



La Qualité de l'Air Intérieur
enjeu majeur de santé publique

27 & 28 juin 2017

Biocitech - Romainville - Grand Paris

Avec le soutien



www.adebiotech.org/air2/

**Q
A
I
S
i
r**

COMITÉ D'ORGANISATION

Manuel GEA, Bio-Modeling Systems

Danielle LANDO, Adebitech

Thierry PERLANT, In Situ environnement

COMITÉ SCIENTIFIQUE

Valéry BONNET, Delta Neu

Souad BOUALLALA, ADEME

Martine CARRÉ, Air Liquide

Anne-Marie DELORT, Université Clermont Auvergne

Valérie DESAUZIERS, IMT Mines Alès

Sophie DUBACQ, Bertin Technologies

Chantal GUILLARD, CNRS

Francelyne MARANO, Université Paris Diderot

Luc MOSQUERON, Veolia

Marc PALLARDY, Inserm

Martine RAMEL, INERIS

Pierre ROY, CNRS

Marie VERRIELE DUNCIANU, IMT Lille Douai

AERA-MAX
PURIFICATEURS D'AIR

 **In Situ**
environnement


AZELIES
ACCESS TO LAST AIR PLASMA TECHNOLOGY



web

Colloque Adebiotech

La qualité de l'air intérieur

enjeu majeur de santé publique

Innovations et réglementation, une nécessité

27 et 28 juin 2017

Biocitech, Cité des entreprises de santé et de biotechnologies, Romainville

Table des matières

Programme détaillé	5
---------------------------------	----------

Résumés des Conférences	10
--------------------------------------	-----------

<i>FRÉDÉRIC DE BLAY - HÔPITAUX UNIVERSITAIRES DE STRASBOURG</i>	<i>10</i>
<i>VALÉRIE PERNELET-JOLY - ANSES.....</i>	<i>11</i>
<i>PHILIPPE GLORENNEC - ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES EN SANTÉ PUBLIQUE, IRSET</i>	<i>12</i>
<i>ERIC VIAL - IRSN</i>	<i>13</i>
<i>CHRISTOPHE YRIEIX - FCBA.....</i>	<i>14</i>
<i>VÉRONIQUE RIFFAULT - IMT LILLE DOUAI.....</i>	<i>15</i>
<i>FRANCELYNE MARANO - PROFESSEUR ÉMÉRITE UNIVERSITÉ PARIS DIDEROT CNRS UMR 8251</i>	<i>15</i>
<i>SAADIA Kerdine-Römer - UNIVERSITÉ PARIS-SUD, INSERM.....</i>	<i>16</i>
<i>ANNE-LAURE BULTEAU - CNRS</i>	<i>16</i>
<i>LOUIS DANOUX - BASF</i>	<i>17</i>
<i>CORINNE MANDIN - CSTB</i>	<i>18</i>
<i>LUCIE OZIOL - UNIVERSITÉ PARIS-SUD.....</i>	<i>19</i>
<i>NATHALIE REDON - IMT LILLE DOUAI</i>	<i>20</i>
<i>THU-HOA TRAN-THI - CEA SACLAY.....</i>	<i>20</i>
<i>VALÉRIE DESAUZIERS - IMT MINES ALÈS.....</i>	<i>21</i>
<i>CHRISTOPHE BRESSOT - INERIS</i>	<i>22</i>
<i>STÉPHANE MOULARAT - CSTB.....</i>	<i>23</i>
<i>JEAN-CHARLES PONELLE - OFIS SEURECA GROUPE VEOLIA.....</i>	<i>23</i>
<i>YVES ANDRÈS - IMT ATLANTIQUE.....</i>	<i>24</i>
<i>NATHALIE COSTARRAMONE - UNIVERSITÉ DE PAU.....</i>	<i>25</i>
<i>VALÉRY BONNET - DELTA NEU</i>	<i>26</i>
<i>LAURENCE ROBERT - I.N.R.S.</i>	<i>26</i>
<i>THIERRY PERLANT - IN SITU ENVIRONNEMENT.....</i>	<i>26</i>
<i>XAVIER STREBELLE - DGPR, MEEM</i>	<i>27</i>
<i>ANDRÉE BUCHMANN - PRÉSIDENTE DE L'OBSERVATOIRE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR.....</i>	<i>28</i>
<i>ADRIEN FOURMON - AVOCAT À LA COUR, CABINET HUGLO-LEPAGE</i>	<i>28</i>
<i>SOUAD BOUALLALA - ADEME.....</i>	<i>29</i>
<i>BÉRÉNICE JENNESON - CHARGÉE D'ÉTUDES – RÉFÉRENTE BÂTIMENTS D'ATMO GRAND EST, MEMBRE D'ATMO FRANCE</i>	<i>30</i>
<i>JEAN-LUC COLLET - ARCHITECTE.....</i>	<i>31</i>
<i>MATHILDE LAGESSE - RESPONSABLE DÉVELOPPEMENT DURABLE, BOUYGUES IMMOBILIER.....</i>	<i>32</i>
<i>JEAN BAUDE - CONIDIAR.....</i>	<i>32</i>

Résumés des posters.....	34
---------------------------------	-----------

<i>ANTOINE DELANOË - UNITÉ ABTE EA4651, ÉQUIPE TOXEMAC, UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE.....</i>	<i>34</i>
<i>VÉRONIQUE RIFFAULT - IMT LILLE DOUAI.....</i>	<i>35</i>
<i>EMMANUEL ROUX - CEREMA NORD-PICARDIE</i>	<i>35</i>
<i>MICKAEL LE BECHEC - CNRS.....</i>	<i>36</i>
<i>LOUBNA QABBAL - ÉCOLE HAUTES ÉTUDES D'INGÉNIEUR.....</i>	<i>37</i>
<i>ALEXANDRE FAVARD - AIX MARSEILLE UNIVERSITÉ, CNRS, IM2NP.....</i>	<i>37</i>
<i>STEFFI ROCCHI - LABORATOIRE DE MYCOLOGIE, CHRU JEAN MINJOZ, BESANÇON</i>	<i>38</i>
<i>CHARLES MOTZKUS - CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT (CSTB).....</i>	<i>39</i>
<i>PHILIPPE PETIT - CIAT.....</i>	<i>40</i>
<i>XIAO WEI - ARIA TECHNOLOGIES</i>	<i>40</i>

CHANTAL GUILLARD - CNRS	41
SARAH DESBOIS - INOPRO IAO	42
ELISE HALLEMANS - CEREMA IDF	42
SYLVIE TRAVERSE - BURGEAP	43
CHARLINE DEMATTEO - INDDIGO	44

Parcours des intervenants et des membres des comités 45

YVES ANDRES	45
JEAN-LOUIS BAUDE	45
VALERY BONNET	45
SOUAD BOUALLALA	45
CHRISTOPHE BRESSOT	45
ANDRÉE BUCHMANN	46
ANNE-LAURE BULTEAU	46
MARTINE CARRÉ	46
JEAN-LUC COLLET	46
NATHALIE COSTARRAMONE	47
LOUIS DANOUX	47
FRÉDÉRIC DE BLAY	47
ANNE-MARIE DELORT	47
VALÉRIE DESAUZIERS	48
SOPHIE DUBACQ	48
ADRIEN FOURMON	48
MANUEL GEA	48
PHILIPPE GLORENNEC	48
CHANTAL GUILLARD	49
BÉRÉNICE JENNESON	49
PASCAL KALUZNY	49
SAADIA KERDINE-RÖMER	49
MATHILDE LAGESSE	49
DANIELLE LANDO	49
CORINNE MANDIN	50
FRANCELYNE MARANO	50
LUC MOSQUERON	50
STÉPHANE MOULARAT	50
LUCIE OZIOL	51
MARC PALLARDY	51
THIERRY PERLANT	51
JEAN-CHARLES PONELLE	51
MARTINE RAMEL	52
NATHALIE REDON	52
VÉRONIQUE RIFFAULT	52
LAURENCE ROBERT	52
OLIVIER ROBINOT	53
PIERRE ROY	53
XAVIER STREBELLE	53
THU-HOA TRAN-THI	53
MARIE VERRIELE DUNCIANU	54
ERIC VIAL	54
CHRISTOPHE YRIEIX	54

Sponsor 55

Liste des Participants 57

Préface

Le premier colloque AIR organisé par Adebiotech en juin 2015 concernait l'air extérieur et intérieur.

