fonction du type de colle et de sa concentration dans le produit. Le type de colle :

- Pour les pièces sèches : **l'uréformaldéhyde est instable.**
- Pour les pièces humides ou contre les intempéries : le **phénol/formol a une formule chimique plus stable.**

La concentration de colle dans le produit qui est liée à la qualité du bois car plus il y a du bois, moins il y a de colle. Un panneau de particules peut contenir 14% de colle alors que le bois lamellé collé n'en contient que 1,4%.

Quelques fabricants proposent, surtout pour les maisons en ossature bois, des panneaux collés avec une **colle PMDI<sup>4</sup>**, qui est une colle polyuréthane.

Il s'agit d'une colle n'émettent pas de formaldéhyde, mais ce produit n'a que très peu de PV d'essai et les industriels sont peu enclins à donner des mesures.

*Attention tout de même : lorsqu'un panneau OSB est à base de colle « PMDI », cela n'implique pas forcément que le panneau fibre et le panneau isolant le soit également.*

*Exemple :*

La gamme « Kronomob » de Kronofrance :

- Panneau constructif : « Chronobois » → PMDI
- Panneau isolant : « Chronotherm » : ?
- Panneau diffusant : « Chronotec » : ?

La gamme « Agepan » d'Isoroy → PMDI

### 8.3.2. Evolution de l'émission de formaldéhyde avec le temps

Dans un bâtiment, l'émission est en général maximale durant la première année, puis elle décroît bien que les mesures peuvent être parfois surprenantes.

Il faut bien distinguer l'émission du matériau seul avec l'émission de complexes, car dans une maison, plusieurs sources d'émission de formaldéhyde sont présentes.

### 8.3.3. Les effets sur la santé du formaldéhyde

- Les signes sensoriels, les plus précoces : odeur piquante, irritation yeux, gorge,...
- Les signes respiratoires et cutanés
- Cancérogène groupe 1

### 8.3.4. Les valeurs limites du formaldéhyde

Il faut bien distinguer les deux notions suivantes :

- Les concentrations de l'air intérieur :

Organisme/Pays	Valeur limite pour l'air intérieur
OMS (Organisation Mondiale de la Santé)	100 µg/m <sup>3</sup> pour une exposition de 30 min
Rapport Européen INDEX 2005	- 30 µg/m <sup>3</sup> pour une exposition de 30 minutes - 1 µg/m <sup>3</sup> pour une exposition à long terme
Canada (2006)	50 µg/m <sup>3</sup> pour une exposition à long terme (valeur réglementaire)
France (AFSSET 2007)	- 50 µg/m <sup>3</sup> pour 2h - 10 µg/m <sup>3</sup> pour une exposition à long terme

<sup>4</sup> Diisocyanate de difenylmethane polymérique

- Les valeurs limites d'émission du produit

Organisme	Valeur limite d'émission du produit
Europe Marquage CE : Classe E1	124 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Allemagne : label Ange bleu	62 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
USA : label Greenguard Children & school	27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ *
Japon	< 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ : aucune restriction d'utilisation > 124 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ : utilisation interdite Entre ces valeurs : utilisation conditionnée
France (AFSSET 2006)	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

\* Les américains ont introduit, avec le label Greenguard Children & School, une valeur d'émission de formaldéhyde deux fois plus basse pour les enfants que pour les adultes. Bien que ce label impose une valeur limite d'émission de formaldéhyde faible, il a été très suivi et 3 mois après sa mise en place, 30 produits étaient déjà labellisés. Au contraire, en France, les industriels ne se sont pas du tout adaptés au label NF des colles. De nombreux pays sont beaucoup plus moteurs que la France.

#### 8.4. COV et peintures

Toutes les peintures et vernis sont réalisés à partir des quatre composants suivants :

- Un pigment, qui donne la couleur,
- Un liant (résine), qui durcit et fixe le pigment sur la surface peinte,
- Un diluant ou solvant, qui donne à la peinture la consistance souhaitée lors de l'application,
- Des additifs pour modifier la texture (brillant ou mat), pour rajouter des propriétés insecticides, anti-mousse, ....

##### 8.4.1. Les différents types de peinture

#### Les peintures « glycéro » et « alkyde » :

Il est courant de parler de peinture « **glycéro** » (c'est-à-dire fabriquée à base d'une résine oléoglycérophtaliques) comme une catégorie de peinture dangereuse qui va bientôt disparaître. Une autre famille est alors apparue : la peinture « **alkyde** » (c'est-à-dire fabriquée à base d'une résine alkyde).

#### Ces deux familles sont chimiquement identiques !

La résine en soit ne pose pas de problème. D'ailleurs, la peinture « glycéro » est à 75% végétale et animale (huile de colza, glycérine, acide phtalique).

En revanche, la résine est dissoute dans un solvant qui s'évapore (cela représente environ la moitié du pot) et qui entraîne une pollution de l'air.

Même si l'émission initiale est brève, les COV peuvent ensuite se fixer sur des matériaux qui pourront à leur tour les réémettre ultérieurement (on parle de matériaux faisant « réservoir »). Ainsi, les **alkydes en solution sont à bannir**.