Il avait réuni de nombreux acteurs de la recherche publique, des industriels du traitement et de l'analyse de l'air et des institutionnels.

Parmi les propositions issues des discussions, deux axes prioritaires avaient émergé :

- Réduire les émissions de polluants chimiques et biologiques,
- Agir sur l'exposition aux polluants de l'air car c'est un facteur clef à prendre en compte pour mieux protéger notre santé.

Le questionnaire envoyé à tous les participants a fait apparaître la nécessité d'organiser un événement spécifique sur l'air intérieur prenant en compte la santé de tous.

L'objectif, comme pour tous les colloques Adebiotech, est de contribuer à fédérer tous les acteurs pour être plus efficace et proposer des actions concrètes afin de lever les obstacles scientifiques, technologiques et réglementaires.

Remerciements

Adebiotech tient à adresser tous ses remerciements à Francelyne Marano et Thierry Perlant qui ont tout de suite montré beaucoup d'enthousiasme pour ce projet ainsi qu'à l'ensemble du comité scientifique qui s'est mobilisé et a largement contribué à l'élaboration du programme.

Adebiotech remercie Air Liquide, sponsor de ce colloque, ce qui a été très précieux pour soutenir cet événement.

Merci à tous les participants pour leur contribution aux débats.

Merci à nos parrains, Uniclimate et Atmo France ainsi que nos partenaires habituels Biocitech, Conseil départemental de Seine-Saint-Denis, Biotech Info et Sup'biotech.

La qualité de l'air intérieur doit devenir un droit pour tous et une priorité afin de contribuer à notre bonne santé.

Nous souhaitons à tous un excellent colloque avec des discussions fructueuses pour l'avenir de ce domaine.

Danielle LANDO
Vice-Présidente Adebiotech



Manuel GEA
Président Adebiotech



Programme détaillé

Mardi 27 juin 2017

9h30 *Accueil café*

10h00-11h00 Conférences Générales

10h00 **Frédéric DE BLAY**, Responsable du Pôle de Pathologie Thoracique, Hôpitaux Universitaires de Strasbourg

Effets des polluants chimiques intérieurs sur les maladies allergiques respiratoires

10h30 **Valérie PERNELET-JOLY**, ANSES

Panorama des activités d'expertise de l'Anses en lien avec la qualité de l'air intérieur

11h00-13h00 Session 1 – Polluants de l'air intérieur et sources

Coordination : Martine RAMEL, INERIS et Valérie DESAUZIERS, IMT Mines Alès

Conférence introductive sur l'ensemble des polluants

11h00 **Martine RAMEL**, INERIS

a. Polluants : chimiques, biologiques, radon

11h20 **Philippe GLORENNEC**, École des hautes études en santé publique, IRSET

Exposition aux composés organiques semi-volatils dans l'habitat en France

11h40 **Alain RANNOU**, IRSN

Exposition aux rayonnements ionisants et radon : tous exposés, tous différemment

b. Sources : matériaux, meubles, microbiologiques, pollens...

12h00 **Christophe YRIEIX**, FCBA

Contribution de l'ameublement à l'air intérieur – Stratégies pour qualifier les produits d'ameublement selon leurs émissions de COV et de formaldéhyde

12h20 **Véronique RIFFAULT**, IMT Lille Douai

Particules fines et nanoparticules : sources, composition chimique et processus en air intérieur

12h40-13h00 *Discussion générale*

13h00-14h10 *Buffet/Posters/Exposition*

14h10-14h45 Session Flash Posters

- 14h10 **Antoine DELANOË**, Unité ABTE EA4651, équipe ToxEMAC, Université de Caen Normandie
Exposition humaine aux bioaérosols dans des habitations dégradées par les moisissures (CLIMATOX)
- 14h15 **Véronique RIFFAULT**, IMT Lille Douai
Qualité de l'air intérieur dans un bâtiment à énergie positive : Caractérisation de la dynamique en lien avec les concentrations en particules
- 14h20 **Mickael LE BECHEC**, CNRS
Impact of VOC exposition and solar radiation on skin
- 14h25 **Philippe PETIT**, CIAT
Présentation du système de gestion de concentration intérieure en PM2.5, Epure Dynamics de CIAT
- 14h30 **Elise HALLEMANS**, Cerema IDF
CUBAIR, Confort des Usagers des Bâtiments tertiaires par l'usage de techniques de traitement de l'AIR
- 14h35 **Sylvie TRAVERSE**, BURGEAP
Efficacité durable des dispositions constructives pour la gestion des pollutions volatiles du sol - projet BATICOV
- 14h40 **Charline DEMATTEO**, INDDIGO
Impact de la phase chantier sur la Qualité de l'Air Intérieur – Premiers résultats du projet ICHAQAI

14h45-16h40 Session 2 – Impacts sanitaires et bien être

Coordination : **Francelyne MARANO**, Université Paris Diderot

Etudes épidémiologiques

Peau et voies respiratoires

Toxicité : modèles d'étude, expositions, effet cocktail

Conférence introductive

- 14h45 **Francelyne MARANO**, Université Paris Diderot
Les impacts sanitaires de la qualité de l'air intérieur : quelles actions du Plan National Santé-Environnement ?
- 15h05 **Saadia Kerdine-Römer**, Université Paris-Sud, INSERM
Conséquences immunologiques de l'action des polluants sur deux organes cibles : le poumon et la peau
- 15h20 **Anne-Laure BULTEAU**, CNRS
Potentialisation des effets néfastes d'une exposition de kératinocytes et explants de peaux en culture à un cocktail de COVs par les rayonnements UV
- 15h35 **Louis DANOUX**, BASF
Mise en évidence des effets du gaz d'échappement et des microparticules diesel sur des kératinocytes et un modèle d'épiderme humain
- 15h50 **Corinne MANDIN**, CSTB
Apprentissage scolaire, performance au travail : état des connaissances sur les relations avec la qualité de l'air intérieur
- 16h05 **Lucie OZIOL**, Université Paris-Sud
Les outils d'analyse biologique in vitro appliqués à la caractérisation du potentiel perturbateur endocrinien de la pollution de l'air intérieur

16h20-16h40 Discussion générale

16h40-17h10 Pause café/Posters/Exposition

17h10-18h40 Session 3 – Métrologie de l'air intérieur et diagnostic

Coordination : **Anne-Marie DELORT**, Université Clermont Auvergne, **Valery BONNET**, Delta Neu
et **Valérie DESAUZIERS**, IMT Mines Alès

- 17h10 **Nathalie REDON**, IMT Lille Douai
Les micro-capteurs pour le suivi de la QAI : état de l'art, atouts, limites et perspectives
- 17h25 **Thu-Hoa TRAN-THI**, CEA Saclay
Détecter les chloramines dans l'air et dans l'eau des piscines
- 17h40 **Valérie DESAUZIERS**, IMT Mines Alès
Mesure sur site des émissions de matériaux pour l'identification de sources de pollution en bâtiment
- 17h55 **Christophe BRESSOT**, INERIS
Nanoparticules et vieillissement des matériaux
- 18h10 **Stéphane MOULARAT**, CSTB
Détection précoce des contaminations fongiques dans les environnements intérieurs
- 18h25 **Pascal KALUZNY**, Tera Environnement
La mesure des polluants chimiques de l'air intérieur
- 18h40 **Jean-Charles PONELLE**, OFIS SEURECA groupe VEOLIA
Solutions innovantes de gestion de la qualité de l'air dans les établissements recevant du public
Bonnes pratiques des occupants, ventilation mécanique, matériaux, mobiliers, pollution extérieure... Quels impacts sur la qualité de l'air intérieur ?

18h55-19h25 *Discussion générale*

19h25-19h40 Session Flash Stands

Fellowes France

In Situ Environnement

AZELIES

19h40-20h00 Session Flash Posters

- 19h40 **Loubna QABBAL**, Ecole Hautes Etudes d'Ingénieur
Ventilation Intelligente au Service d'une meilleure Qualité de l'Air Intérieur dans les smart buildings
- 19h45 **Alexandre FAVARD**, Aix Marseille Université, CNRS, IM2NP
Capteurs de gaz pour la mesure de traces de BTEX : Suivi de la qualité de l'air intérieur et extérieur
- 19h50 **Steffi ROCCHI**, Laboratoire de Mycologie, CHRU Jean Minjot, Besançon
Environnement microbiologique et risque allergique : Et si la localisation géographique du logement était déterminante ?
- 19h55 **Charles MOTZKUS**, Centre Scientifique et Technique du bâtiment (CSTB)
Etude du relargage de nano-objets manufacturés en fonction du vieillissement de matériaux nanocomposites dédiés au bâtiment : projet EMANE

20h00 *Cocktail/Posters/Exposition*

Mercredi 28 juin 2017

8h30 Accueil café

9h00-10h20 Session 4 – Maitrise technique et technologique du traitement de la pollution de l'air intérieur

Coordination : **Anne-Marie DELORT**, Université Clermont Auvergne, **Valery BONNET**, Delta Neu et **Valérie DESAUZIERS**, École des Mines d'Alès

9h00 **Yves ANDRÈS**, IMT Atlantique
Devenir des aérosols microbiens dans les installations de traitement (filtration) de l'air

9h15 **Nathalie COSTARRAMONE**, Université de Pau
Evaluation des performances de systèmes et matériaux photocatalytiques commerciaux: étude en laboratoire et en conditions réelles

9h30 **Valery BONNET**, Delta Neu
QAI et sécurité sanitaire : protéger la santé de nos enfants à l'école

9h45 **Laurence ROBERT**, I.N.R.S.
Exemples d'impact de la ventilation sur la QAI dans les bâtiments tertiaires

10h00-10h20 Discussion générale

10h20-15h00 Session 5 – Comment lever les blocages et l'inertie collective pour la prise en compte de la qualité de l'air intérieur

Coordination : **Thierry PERLANT**, In Situ environnement

A. Veille Réglementaire et normative - Etat et perspectives des actions en vue d'une meilleure compréhension

Conférence introductive

10h20 **Thierry PERLANT**, In Situ environnement
Introduction, normes QAI en France et à l'international : approche et objectifs

11h00 **Xavier STREBELLE**, DGPR, Ministère de la Transition écologique et solidaire
Surveillance de la QAI dans les ERP et étiquetage

11h20-11h50 Pause café/Posters/Exposition

11h50 **Andrée BUCHMANN**, Présidente de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur
Observatoire de la Qualité de l'Air intérieur : un outil au service de la santé environnementale

12h05 **Adrien FOURMON**, Avocat à la Cour, Cabinet Huglo-Lepage
Quelles évolutions du cadre réglementaire, des obligations et des responsabilités au vu des enjeux de santé publique, des risques sanitaires et environnementaux

12h20 **Souad BOUALLALA**, ADEME
Manag'R : Développement et expérimentation d'une méthode de management sur la qualité de l'air intérieur des bâtiments

12h35 **Bérénice JENNESON**, Chargée d'études – Référente Bâtiments d'ATMO Grand Est, membre d'ATMO France
Qualité de l'air intérieur et rénovation de l'habitat ancien

12h50-13h10 Discussion générale

13h10-14h15 Buffet/Posters/Exposition

B. Retour d'expérience

14h15 **Jean-Luc COLLET**, Architecte

La qualité de l'air intérieur des locaux, en accélérateur des défis énergétiques

14h30 **Mathilde LAGESSE**, Responsable Développement Durable, Bouygues Immobilier

Prise en compte de la qualité de l'air par la maîtrise d'ouvrage ou le promoteur : leviers d'action

14h45 **Jean BAUDE**, CONIDAIR

Présence de moisissures dans un centre social

15h00-15h30 Pause café/Posters/Exposition

15h30-17h00 Table Ronde de synthèse et délivrable

Meilleure prise en compte de l'aspect sanitaire dans les constructions et la réhabilitation des bâtiments en rééquilibrant la loi énergétique et son impact, Démarches méthodologiques à optimiser

Prise en compte des aspects économiques

Retour d'expérience, Meilleure formation et information des acteurs

Importance des aspects juridiques dans le cadre de l'environnement santé

Coordination : **Thierry PERLANT**, In Situ environnement

Souad BOUALLALA, ADEME

Andrée BUCHMANN, Présidente de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur

Jean-Luc COLLET, Architecte

Adrien FOURMON, Avocat à la Cour, Cabinet Huglo-Lepage

Bérénice JENNESON, Chargée d'études – Référente Bâtiments d'ATMO Grand Est, membre d'ATMO France

Mathilde LAGESSE, Responsable Développement Durable, Bouygues Immobilier

Olivier ROBINOT, France Air, Uniclimate

Xavier STREBELLE, DGPR, Ministère de la Transition écologique et solidaire

17h00 **Clôture du colloque**

Résumés des Conférences

Etat des lieux des effets des polluants de l'air intérieur sur les poumons et la peau

Frédéric DE BLAY - Hôpitaux Universitaires de Strasbourg

Over the past decades concern has increased about respiratory health effects from exposure to indoor air pollution (1-3). Several recent studies have involved volatile organic compounds (VOCs) as well as quaternary ammonium (QATs) in various respiratory disorders including rhinitis and asthma symptoms (4, 5). VOCs are ubiquitous at home where they emitted by various sources from building characteristics and human activities, such as building material and equipment, combustion processes, cleaning products, do-it-yourself and tobacco smoke.

Most studies about indoor respiratory effects consider each VOC as having an isolated effect (3). However, individuals are exposed to many VOCs at once, correlated each other, and with potential additive or synergistic effects. Consequently, findings from single pollutant models and the proper role of each pollutant may be difficult to interpret. That led to the need to consider exposure to multi VOCs mixture and to use appropriate methodology taking into account the correlations among VOCs. Over recent years, exposure to multi-pollutants mixture has begun to be investigated as such. Arif et al. (4) investigated the effects of VOCs on asthma and wheezing in adults using a principal component analysis to obtain independent factors, linear combinations of VOCs, then used as new explanatory variables and found an association between asthma and aromatic compounds.