#### Les peintures phase aqueuse + cosolvant et peintures COV<1g/l :

Il est courant de penser que les peintures en phase aqueuse ne posent aucun problème sanitaire et que les pinceaux peuvent être lavés à l'eau. Au bilan, de l'éther de glycol se déverse dans les eaux usées et féminise la faune aquatique. Aujourd'hui, **les éthers de glycol les plus toxiques ont été supprimés**.

Des peintures à **faible teneur en COV** apparaissent maintenant sur le marché.

A noter que l'industriel doit alors écrire « **teneur en COV < 1 g/l** » sur le pot, et non pas « peinture sans COV » car il en subsiste toujours.

Pour une peinture blanche, le pigment est minéral et contient peu de COV. Pour une peinture teintée, la quantité de COV est plus importante, à moins que le pigment ne soit minéral.

**Les peintures « glycéro à l'eau » et « alkhyde en émulsion » :**

Jusqu'au 1<sup>er</sup> janvier 2010, ces peintures peuvent être utilisées. Après cette date, compte tenu des seuils proposés (cf. 8.4.2), elles ne seront plus fabriquées.

Les peintures : « glycéro à l'eau » et « alkhyde en émulsion » contiennent un peu plus de COV car les résines sont naturelles.

**Les peintures minérales :**

Ce sont des peintures avec un liant minéral (le silicate de potassium) qui a un potentiel d'émission de COV limité.

Elles sont fabriquées par les sociétés : Keim, Caparol, Sto, ...

*8.4.2. Les valeurs limites de teneur en COV dans les peintures*

Ces valeurs limites dépendent d'une directive de 2004<sup>5</sup>, qui n'est pas à visée sanitaire, mais qui a pour but de limiter la quantité de COV émise dans l'atmosphère par les sites industriels. Les fabricants ont donc du limiter la teneur en COV de leur peintures et vernis pour respecter cette directive.

L'article 4 de cette directive donne, par sous-catégorie du produit, la valeur limite de la teneur en COV en g/l.

Exemple des 2 familles de peinture et vernis : « intérieur mate murs et plafonds » et « intérieur brillante murs et plafonds » :

Phase	Aujourd'hui	2010
Phase aqueuse (PA)	75 g/l pour mate 150 g/l pour brillante	30 g/l pour mate et brillante
Phase solvant (PS)	400 g/l pour mate et brillante	30 g/l pour mate* 100 g/l pour brillante*

\*En 2010, compte-tenu des ces valeur limites, ces 2 familles en phase solvant vont donc disparaître.

Mais les autres familles en phase solvant existeront encore. Dans le futur, il faudra donc être vigilant et prescrire, dans la limite où il n'y a pas de problème technique, des **peintures en phases aqueuse.**

A remarquer que l'on pourrait dès à présent fabriquer des peintures qui correspondent à l'échéance 2010. Certaines boites ont déjà la précision « **conforme directive 2010** ».

**Attention :** La teneur en COV en g/L d'un pot de peinture ne garantit pas à elle seule la qualité de l'air intérieur. Il est nécessaire de considérer des peintures en phase aqueuse avec une teneur en COV de moins de 1g/l et **sans agent de coalescence.**

Le rôle de l'agent de coalescence est de donner une tenue, une uniformité dans le produit. Des mesures en laboratoires ont montré que :

- de la peinture sans agent de coalescence qui a une teneur en COV < 1 g/l n'émet que très peu de COV à 10 jours (respectivement 150 et 20 µg/m<sup>3</sup> lorsque la peinture est appliquée sur un support non adsorbant, et adsorbant)

<sup>5</sup> Directive 2004/42/CE du 21 avril 2004

- de la peinture avec agent de coalescence dont le point d'ébullition <250°C (=définition COV) a une teneur de 8,8 g/l de COV, et émet à 10 jours, sur ces 2 même supports, respectivement **1 215 µg/m<sup>3</sup> et 3 986 µg/m<sup>3</sup> de COV.**
- de la peinture sans agent de coalescence dont le point d'ébullition >250°C (= pas un COV donc non concernée par la directive de 2004) a une teneur en COV < 1 g/l et émet à 10 jours, sur ces 2 même supports, respectivement **3 957 µg/m<sup>3</sup> et 9 571 µg/m<sup>3</sup> de COV.**

**L'agent de coalescence augmente la teneur en COV de l'air intérieur !**

**8.5. Les fibres**

Le sujet de la toxicité des fibres est très ambigu. La **forme même de la fibre, à savoir allongée, la rend pathogène**, et ceci, quelque soit son origine : végétale, minérale, ou animale. Le poumon ne sait pas s'en débarrasser.

L'AFSSET va bientôt faire éditer un rapport sur les laines de verre et de roche.

**Comparaison amiante – laine minérale :**

Par l'analyse de divers critères, il va être démontré que la toxicité des laines minérales est faible par rapport à celle l'amiante.

Cf. photos

<b>Critère de toxicité</b>	<b>Amiante</b>	<b>Laine minérale</b>
<b>Structure</b>	Cristalline Une molécule ayant cette structure est un général cancérigène	Vitreuse Moins agressive sur les tissus biologiques que la structure cristalline
<i>Diamètre</i> <i>Info :</i> <i>&lt;3 µm : atteint l'alvéole pulmonaire</i> <i>&lt;1 µm : traverse le poumon ou la plèvre</i>	<b>1,5 µm</b> Cette fibre est naturelle. Le diamètre n'est pas « choisi » et il pose problème	Entre 3 et 5 µm Cette fibre est manufacturée Le diamètre est volontairement choisi supérieur ou égal à 3 µm
<i>Longueur</i>	RAS	RAS
<i>Cassure</i>	Longitudinale La fibre devient de plus en plus fine	Transversale Le diamètre reste gros, le poumon élimine mieux
<u><i>Biopersistance/demi-vie moyenne</i></u> <i>Combien de temps la fibre reste-elle dans les poumons ?</i>	Variété crocidolite : <b>incapable de mesurer la biopersistance</b> car le matériaux s'est subdivisé	Biop. laine de roche < 10 jours dans le poumon*. Cette valeur de 10 jours est indispensable pour qu'une fibre soit exonérée de la classification cancérogène. Toutes les fibres sur le marché français ont cette propriété.

\* Une directive européenne a fixé les critères d'exonération de la classification cancérogène concernant la laine minérale, à savoir une **biopersistance de moins de 10 jours.**

Pour satisfaire cette exigence, les industriels ont donc joué sur la composition chimique des fibres. Celles-ci ne pouvaient pas être plus grosses car cela aurait entraîné une perte des propriétés thermiques et acoustiques de l'isolant. La composition chimique a donc variée de la manière suivante :

- Pour la laine de verre : diminution de la teneur en alumine
- Pour la laine de roche (qui est plus biopersistante) : diminution de la teneur en silice (molécule biopersistante) et augmentation de la teneur en alumine.

**Toutes les laines de verre présentes sur le marché français sont exonérées de la classification cancérigène et certifiée par l'EUCEB<sup>6</sup>, organisme européen.**

#### **Comparaison laine minérale – laines végétales et animales :**

Les informations manquent en ce qui concerne les laines végétales et animales et elles sont donc difficilement comparables avec les laines minérales.

A priori, longueur et diamètre ne doivent pas poser de problème.

En revanche, aucune information ne permet d'analyser leur biopersistance. Même si la détermination de la biopersistance est onéreuse, celle-ci devrait être réalisée et prise en charge par les pouvoirs publics. De plus, son caractère inflammatoire n'est souvent pas intégré aux débats.

De plus, concernant les laines végétales et animales, aucune information n'est disponible concernant :

- Leur comportement face à l'humidité
- Leur sensibilité face aux microorganismes.

En effet, en cas de non-résistance à ces deux facteurs, il est important de connaître la nature du produit qui va y être ajouté qui sont bien souvent des composants cachés.

#### **Les composants cachés :**

Il est important pour la clarté du débat d'analyser tous les composants d'un matériau avant de dire qu'il est 100% naturel ! Ces composants peuvent être par exemple :

- **Le liant de la laine de verre :**

Le liant de la laine de verre est à base de formaldéhyde.

- **Le sel de bore** (produit minéral) contenu dans certains isolants :

C'est un retardateur de flamme. Un des sels de bore, l'acide borique, est classé toxique pour la reproduction 2. Est-il donc indispensable de le mettre ? Ne peut-on pas le remplacer par du tétraborate de sodium ?

- **Les insecticides :**

Ils ne sont pas nécessaires dans la laine minérale. En revanche, ils le sont dans la laine de mouton par exemple. Quand est-il de leur toxicité ?

Ces questions sanitaires restent ouvertes et il est difficile de faire des préconisations du point de vue santé.

Cependant, il faut toujours garder à l'esprit la distinction : danger et risque, car, en ce qui concerne les produits d'isolation, ce sont surtout les personnes qui vont les mettre en œuvre qui vont être exposées, et non pas l'occupant.

### **8.6. Le cas de la radioactivité**

La radioactivité n'est pas un problème en France. Il a été mesuré qu'un parpaing d'Ile de France est plus radioactif que celui de Bretagne car le granulat n'est pas le même, mais cette variation est faible.

Un rapport européen paru en 1999 indique que la radioactivité d'un produit est normale lorsque celui contient moins de :

- 100 Bq/kg de radium,
- 100 Bq/kg de thorium,
- 1000 Bq/kg de potassium 40.

---

<sup>6</sup> [www.euceb.org](http://www.euceb.org)

La radioactivité de certains produits de construction sont :

- Monomur terre cuite : 50 Bq/kg de radium et thorium
- Parpaing : 35 Bq/kg de radium et thorium.