Not only VOCs interact each other but they can interact with other air pollutants. Of interest in the case of asthma and allergy, the mechanism according to which there is synergy between VOCs and allergens. Experimental studies (6) and a small number of epidemiological studies have demonstrated an interaction between VOCs and indoor allergens. QATs have been reported to induce occupational asthma particularly in cleaners and care givers (7, 8). But since the last years QAT are also used more frequently at home and could become a cause of respiratory symptoms which are not always asthma but laryngeal dysfunction. The indoor environment is a complex mixture of pollutants such as allergens, chemicals, microorganisms which could interact to induce respiratory symptoms particularly in children. It is why it is necessary to obtain global environmental control individually tailored by indoor technicians. (9, 10)

References:

1. Mendell MJ. Indoor residential chemical emissions as risk factors for respiratory and allergic effects in children: a review. *Indoor Air* 2007;17:259-77.
2. Viegi G, Simoni M, Scognamiglio A, et al. Indoor air pollution and airway disease. *Int J Tuberc Lung Dis* 2004;8:1401-15.
3. Bernstein JA, Alexis N, Bacchus H, et al. The health effects of non-industrial indoor air pollution. *J Allergy Clin Immunol* 2008;121:585-91.
4. Arif AA, Shah SM. Association between personal exposure to volatile organic compounds and asthma among US adult population. *Int Arch Occup Environ Health* 2007;80:711-9.
5. Rumchev K, Spickett J, Bulsara M, Phillips M, Stick S. Association of domestic exposure to volatile organic compounds with asthma in young children. *Thorax* 2004;59:746-51.
6. Casset A, Marchand C, Purohit A, et al. Inhaled formaldehyde exposure: effect on bronchial response to mite allergen in sensitized asthma patients. *Allergy* 2006;61:1344-50.
7. Zock JP et al, The Use of Household Cleaning Sprays and Adult Asthma An International Longitudinal Study. *Am J Respir Crit Care Med* Vol 176. 735–741, 2007.
8. Gonzalez M et al, Asthma among workers in healthcare settings: role of disinfection with quaternary ammonium compounds. *Clin Exp Allergy*, 44, 393–406.
9. Tschudy M. et al., Something New in the Air: Paying for Community-Based Environmental Approaches to Asthma Prevention and Control. *J Allergy Clin Immunol*, 2017 (in press)
10. de Blay F, Fourgaut G, Ott M et al, Medical Indoor Environment Counselor (MIEC): role in compliance with advice on mite allergen avoidance and on mite allergen exposure. *Allergy* 2003; 58: 27–33.

Valérie PERNELET-JOLY - ANSES

Le champ de la santé-environnement constitue un domaine prioritaire pour les travaux d'évaluation des risques de l'Anses, avec notamment le défi du développement des maladies chroniques dont les facteurs environnementaux méritent d'être mieux documentés.

Parmi les sujets investigués, l'air, qu'il s'agisse de l'air extérieur ou de celui des environnements clos, est susceptible d'être pollué par des substances chimiques, des bio-contaminants ou des particules et fibres pouvant nuire à la santé. Ces polluants peuvent être d'origine naturelle ou être liés à l'activité humaine. Pour l'air intérieur, la nature des polluants dépend notamment des caractéristiques du bâti, des activités et des comportements des occupants (tabac, bricolage, peinture, ...). L'Anses travaille tant sur l'air intérieur qu'extérieur pour évaluer les risques liés aux polluants présents dans ces environnements. Ainsi, une entité dédiée se consacre à l'évaluation des risques liés à l'exposition aux milieux aériens, appuyée par un collectif d'experts d'une vingtaine de scientifiques extérieurs, sélectionnés par appel à candidature ouvert sur des critères de compétence scientifique, d'indépendance et de pluridisciplinarité.

Ces dernières années l'agence s'est particulièrement mobilisée sur la qualité de l'air intérieur, car l'état des connaissances était moins développé que pour l'air extérieur, mais les enjeux sanitaires apparaissent tout aussi importants. A la différence de la pollution de l'air extérieur, plus médiatisée, celle de l'air intérieur est restée plus méconnue jusqu'au début des années 2000. Pourtant, nous passons, en climat tempéré, en moyenne 85 % de notre temps dans des environnements clos, et une majorité de ce temps dans l'habitat : habitat, locaux de travail ou destinés à recevoir du public, moyens de transport, dans lesquels nous pouvons être exposés à de nombreux polluants. Les écoles représentent le second environnement où les enfants passent le plus de temps après les logements et il s'agit d'une population sensible. La qualité de l'air respiré dans ces environnements peut avoir des effets sur le confort et la santé, depuis la simple gêne (gêne olfactive, somnolence, irritation des yeux et de la peau) jusqu'à l'apparition ou l'aggravation de pathologies graves : allergies respiratoires, asthme, cancer, intoxication mortelle ou invalidante, etc.

L'agence travaille depuis sa création sur les risques sanitaires liés à la pollution de l'air intérieur. Ces travaux se sont déployés dans un contexte pionnier au niveau national et international. Parmi les principaux et emblématiques travaux de l'Anses, il est possible de citer :

- Depuis 2004, l'élaboration de valeurs guides de qualité d'air intérieur (VGAI). Elles sont définies comme des concentrations dans l'air en dessous desquelles aucun effet sanitaire n'est attendu pour la population générale. Une quinzaine de polluants d'intérêt ont fait l'objet d'une expertise de l'Anses à ce jour.
- Les travaux d'expertise relatifs aux émissions des produits de construction et de décoration (revêtements de sol, peintures, vernis, laques, etc). Ces travaux sont à la base des dispositifs d'étiquetage rendus obligatoires dans le cadre des lois Grenelle, pour les produits de construction et de décoration. Ils permettent d'éclairer le choix du consommateur sur l'émission de ces produits.

Par ailleurs, et toujours dans le cadre des lois Grenelle prévoyant également un étiquetage obligatoire pour les produits d'ameublement, l'Agence a travaillé sur les émissions de ces produits : elle a publié une liste restreinte de substances qui pourraient faire l'objet d'un étiquetage.

En complément, l'Agence a également réalisé, en partenariat avec l'OQAI et un professeur de l'Université Sorbonne Panthéon I, une étude exploratoire du coût socio-économique des polluants de l'air intérieur. S'il y a plusieurs études de ce type sur la pollution atmosphérique, il s'agit de la première sur les polluants de l'air intérieur au niveau français (moins d'une dizaine au niveau international). Ce travail, qui reste à ce stade exploratoire, a visé à approcher les coûts attribuables par an à une exposition à six polluants de l'air intérieur. Il aboutit à un coût pour la collectivité de l'ordre de 19 milliards d'euros par an.

Enfin, plus récemment, ce sont les moisissures dans le bâti qui ont été passées au crible par l'agence, conduisant à différentes recommandations pour appuyer les gestionnaires.

Ces différents éléments et les perspectives de travaux d'expertise à venir sur la thématique de l'air intérieur seront exposés à l'occasion de la conférence.

Exposition aux composés organiques semi-volatils dans l'habitat en France

Philippe GLORENNEC - École des hautes études en santé publique, IRSET

Maud Pelletier, Nathalie Bonvallot, Olivier Ramalho, Corinne Mandin, Wenjuan Wei, Gaëlle Raffy, Fabien Mercier, Olivier Blanchard, Barbara Le Bot, Philippe Glorennec

Introduction : de multiples produits chimiques sont émis dans le logement.

Objectifs : les expositions ont été estimées pour 32 composés organiques semi-volatils (SVOC) de différentes familles chimiques détectés dans les logements français à la fois dans l'air et dans les poussières au sol.