Les arbres, ayant poussés sur des terres végétales et ayant été exposés aux retombées de Tchernobyl, présentent des traces de Césium 137. Des mesures de la radioactivité du bois de charpente ont été faites en Finlande où les retombées de Tchernobyl ont été importantes. Les résultats sont présentés dans le rapport européen STUC. La valeur mesurée est de 27 Bq de Césium 137. Il est rappelé ici qu'un becquerel représente la même désintégration qu'il soit de Césium ou de Radium. Le bois présente donc bien une radioactivité, mais, compte tenu des valeurs indiquées précédemment, celle-ci est faible.

## 9. Informations sur les critères sanitaires des produits de construction

En l'absence d'étiquetage, les informations sur les critères sanitaires des produits de construction peuvent être fournies par les documents suivants.

- **FDS : Fiche de Données Sanitaires**

Les FDS donne des informations concernant la toxicité (cf. [www.quickfds.com](http://www.quickfds.com)).

Les rubriques 2 et 9 permettent, en un coup d'œil, d'avoir un avis sanitaire sur le produit. Si la rubrique 2 est longue, cela signifie que le produit renferme beaucoup de composants, ce qui multiplie le risque. La rubrique 9 mentionne la quantité de formaldéhyde.

- **FDES : Fiche de Données Environnementales et Sanitaires**

Pour certains produits, surtout liquides comme les colles, peintures, produits de finition,... (cf. [www.inies.fr](http://www.inies.fr))

- **Le marquage CE, NF Environnement, l'écolabel européen**

## 10. La professionnalisation de la filière

Il faudrait développer la profession **d'hygiéniste de réseau**.

En effet, la problématique de l'air circulant dans les réseaux de ventilation existe, que ce soit dans le cadre de construction de maisons passives ou dans tout bâtiment ayant un conditionnement d'air.

Il serait nécessaire que tous les gestionnaires s'en préoccupent car sans entretien, ces réseaux renferment microorganismes, poussières, particules,...

Pour cela, il faudrait un contrat de maintenance budgétisé et signé qui serait intégré dans le prix de vente de la maison.

Cette maintenance consisterait en une inspection visuelle régulière des réseaux avec un robot. Celle-ci serait approfondie en cas de détection d'un élément problématique.

Les finlandais ont des normes strictes sur les installations de ventilation et l'étanchéité des réseaux, les quantités de poussières, de résidus huileux sont mesurées.

**TELECHARGER LA PRESENTATION** : <http://www.ville-amenagement-durable.org/PHOTO/Programme%20et%20CR/2008/sante/SD.pdf>

## PARTIE 2

### Les travaux de l'observatoire de la qualité de l'air intérieur

#### 1. L'OQAI

L'observatoire a été créé dans le cadre d'une convention entre les ministères de la Santé, du Logement, de l'Environnement, l'ANAH, le CSTB et l'ADEME. Le CSTB a été nommé opérateur de projet.

#### 2. Missions et actions

##### Les missions de l'observatoire :

- Identifier les substances qui peuvent polluer l'air intérieur et présenter un risque pour la santé des personnes
- Evaluer la toxicité des polluants
- Accumuler les connaissances
- Recommandation auprès acteurs du bâtiment

##### Ses actions :

- Veille documentaire
- Inventaire
- Campagne dans différents lieux de vie
- Gestion et exploitation des données
- Communication et information



##### Différents programmes sont menés par l'observatoire :

- Logement
- Lieux de vie fréquentés par les enfants (0 -18 ans)
- Bureaux

L'observatoire a également défini des indices de qualité d'air intérieur.

#### 3. Présentations des différents programmes

Les présentations des programmes de l'observatoire et de leurs résultats sont consultables en ligne sur le site de VAD : <http://www.ville-amenagement-durable.org/PHOTO/Programme%20et%20CR/2008/sante/OQAI.pdf>



## PARTIE 3

### Etudes de cas et retours d'expériences

#### 1. Notions importantes

##### 1.1. Aménagement des espaces verts, la problématique des plantes et des choix d'espèce

La santé dans le bâtiment ne se limite pas aux matériaux, la conception architecturale (surface vitrée, orientation,...) et l'aménagement des espaces verts sont également à prendre en compte.

**De nombreux paramètres sont à étudier concernant l'aménagement des espaces verts :**

- Le besoin en eau de ces espaces verts
- Leur intégration dans le site
- La présence d'espèce locale
- Leur nécessité d'entretien (fréquence d'entretien, utilisation de pesticides, etc.)

Cependant, d'autres paramètres importants sont souvent oubliés tel que la toxicité des baies des certaines plantes ou leur pouvoir allergisant notamment à proximité des écoles.

Les notions de plantes toxiques et de plantes allergisantes permettent une nouvelle fois d'illustrer la différence entre danger et risque.

Certaines plantes sont composées de substances toxiques, considérées comme dangereuses. Toutefois, peut-on parler pour autant de risque ?