Méthodes : les expositions ont été déterminées pour 11 tranches d'âge de la naissance à 30 ans. Trois voies d'exposition ont été prises en compte : ingestion de poussière, inhalation (phases gazeuses et particulaires) et contact cutané avec la phase gazeuse de l'air. Les niveaux de contamination ont été préférentiellement estimés à partir de larges jeux de données représentatifs. Une approche probabiliste bidimensionnelle a été utilisée pour évaluer l'incertitude paramétrique et identifier les facteurs ayant le plus d'influence.

Résultats : pour les enfants âgés de 2 à 3 ans, les expos varient de plusieurs ordres de grandeur selon les composés, avec des médianes allant de 9 pg / kg pc / j pour le 2, 2', 3, 4, 4'-pentabromodiphényléther (BDE 85) à 1 µg / kg pc / j pour le phtalate de di-isobutyle (DiBP). Les parts de l'inhalation, l'ingestion et du contact cutané étaient très variables selon le composé mais l'air était le média dominant pour 28 des 32 composés, soit par inhalation, soit par contact. L'écart entre les expositions ainsi modélisées s'expliquait principalement par la variabilité de la contamination du logement et, secondairement, par l'incertitude dans les paramètres physiques et chimiques.

Conclusion : ces résultats vont permettre une évaluation des risques cumulée des SVOC dans l'habitat.

Remerciements : Le contrat doctoral de Maud Pelletier a été financé par la Fondation de France et l'Ademe.

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflit d'intérêt.

Eric VIAL - IRSN

Les français dans leur ensemble sont exposés en permanence à des rayonnements ionisants d'origines naturelle et artificielle. L'exposition moyenne de la population en France s'élève à 4,5 mSv/an, dont 2,9 mSv/an dû aux sources naturelles et 1,6 mSv/an dû aux sources artificielles.

Les contributions des différentes sources d'exposition sont synthétisées sur la figure 1. L'exposition médicale (35%) et l'exposition au radon (32 %) constituent les contributions principales. Viennent ensuite l'exposition aux rayonnements telluriques (14%), l'exposition liée à l'incorporation de radionucléides (12%), l'exposition aux rayonnements cosmiques (7%), enfin celle due aux activités industrielles et militaires (<1%).

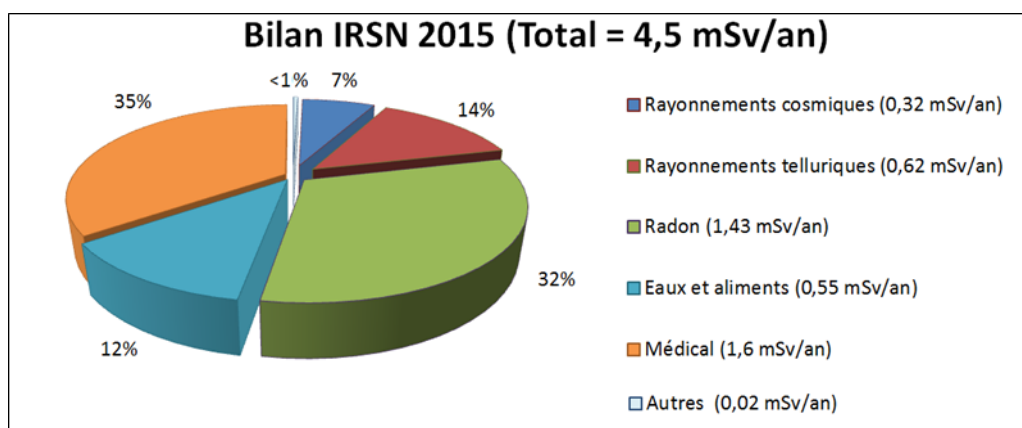


Figure 1 : Bilan de l'exposition moyenne de la population française

L'exposition au radon, première source d'exposition naturelle, constitue un tiers de l'exposition totale aux rayonnements ionisants. Le radon est produit partout à la surface de la terre à partir de la désintégration de l'uranium et du radium présents dans les sols. Dans les bâtiments, la concentration en radon varie fortement en fonction de la localisation (géologie, climat), de la structure architecturale du bâtiment (nature du soubassement, isolation, ventilation etc.) et du mode de vie des occupants (chauffage, ouverture des ouvrants etc.).

Sur le territoire national, l'exposition au radon se caractérise par :

- une activité volumique du radon à l'intérieur de l'habitat fortement variable (de quelques dizaines à plusieurs milliers de Bq.m⁻³) ;
- une exposition évaluée entre 0,3 mSv/an et 19,2 mSv/an en fonction des communes ;
- une exposition moyenne pour l'ensemble du territoire évaluée à 1,43 mSv/an, 5% et 95% de la population recevant une dose inférieure respectivement à 0,54 mSv et 3,15 mSv/an.

L'exposition au radon peut donc être fortement variable.

Contribution de l'ameublement à l'air intérieur – Stratégies pour qualifier les produits d'ameublement selon leurs émissions de COV et de formaldéhyde

Christophe YRIEIX - FCBA

*Institut Technologique Forêt, Cellulose, Bois-Construction, Ameublement (FCBA)
Laboratoire de chimie-écotoxicologie, allée de Boutaut, BP 227, 33028 Bordeaux cedex
christophe.yrieix@fcba.fr*

Les sources de pollution de l'air intérieur sont souvent associées aux équipements et matériaux présents dans le bâtiment (matériaux de construction et de décoration, mobilier, système de ventilation, mode de chauffage), et à l'activité des occupants (tabagisme, activités quotidiennes de cuisine, de nettoyage ou de bricolage). Par contre, il est encore difficile d'évaluer la contribution respective de chacune de ces sources de pollutions intérieures à la qualité de l'air intérieur. Certaines d'entre elles sont relativement bien connues et parfois maîtrisées. C'est le cas des produits de construction et de décoration grâce à la mise en place d'un étiquetage réglementaire (classe A+ à C) ou l'utilisation de labels permettant la sélection de produits à « faibles émissions ». Par contre, on ne dispose encore que de très peu d'informations sur les émissions dans l'air intérieur des produits d'ameublement. La caractérisation des matériaux rentrant dans la fabrication du mobilier se limite, pour la plupart, aux données de dégagement de formaldéhyde. En effet, une part significative des produits d'ameublement, en particulier ceux destinés à la petite enfance, est constituée de panneaux à base de bois susceptibles d'émettre du formaldéhyde. Ces émissions sont régies par de nombreux paramètres environnementaux (température et humidité relative de la pièce d'habitation dans laquelle le meuble est placé, ventilation), mais aussi par les caractéristiques intrinsèques des panneaux à base de bois. Ces matériaux sont très majoritairement revêtus de papiers qui peuvent entraîner un effet d'abattement plus ou moins significatif à l'émission de formaldéhyde venant du support brut (panneau).

Les données d'émission en composés organiques volatils (COV) et en formaldéhyde par les matériaux sont généralement obtenues à partir d'essais de laboratoire utilisant des chambres de test. Des protocoles normalisés sont maintenant disponibles et reconnus pour caractériser les émissions des produits de construction et de décoration (série de normes ISO 16000, NF EN 16516). Par contre, la multiplicité du mobilier rend complexe sa qualification selon le même principe et nécessite des moyens d'essais plus lourds. En effet, les émissions des meubles sont difficiles à caractériser car ce sont des produits assemblés, de dimension et géométrie variables, avec de multiples combinaisons possibles de matériaux, sur lesquels peut être appliquée une multitude de revêtements ou finitions. Une piste à explorer et à valider pourrait consister à estimer les émissions du meuble à partir des émissions de ses composants. Des études réalisées à la demande du Ministère de l'Environnement et des professionnels de l'ameublement (études MOBAIR) ont permis de développer une stratégie permettant d'évaluer la contribution d'un meuble à la qualité de l'air intérieur à partir de la connaissance des émissions de COV et de formaldéhyde des matériaux, de leurs revêtements puis des meubles résultant de l'assemblage de ces matériaux. Cependant, ces études ont montré que les essais conventionnels en chambre de test ne sont pas directement comparables aux résultats obtenus dans des conditions réalistes d'utilisation des produits d'ameublement. Une alternative aux essais normalisés retenus dans le cadre d'un futur étiquetage des produits d'ameublement serait de les coupler au développement d'un outil de simulation, permettant d'estimer la contribution réelle du mobilier à la pollution de l'air intérieur.