Si les plantes sont jugées sur leur contenu, il faut alors considérer que ces plantes ne doivent pas être utilisées dans les aménagements paysagés des bâtiments accueillant des enfants pour des questions de sécurité. Pourtant, très peu de cas d'intoxication ont pu être recensés compte tenu de la faible exposition des enfants à cette toxicité. En effet la tentation est forte pour un enfant de goûter une plante à baies ou à gousses. Bien qu'étant en présence de substances très toxiques, l'enfant n'est pas souvent intoxiqué même s'il a mis à la bouche des baies. Celles-ci étant amères, l'enfant les recrache presque systématiquement.

De plus la substance toxique est à l'intérieur de la partie dure et il faut que l'enfant mâche cette partie pour qu'il y ait libération de la substance toxique. Ainsi pour ces multiples raisons, le danger est élevé mais le risque est faible.

La logique inverse est observée pour les plantes allergisantes. La toxicité est plus faible mais l'exposition est plus importante compte tenu de la dissémination et de la pollution allergique entraînée par ce type de plantes.

##### 1.2. Les choix énergétiques

Se préoccuper des économies d'énergie et des sources énergétiques est une chose, mais il ne faut pas oublier l'aspect santé. Le but du bâtiment est d'abriter l'homme et la réduction des impacts environnementaux ne doit pas se faire au dépend des occupants.

### 1.3. Le confort et les sens

#### **L'hygrométrie et la thermique :**

« L'environnement » au sens large dispose de plusieurs entrées dans le corps humain via les poumons, le tube digestif, la peau, mais aussi via nos sens. Par exemple, le référentiel HQE mentionne le terme « confort hygrothermique ». Or, l'hygrométrie n'est pas confortable ou inconfortable mais plutôt pathogène ou non pathogène car au final cela résulte d'un développement des micro-organismes.

#### **La lumière :**

Le terme « confort visuel » est un peu insuffisant car il signifie « je ne suis pas éblouie, je n'ai pas de contraste, j'y vois assez ». Mais le confort visuel ne se limite pas à cela. Dans la rétine, certaines cellules ne servent pas à voir, mais elles informent notre cerveau de la quantité de lumière présente. Cette information est nécessaire ensuite pour régler les fonctionnements hormonaux. La lumière joue le rôle de synchroniseur des rythmes biologiques. Il est constaté aujourd'hui que nous manquons de lumière naturelle et d'obscurité. Toutes nos générations actuelles en manquent. Au niveau du bâtiment, il faut trouver un compromis entre la santé et les consommations énergétiques et gérer le pourcentage de surface vitré pour avoir une lumière suffisante.

#### **Le confort tactile :**

Il a été oublié dans les cibles HQE. Il faut varier les contacts que ce soit pour les pieds ou les mains. Ce confort est très important, car la statique vertébrale de l'enfant ne se constitue pas automatiquement qu'avec de sols mous.

#### **Confort acoustique :**

Le bruit a un impact cardiovasculaire qu'il ne faut pas négliger.

#### **Confort olfactif :**

L'odorat est un sens très important. Dans les produits d'entretien, par exemple, le marketing de l'odeur a permis dans la conscience collective d'associer le propre à des odeurs (pin, lavande, etc.). Cependant le propre n'a pas d'odeur et c'est plus particulièrement les agents odorants qui vont être la source de présence de formaldéhyde.

Toutes les informations transmises par les sens ne s'arrêtent donc pas aux capteurs sensoriels : l'œil, la peau ou les surfaces olfactives dans les fosses nasales, mais elle transitent dans le cerveau, qui va ensuite donner une information au système nerveux végétatif, celui-ci impactant le fonctionnement du corps humain. Ainsi, l'environnement va jouer sur ce fonctionnement sans que l'on ne s'en rende compte, tout ceci par l'intermédiaire de nos sens.

Il faut également penser le bâtiment en fonction de sa vie ultérieure et de son entretien. En particulier, quels produits doivent être employés pour entretenir ce bâtiment, que ce soit pour les surfaces ou pour les équipements ?

#### **Remarque**

L'environnement électromagnétique : il ne faut donc pas tout confondre car il existe différentes classes de fréquences engendrant des impacts sur la santé différents.

## 2. Maisons individuelles des Hauts de Feuilly

### 2.1. Le positionnement du garage

Il y a plus de polluant dans le garage d'une maison que dans les pièces de vie.

Il faut donc essayer de rendre non communiquant le garage et la maison (en prévoyant, pour une question de confort, un passage abrité) afin de limiter la présence d'hydrocarbures aromatiques dans cette dernière.



### 2.2. Les composants de l'enveloppe : comment les choisir, et comment argumenter ces choix ?

#### L'isolation :

Les façades sont isolées par 30 cm de laine de verre. Ce choix peut paraître surprenant mais il s'agit d'un compromis entre la mise en œuvre, la durée de vie, les aspects financiers et environnementaux et la santé. Les fibres étant confinées, l'exposition des occupants est extrêmement limitée, et seuls les ouvriers ont été exposés lors de la mise en œuvre. Ceux-ci doivent impérativement porter un masque et être couverts pour ne pas avoir d'irritation mécanique. De plus, les fibres ne sont pas allergisantes.