Particules fines et nanoparticules : sources, composition chimique et processus en air intérieur

Véronique RIFFAULT - IMT Lille Douai

IMT Lille Douai, Univ. Lille, SAGE - Département Sciences de l'Atmosphère et Génie de l'Environnement, F 59000 Lille

En raison de leur confinement, les lieux clos, où nous passons 80 à 90% de notre temps, cumulent les polluants provenant de l'air extérieur mais aussi ceux émis par les sources spécifiques de l'air intérieur [Klepeis et al., 2001]. La multiplicité des polluants (gazeux ou particulaires, organiques ou inorganiques) conduit à des risques élevés pour la santé humaine comme le confirme une étude de l'Organisation Mondiale de la Santé attribuant, pour l'année 2012, 4,3 millions de décès prématurés à la pollution de l'air intérieur, dont un peu moins de 100 000 en Europe [WHO, 2014]. A l'échelle mondiale, cette pollution particulaire provient majoritairement de sources intérieures de combustion, en premier lieu la cuisson domestique et les modes de chauffage impliquant la combustion de biomasse. La fumée de cigarette est un facteur prédominant lorsqu'elle a lieu en milieu clos.

La présentation précisera les connaissances actuelles sur les niveaux de concentration, les sources, et la composition chimique des particules en air intérieur, en se focalisant sur les pays développés. Elle montrera également de quelle manière les différents processus pouvant se produire spécifiquement dans un espace clos pour ce type de polluants sont difficiles à prendre en compte.

Références

Klepeis, Nelson, Ott, Robinson, Tsang, Switzer, Behar, Hern, and Engelmann. 2001. "The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): A Resource for Assessing Exposure to Environmental Pollutants." *J Expo Anal Environ Epidemiol* 11 (3): 231–52.

WHO. 2014. "Burden of Disease from Household Air Pollution for 2012."

Les impacts sanitaires de la qualité de l'air intérieur : quelles actions du Plan National Santé-Environnement ?

Francelyne MARANO - Professeur émérite Université Paris Diderot CNRS UMR 8251

Présidente du Groupe de suivi du PNSE3 « risques à fortes incertitudes scientifiques et enjeux de connaissance sur les expositions »

L'air intérieur constitue un axe important des 3 PNSE qui se sont succédés depuis 2004. Déjà en 2001, un Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) avait été créé afin « d'améliorer la connaissance des polluants présents dans l'air intérieur et d'apporter aux pouvoirs publics les éléments nécessaires à l'évaluation et à la gestion des risques ». En effet, les nombreuses substances et agents biologiques présents dans nos environnements intérieurs ont des origines variées : polluants de l'air extérieur, appareils à combustion, matériaux de construction, mobiliers, produits de décoration, microorganismes, pollens, moisissures, etc. Le temps considérable passé dans des espaces clos, de l'ordre de 70 à 90 % (domicile, travail, enseignement, moyens de transport, espaces récréatifs et de loisir....) en fait une préoccupation de santé publique majeure. Les impacts sanitaires potentiellement associés à une mauvaise qualité de l'air intérieur sont nombreux et comprennent en particulier les pathologies du système respiratoire (rhinites, bronchites, asthme). Cependant d'autres effets adverses peuvent se manifester tels que maux de tête, fatigue, irritation des yeux, allergies, etc. Certains de ces polluants sont classés comme cancérigènes par le CIRC. A contrario, une bonne qualité de l'air à l'intérieur d'un bâtiment a un effet positif démontré sur la diminution du taux d'absentéisme, le bien-être des occupants, ainsi que sur l'apprentissage des enfants. Le PNSE2 a permis d'entamer des actions de prévention : étiquetage des émissions en polluants volatils des produits de construction et de décoration, développement du métier de Conseiller en Environnement Intérieur (CEI). Un plan d'action sur la qualité de l'air intérieur a été publié en octobre 2013 et se poursuit dans le cadre du PNSE3. Le PQAI comprend 26 actions qui concernent l'information du public, l'étiquetage des produits, les actions incitatives en lien avec la réglementation thermique, l'amélioration des connaissances.

De plus, les études de biosurveillance engagées depuis le PNSE2 permettent de décrire les niveaux d'imprégnation et l'état de santé de la population. Elles couplent les dosages de biomarqueurs avec le recueil d'informations concernant les différentes sources d'exposition afin de rechercher les principaux facteurs déterminant ces niveaux d'imprégnation, et de proposer des mesures visant à réduire voire à supprimer les expositions préoccupantes.

Conséquences immunologiques de l'action des polluants sur deux organes cibles : le poumon et la peau

Saadia Kerdine-Römer - Université Paris-Sud, INSERM

Irritations, troubles respiratoires, allergies...une mauvaise qualité de l'air peut être à l'origine de nombreux symptômes ! Cependant, il est important de contrôler la qualité de l'air tant intérieur qu'extérieur car si certains polluants sont communs certains restent spécifiques à l'air intérieur.

Les polluants peuvent avoir des origines très variées [chimiques, particulaires, biologiques] et sont majoritairement absorbés par la voie pulmonaire, la voie cutanée, la voie orale et voire même par le placenta.

La majorité de ces polluants ne sont pas des antigènes ; certains d'entre eux peuvent se complexer à des protéines endogènes pour devenir immunogènes quand d'autres peuvent jouer un rôle d'adjuvant ou contribuer à la modification du contenu de certains antigènes environnementaux. Dans tous les cas, le système immunitaire tant inné qu'adaptatif est sollicité et activé. Ainsi de nombreuses cellules immunitaires sont activées (polynucléaires neutrophiles, polynucléaires éosinophiles, cellules dendritiques, macrophages, mastocytes, lymphocytes T). L'orchestration de diverses réponses immunes contribue ainsi à la mise en place de pathologies inflammatoires cutanées ou pulmonaires. Par ailleurs, la peau serait un site d'exposition important, initiateur de l'induction de pathologies pulmonaires, en réponse à certains polluants de l'environnement (ex : les isocyanates, le beryllium...).

Ainsi, l'exposition à différents polluants peut conduire à des pathologies inflammatoires majoritairement pulmonaires, et ce *via* des voies d'exposition différentes, soulignant l'importance de ces deux organes (poumon & peau).

Potentialisation des effets néfastes d'une exposition de kératinocytes et explants de peaux en culture à un cocktail de COVs par les rayonnements UV

Anne-Laure Bulteau - CNRS

Bulteau Anne-Laure¹, Sylvie Lacombe², Mickael le Behec², Sylvianne Schnebert³, Carine Nizard³

¹ Institut de Génomique Fonctionnelle de Lyon ENS de Lyon - CNRS UMR 5242 - 46, allée d'Italie 69364 Lyon cedex 07, France

² IPREM UMR5254 Technopôle HélioParc Pau Pyrénées. 2 avenue du Président Angot 64053 Pau Cedex 09 France

³ LVMH Recherche, 185 Avenue de Verdun. 45800. Saint Jean de Braye. France

The skin exposome consists of external factors to which it can be exposed in a lifetime and how those exposures are related to its health. We have decided to focus our study on two major environmental factors, sun radiation and indoor air pollution such as volatile organic compounds (VOCs) and to investigate their interaction and the resulting net effect on human keratinocytes and skin explants. The skin, like lung tissue, is an interface between the body and the surrounding atmosphere and is therefore the primary contact for ambient pollutants. Once inside the skin, the pollutants can accumulate and lead to the formation of free radicals that generate DNA and protein damage thus causing serious premature aging.

The aim of our study is to demonstrate the effects of pollutants and UV exposure on skin morphology and detoxifying responses. Our dynamic system allows the single or repeated exposure of cultured keratinocytes to major indoor air gaseous pollutants (5 VOCs at dose mimicking chronic low level environmental exposure). We demonstrated that these gaseous pollutants induced a drastic decrease of proteasome activity, a protease involved in protein turnover. Furthermore, VOCs induced a very significant accumulation of oxidized proteins DNA damage and lipid peroxidation. Proteomic analysis revealed a loss in the proteins involved in skin barrier (desmosome network in keratinocyte). We also exposed human skin explants for 4 hours everyday during one week to the same mixture of VOCs and we found also a dramatic loss in proteasome activity and cell proliferation suggesting that pollutants bind to the stratum corneum, penetrate into the epidermis, or become metabolized. In this process the structural and functional integrity of the epidermal barrier seems to be directly damaged at the sites of contact or impaired through indirect pathways, such as increased inflammation. In a second approach, Human keratinocytes or skin explants were irradiated with 10 J/cm² of UVA and 0.05 J/cm² of UVB after exposure to VOCs. We found that UV exposure when superimposed on VOCs exposure played a major role in degenerative changes of the skin. In addition, our results suggest that exposure to UV which also target proteasome function may play a role in accelerating skin aging.

In summary, our results provide support for the hypothesis that VOCs treatment induced free radical production that mediate apoptosis due to DNA damage, mitochondrial potential collapse, lipid peroxidation and proteasome inactivation in keratinocytes and in human skin explants and that UV exposure enhanced these effects.

Mise en évidence des effets du gaz d'échappement et des microparticules diesel sur des kératinocytes et un modèle d'épiderme humain

Louis DANOUX - BASF

*Danoux L, Cadau S, Leoty-Okombi S, Gauché D, Jeanmaire C, Moussou P, Andre-Frei V.
BASF Beauty Care Solutions, France*

De nos jours, les gaz d'échappement constituent une source majeure de pollution. Leurs effets néfastes sur la santé ont largement été prouvés (1). La toxicité de ces gaz d'échappements est attribuée à leurs nombreux composants volatils, comme le formaldéhyde, mais aussi aux composants solides, comme les particules fines émises par les véhicules diesel ou essence (2). Ces particules fines contiennent de nombreuses substances chimiques comme les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) dont la génotoxicité a également été établie (1). Récemment, il a été démontré que la pollution liée au trafic routier pouvait altérer la peau (3, 4). Il a également été démontré que les UVA pouvaient aggraver de façon significative ces effets sur la peau (5).

Nous avons évalué la toxicité des gaz d'échappements mais aussi plus directement celle de ses composants chimiques (formaldéhyde, Benzo(a)pyrène) sur des cultures de kératinocytes humains en estimant différents paramètres (stress oxydatif, métabolisme cellulaire et inflammation).

Nous avons également confirmé l'effet synergique des UVA en présence de différents types de particules fines (SRM 1648a, 1949b) sur des cultures de kératinocytes mais également sur un modèle d'épiderme humain reconstruit plus physiologique, selon les mêmes paramètres.

Ces deux modèles cellulaires et tissulaires ont démontré leur pertinence pour de telles études et ont permis d'évaluer la capacité de différents extraits de plante et principes actifs à réduire les différents marqueurs de stress induits par la pollution.

[1] IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans. Diesel and Gasoline Engine Exhausts and Some Nitroarenes. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, No. 105. Lyon (FR): International Agency for Research on Cancer; 2014.

[2] Köhler F., Testing of particulate emissions from positive ignition vehicles with direct fuel injection system, TÜV Technical Report, 2013-09-26

[3] Vierkötter A., Schikowski T., Ranft U., Sugiri D., Matsui M., Krämer U. et al. : Airborne particle exposure and extrinsic skin aging. J

Apprentissage scolaire, performance au travail : état des connaissances sur les relations avec la qualité de l'air intérieur

Corinne MANDIN - CSTB

Corinne Mandin, Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) – Université Paris-Est, 84 Avenue Jean Jaurès, Champs-sur-Marne, 77447 Marne-La-Vallée Cedex 2. Corinne.Mandin@cstb.fr

L'enjeu sanitaire que représente la qualité de l'air intérieur, composante majeure de nos expositions environnementales, n'est plus à démontrer. Outre les effets sur la santé, une dégradation de la qualité de l'air intérieur peut également avoir des répercussions négatives sur l'apprentissage scolaire et la performance au travail.

Dans les écoles, les études menées se sont intéressées aux relations entre la performance scolaire et les températures intérieures ou les concentrations intérieures en dioxyde de carbone (CO₂), indicateur du confinement, utilisé pour le calcul du taux de renouvellement d'air. La performance scolaire est évaluée au travers d'exercices de logique, de lecture et de calcul, via le suivi des notes, ou à partir de l'observation des comportements des élèves. Des températures élevées ou de faibles débits d'air extrait ont été significativement associés à une moindre performance scolaire, ainsi qu'à un plus fort absentéisme des élèves. Dans ces études, des mesures de concentrations intérieures (hormis de CO₂) ont été très rarement réalisées. Dans le cadre du projet européen SINPHONIE (2010-2012), qui visait à étudier les relations entre l'environnement scolaire et la santé des enfants, des mesures de la qualité de l'air des salles de 107 crèches et écoles de 23 pays ont été réalisées et mises en perspective du relevé de l'absentéisme durant tout l'hiver de l'étude et des résultats de deux tests, de logique et de calcul mental, répétés à deux moments d'une même journée. Aucune relation entre les concentrations intérieures et l'absentéisme n'a été observée, tandis que des relations significatives l'ont été entre les concentrations en formaldéhyde et en benzène et les résultats au test de calcul et entre les concentrations en CO₂ et les résultats au test de logique.

S'agissant des espaces de bureaux, de nombreuses études ont été menées en conditions contrôlées. Elles ont montré que la température, le taux de renouvellement d'air, le bruit ou l'éclairage pouvaient avoir une influence sur la rapidité à effectuer certaines tâches et/ou à les réaliser correctement. Ces facteurs ont aussi été associés au nombre d'arrêts de travail de courte durée. La plupart de ces études ont été conduites dans des pièces simulant des bureaux non nécessairement représentatives des situations réelles d'exposition, avec de petits groupes de personnes et/ou étaient basées sur une auto-évaluation de la performance. Le projet européen OFFICAIR (2011-2014), qui visait à acquérir des connaissances sur la qualité de l'environnement intérieur, la santé et le confort dans les bâtiments de bureaux neufs ou récemment rénovés, a inclus un volet relatif à l'évaluation de la qualité de l'air intérieur sur la performance au travail. Cette étude, à laquelle ont participé des immeubles de bureaux en France, est la première menée en conditions réelles et sur la base de mesures des concentrations intérieures en composés organiques volatils, aldéhydes, dioxyde d'azote et ozone. Les concentrations intérieures en xylènes et en ozone sont apparues comme pouvant influencer l'un des critères de performance étudié, le temps de réaction, en période estivale.