Une campagne pilote sur 90 logements a été menée afin de quantifier la présence de fibres minérales à l'intérieur de bâtiments isolés avec de la laine de verre. L'objectif de cette étude était de déterminer si le vieillissement entraînait la présence de fibres au sein des bâtiments. Les mesures ont été faites à l'intérieur et l'extérieur des bâtiments. Les résultats ont démontré la présence de fibres mais dans des quantités identiques que ce soit à l'intérieur qu'à l'extérieur du bâtiment. L'impact santé est donc très peu significatif.

L'étude environnementale a été faite sur la base du bilan CO<sub>2</sub>. La laine de verre présente un meilleur bilan CO<sub>2</sub> que le chanvre. En effet, la laine de verre est compressible. Ainsi, il aurait fallu 5 à 6 fois plus de camions pour transporter la même quantité de chanvre. Il a donc été préféré de réserver une partie du budget sur d'autres paramètres pouvant impacter significativement la qualité de l'air.



#### Le bardage :

Le bardage extérieur a fait l'objet d'une attention particulière même si ce n'était pas le problème majeur. L'ossature bois a été choisie avec un bardage extérieur, traité en autoclave. Le traitement habituel à l'autoclave se fait avec du cuivre, du chrome et de l'arsenic. Ce traitement s'est fait au cuivre et au bore (le bore employé n'entraîne pas la création d'acide borique). Un traitement autoclave cuivre et ammonium quaternaire (composés organiques) peut également être envisagé.

**Le pare-pluie et le pare-vapeur sont composés de polymères pétroliers très stables.**

### 2.3. Le choix des produits de second œuvre.

Les produits de second œuvre (comme les sols, les murs et les plafonds) étant directement au contact de l'air intérieur, ils vont impacter des manières plus importante la qualité de ce celui-ci.

#### **Le choix des sols :**

Le choix du carrelage a été envisagé dans un premier temps mais le problème de la colle se posait. Le maître d'ouvrage a ensuite opté pour du béton ciré.

Un premier produit de finition a été proposé mais il nécessitait d'être refait tout les 2 ans et il contenait certaines molécules pouvant avoir des impacts sur la qualité de l'air.

Ensuite, un produit « naturel » a été proposé. Il s'agissait d'une huile naturelle issue du pétrole avec des composants peu stables. Cette proposition a été refusée.

Un troisième produit a été étudié, marqué d'un label de laboratoire certifiant l'absence de pentachlorophénol. Or, l'absence de cette molécule n'est pas un critère de choix puisque rien ne justifie sa présence dans un tel produit. Cet exemple traduit la vigilance à adopter lors du choix d'un produit, notamment envers les labels.

Le choix s'est porté sur les produits de la société Caparol, contenant 30 g de COV par litre, ces produits étant dilués 10 fois lors de la mise en œuvre. Ce produit de finition donne un aspect brillant. A l'usage, la pérennité du produit n'est pas connue. Toutefois, même si le produit devait être repassé dans plusieurs années, cela n'engendrerait pas d'émission de COV importante dans le bâtiment.

Les chambres ont un revêtement de sol stratifié. Ne disposant pas de FDES, certains sols stratifiés ont été rejetés. En effet, en cas d'absence d'information de la part des industriels, l'analyse et la comparaison ne sont pas possibles et aucun choix ne peut être fait.

Le choix s'est porté sur la marque Pergo. la FDES étant satisfaisante. Les résultats montrent que ce produit est très faiblement émissif. Les émissions de formaldéhyde sont de 8,5 µg/m<sup>3</sup>.

Pour les revêtements de sol, il convient également de regarder l'inertie à la moisissure. Les industriels affirment qu'en situation d'utilisation normale, il n'y a pas de problème. Or il y a un risque de contact avec l'eau et l'humidité lors du lavage. Un test réalisé au CSTB montre que le sol est sensible aux moisissures. Cependant, le test a été fait avec une hygrométrie relative de l'air de 80%, qui n'est pas souvent celle des logements. Un produit a donc été ajouté. La FDES mentionne ainsi la présence de sels d'argent qui ont des propriétés antibactériennes et fongicides.

#### **Les peintures :**

Les peintures retenues présentent de faibles émissions de COV et ne contiennent pas d'agent de coalescence.

#### **Les plâtres :**

Des plaques de plâtre de chez Knauff contenant de la zéolite ont été choisies. La zéolite est un catalyseur. Le PV d'essai montre qu'en cas d'injection de formaldéhyde dans cette plaque de plâtre avec zéolite, une diminution du formaldéhyde est observée. En effet, lorsque le formaldéhyde est fixé sur cette plaque, une réaction entraîne la cassure de cette molécule. Il reste à voir par la suite si cela donne satisfaction.

#### **Les menuiseries :**

L'équipe a opté pour des menuiseries bois-aluminium. Lors du choix des matériaux sur la base de leurs impacts santé, il faut considérer la surface de matériaux en contact avec l'air intérieur. Ainsi, les profilés de PVC engendrent des émissions n'ayant pas d'impact sur le plan sanitaire.

## 2.4. Les équipements

### Aspiration centralisée :

Une installation d'aspiration centralisée a été installée pour traiter la problématique des particules fines. L'air intérieur ne doit pas être trop chargé en particules fines. En effet, les particules supérieures à 10 microns s'arrêtent dans les voies respiratoires supérieures mais les particules de 2,5 microns atteignent les alvéoles pulmonaires et celles inférieures à 1 micron traversent ces alvéoles pour aller se déposer dans les artères, ce qui engendre des problèmes cardiovasculaires notamment.

L'utilisation du balai est souvent déconseillée (mise en suspension des poussières) en faveur de l'aspirateur. Pourtant, ce dernier aspire certes les grosses particules mais rejette dans l'air les petites.

D'un point de vue de la santé, l'aspiration centralisée est préconisée car elle évite de rejeter dans la pièce les petites particules.

### Problématique de la hotte :

Une hotte à extraction d'air a été préconisée afin d'extraire les divers composés engendrés par la cuisson à l'extérieur du bâtiment. Cependant, le phénomène d'extraction allait perturber les mouvement d'air (double flux) et par conséquent le bilan énergétique.

### Pourquoi une hotte à extraction ?

La cuisson est une source d'émission de COV. En France, les hôtes aspirantes ne servent pratiquement qu'à éclairer car un manque d'entretien (nettoyage et renouvellement du filtre) enlève à la hotte toute son efficacité.

Par ailleurs, de plus en plus de constructions neuves disposent d'une cuisine américaine ouverte sur le séjour. Ainsi, toutes les molécules issues du processus de cuisson se fixent sur les supports de l'ensemble de la pièce. Les particules fines émises ne sont également pas évacuées.

### Le mode de cuisson :

La combustion au gaz dégage plus de produits toxiques que la cuisson via les procédés électriques. Par ailleurs, les plaques à induction induisent un champ magnétique important de 50 Hz qui peut être mauvais pour les femmes enceintes.

## 3. Projet du Pôle Solère (Bâtiment de bureaux à énergie positive)

Les mêmes réflexions ont été engagées, avec également une forte implication sur le travail des CCTP, mais cette fois avec la spécificité « bureau » (ergonomie).

### La ventilation :

La réglementation sur la ventilation est basée uniquement sur l'occupation humaine. La ventilation s'arrête lorsqu'il n'y a plus d'occupation. Or, il faudrait gérer cette ventilation et l'arrêter avec un petit décalage en prenant en compte le temps de ménage et les émissions engendrées par le nettoyage et également pouvoir la remettre en marche avant que le personnel n'arrive.



Une étude montre qu'en dessous d'un débit de ventilation de 25 m<sup>3</sup>/h/personne, le syndrome du bâtiment malsain (mal de tête, fatigue, gorge sèche, nez bouché,...) augmente, phénomène décrit depuis 1983 par l'OMS.

En France, le débit de ventilation n'est pas conditionné par le volume de la pièce mais par le nombre de personnes. Certains pays prennent un coefficient basé sur ces 2 paramètres.

La ventilation devrait prendre également en compte les émissions de gaz nocifs.

**TELECHARGER LA PRESENTATION DES HAUTS DE FEULLY ET DU POLE SOLERE:**

<http://www.ville-amenagement-durable.org/PHOTO/Programme%20et%20CR/2008/sante/etude1.pdf>

## 4. Le centre hospitalier d'Annemasse

Le Maître d'Ouvrage a confié une mission environnement et santé à ETAMINE et MEDIECO.

### 4.1. Les espaces verts

Il n'est pas nécessaire de faire des concentrés d'allergènes sur des populations qui veulent se soigner et qui ont, pour certains, des allergies et des problèmes respiratoires. Il s'agissait donc de soigner le choix des essences.

Comme pour toute source de pollution, il était important de prendre en compte le sens des vents afin de savoir la direction des pollens et les impacts sur les locaux. Tous les espaces, que ce soit la crèche ou le parking, ont intégrés cette problématique.



#### Il faut considérer :

- Le potentiel allergisant lié à la nature de l'espèce. En effet, les pollens contiennent des protéines qui, selon leur forme, entraînent un pouvoir beaucoup plus allergisant d'une essence par rapport à une autre. En général, les pollens de petite taille sont allergisants car ils pénètrent dans les voies respiratoires. Ex : les graminées sont à éviter à proximité des chambres.
- Le deuxième niveau d'analyse est de savoir combien de pieds il faut proposer. Il est nécessaire de connaître le potentiel allergisant d'une plante mais aussi le risque allergisant qui va dépendre du nombre d'essences que l'on va mettre. De plus, il y a de plus en plus de CO<sub>2</sub> dans l'air, donc la même plante va former beaucoup plus de pollens. Il est donc important de traiter la question de ces plantes en ayant une réflexion sur 30 ans car elles n'auront pas le même impact à court et à long terme compte tenu du réchauffement climatique et des émissions de CO<sub>2</sub> croissantes. Ainsi, si la quantité de pieds n'est pas précisée, il n'est pas possible de donner un avis sur le risque allergique.

Exemple :

1/ Il faut être vigilant lors du choix de plantes à pouvoir allergisant faible. En effet, si l'essence dispose d'un faible pouvoir allergisant mais qu'elle est introduite en grande quantité, cela entraînera une grande quantité de pollen qui pourra conduire à des réactions chez les personnes très sensibles.

2/ Dans certains PLU, il est écrit qu'en cas de suppression d'une plante, il faut replanter la même essence. Cette approche se discute car il s'agit d'une vision uniquement naturaliste du problème. Cela ne prend pas en compte les aspects sanitaire et environnemental qui nécessitent une réflexion à 30 ans qui intègre le réchauffement climatique et le rôle de la végétation.

3/ Aucune étude ne montre l'efficacité des plantes purificatrices en situation réelle. Ces études n'étant réalisées que dans des conditions expérimentales, l'extrapolation des résultats est difficile.

4/ L'arrosage des plantes peut entraîner le développement de moisissures qui peuvent poser problème pour les personnes possédant une baisse d'immunité.

5/ La problématique des plantes allergisantes est également à prendre en compte lors du choix des espèces pour les toitures végétalisées.

#### 4.2. Les matériaux en contact avec l'air intérieur

**Le deuxième objectif prioritaire dans l'hôpital était les matériaux en contact avec l'air intérieur.**

##### **Le choix des revêtements de surfaces :**

L'hôpital accueille des personnes sensibles, il faut donc des revêtements très peu émissifs. Le choix du revêtement pour les zones d'hébergement s'est fait entre le PVC, le caoutchouc, et le lino. Le carrelage a été directement éliminé car il nécessitait des joints et qu'il fallait, en milieu hospitalier, des surfaces avec le minimum d'aspérité.

Le problème dans les FDES est que les valeurs indiquées sont les moyennes de toutes les marques de fabricants alors que l'information recherchée concerne les émissions du produits en question.

Suzanne Déoux a donc présenté son propre cahier des charges qui spécifiait les éléments suivants :

- Les revêtements de sol doivent émettre moins de 200  $\mu\text{g}$  de COV par  $\text{m}^3$
- Le formaldéhyde doit être inférieur à 10  $\mu\text{g}$  par  $\text{m}^3$  et aucun phtalate.
- Les colles doivent être en phase aqueuse avec de préférence le label Ecode ec1.

**Pourquoi la valeur de 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les COV ?** En 1997, un référentiel européen définissait comme limite la valeur de 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de COV à 28 jours. Le CSTB a repris cette valeur pour l'intégrer au CESAT (Comité Environnement et Santé annexé aux Avis Techniques), qui est un complément à l'avis technique sur le plan santé.

Les services techniques de l'hôpital ont exclu le lino pour des questions de maintenance.

Le choix se limitait donc au pvc et au caoutchouc. Aucun industriel ou fabricant ne s'est manifesté pour le PVC (malgré ses avantages : pas de formaldéhyde, ni de phtalate).

Concernant le caoutchouc, une seule entreprise a répondu avec un PV d'essai répondant au cahier des charges. Caractéristiques :

- 150  $\mu\text{g}$  COV/ $\text{m}^3$

- 2,5 µg formaldéhyde/m<sup>3</sup>
- 0 phtalate

Le service technique a visité des hôpitaux en Allemagne et en Suisse pour avoir un retour d'expérience de ce produit. Globalement, le résultat a semblé y être satisfaisant.

Tous les matériaux naturels ne sont pas systématiquement plus « sains » et présentent parfois des caractéristiques (notamment en ce qui concerne l'émissions de COV) moins bonnes sur le plan santé que d'autres matériaux synthétiques qui sont bien polymérisés et qui rejettent peu de composés dans l'air.

Le caoutchouc de la société Nora étant composé de 10% de produits naturels, de 20% de cire de Cayenne (un produit pétrolier), et de 55% de produits minéraux (émettant peu de COV), il ne contient que peu de formaldéhyde.

Le référentiel HQE dédié aux établissements de santé (depuis juillet 2008) précise des valeurs d'émission, en particulier en ce qui concerne les COV.

## 5. Emission de la chaufferie bois

Le chauffage étant assuré par une chaufferie bois, il est impératif de prendre en compte la problématique des particules fines.

Le chauffage au bois représente 40% des émissions de particules fines en France. Cependant, certaines installations pourraient diviser leurs émissions par 3 en s'équipant de matériels appropriés tels que les filtres à manches.

Chaque année en Europe, il est recensé 386 000 morts anticipées et 110 000 hospitalisations liées au pic de pollution aux particules fines (<2, 5 microns).

La future directive européenne fixera un seuil pour les particules fines de 25 µg/m<sup>3</sup> alors que l'OMS recommande 10 µg/m<sup>3</sup>.

**TELECHARGER LA PRESENTATION :** <http://www.ville-amenagement-durable.org/PHOTO/Programme%20et%20CR/2008/sante/etude2.pdf>