Les outils d'analyse biologique in vitro appliqués à la caractérisation du potentiel perturbateur endocrinien de la pollution de l'air intérieur

Lucie OZIOL - Université Paris-Sud

Le lien entre exposition à la pollution de l'air ambiant et diverses pathologies (bronchite, asthme, cancer du poumon, athérosclérose...) est avéré. Les polluants majeurs incriminés dans leur développement et surveillés à ce titre dans l'air sont de nature variée, allant de composés inorganiques (NO₂, O₃, CO, métaux) à organiques volatils (formaldéhyde, benzène) ou semi-volatils (benzo(a)pyrène). Cependant, il reste difficile d'identifier avec certitude la molécule à l'origine d'un effet biologique donné, en raison de la co-exposition à d'autres micropolluants potentiellement bio-actifs. En effet, la caractérisation chimique de l'air informe sur les niveaux d'exposition des populations que pour un nombre limité de toxiques ; ainsi, elle ne renseigne que partiellement le danger inhérent à la pollution de l'air. Celle-ci correspond à un mélange plus ou moins complexe de molécules, en faibles doses, dont la toxicité intrinsèque n'est pas toujours connue. Le danger associé à cette pollution résulte de l'interaction d'effets entre ces molécules, de type additif, synergique ou antagoniste (effet « cocktail »). En conséquence, il importe de mettre en œuvre une approche complémentaire pour identifier le potentiel dangereux de la multi-contamination de l'air. Ainsi, les bio-essais cellulaires permettent de mesurer des effets biologiques spécifiques de contaminants (perturbateur endocrinien, génotoxique, dioxin-like...), individuellement ou en mélange, tout en intégrant les effets « cocktail ». A ce jour, ils ont surtout été appliqués à la surveillance de la qualité du compartiment aquatique. Cependant, il s'avère que les outils d'analyse biologique *in vitro* sont également adaptés pour caractériser le danger inhérent à la multi-contamination de l'air ambiant, notamment par des perturbateurs endocriniens (PE). L'exposition à des composés PE semi-volatils, présents dans l'air à l'état gazeux ou adsorbé sur particules, pourrait en effet être à l'origine de perturbations hormonales observées chez l'Homme ou l'animal. Considérant que les habitats représentent une source importante de composés organiques semi-volatils et que l'Homme y passe la majorité de son temps, l'air intérieur peut donc représenter un vecteur d'exposition pulmonaire aux PE non négligeable.

Dans ce contexte, le potentiel PE des phases atmosphériques (gazeuse et particulaire) en environnement intérieur a ainsi été mis en évidence dans le cadre du projet « Endocrinair », intitulé « contamination de l'air ambiant par les perturbateurs endocriniens en Ile-de-France et caractérisation d'effets toxiques associés », et financé dans le cadre du Programme National de Recherche sur les Perturbateurs Endocriniens.

Les phases gazeuse et particulaire ont été collectées pendant deux semaines, à deux saisons thermiquement contrastées sur une année, dans trois habitats parisiens (crèche, appartement, bureau) et un site extérieur urbain de référence (Paris 13^{ème}), à raison de trois échantillonnages consécutifs. Le potentiel PE des extraits organiques de chaque phase a été évalué sur 3 bio-essais cellulaires, MELN, MDA-kb2, PC-DR-LUC, permettant la mesure de perturbations d'activité transcriptionnelle hormono-dépendante, respectivement au niveau des axes œstrogénique, androgénique et thyroïdien, les hormones endocrines engendrant la majorité de leurs effets *via* la voie des récepteurs nucléaires (évaluation d'effet agoniste du récepteur et antagoniste de l'activité hormonale). En parallèle, une cinquantaine de composés organiques semi-volatils, PE avérés ou suspectés (plastifiants, retardateurs de flamme, surfactants, bactéricides, composés organochlorés, hydrocarbures aromatiques polycycliques), ont été recherchés dans ces extraits. Les deux approches analytiques, globale / biologique et spécifique / chimique, ont été comparées. Le potentiel PE de l'air, de nature œstrogénique, thyroïdienne ou anti-androgénique, s'avère prédominer dans les habitats, notamment dans la crèche, étant le plus élevé pour la phase gazeuse. Ces données sont majoritairement en accord avec les profils de contamination chimique des phases gazeuse et particulaire.

Cette étude, qui représente la première caractérisation du potentiel PE de l'air intérieur, montre que les bio-essais cellulaires *in vitro* peuvent constituer un outil intéressant pour cribler le potentiel dangereux de la multi-contamination de l'air, qu'ils soient associés ou non à l'analyse chimique.

Nathalie REDON - IMT Lille Douai

Depuis quelques années, des micro-capteurs de gaz et de particules low-cost émergent sur le marché de la Qualité de l'Air, offrant tout un panel attractif de nouvelles utilisations possibles. Cependant, en l'absence de toute réglementation, ces nouveaux outils posent question quant à leurs potentialités et à la confiance que l'on peut accorder aux données qu'ils fournissent. Les fabricants vantent la capacité de leurs produits à permettre la mesure indicative, semi-quantitative voire quantitative de la qualité de l'air sur tous les terrains, et en particulier dans les environnements confinés. Sur le papier, ces instruments alternatifs sont particulièrement intéressants pour le domaine de la Qualité de l'Air Intérieur car ils permettraient une surveillance continue et spatialisée à moindre coût des bâtiments d'habitations, bureaux, véhicules, etc, quelle que soit leur configuration. Ces dispositifs viendraient ainsi compléter judicieusement l'évaluation et la qualification actuellement effectuées par les mesures analytiques classiques. Celles-ci, basées sur des analyseurs automatiques, ou des techniques d'échantillonnage actif ou passif associées à des analyses physico-chimiques *in situ* ou *a posteriori*, nécessitent souvent des équipements complexes, lourds, coûteux, énergivores... Ils présentent, pour certains, un caractère intrusif gênant pour le public, en raison du bruit généré, de leur encombrement ou encore de l'échauffement lié à leur fonctionnement dans une pièce au volume restreint. En comparaison, les micro-capteurs sont petits, légers, silencieux, donc peu intrusifs. Ils permettent un suivi en temps réel avec une forte résolution spatiale et temporelle, à un coût suffisamment faible pour envisager de les distribuer en nombre, par exemple pour une qualification pièce par pièce d'un bâtiment. Cependant, dans la pratique, ils présentent des limitations, notamment métrologiques, et des précautions d'emploi dont l'utilisateur doit avoir parfaitement conscience s'il veut exploiter au mieux les informations délivrées.

Après avoir présenté les différents principes physiques associés aux différentes familles de micro-capteurs (spécifiques et non spécifiques), ainsi que leurs propriétés métrologiques, nous verrons que la stratégie d'utilisation de ces outils doit être adaptée à des objectifs raisonnables et raisonnés : pré-diagnostic pour l'identification de sources polluantes, impact de systèmes automatisés de ventilation ou de traitement de l'air, information du public... Nous terminerons sur les travaux en cours à l'échelle nationale (Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air), ou européenne (WG42 Comité Européen de Normalisation) pour donner un cadre technique d'utilisation de ce type d'outils, même si pour l'instant, le contexte se limite aux gaz réglementés de l'air extérieur.

Détecter les chloramines dans l'air et dans l'eau des piscines

Thu-Hoa TRAN-THI - CEA Saclay

T-H. Nguyen^{1,2}, E. Chevallier², Cl. Beaubestre³, J-L. Derreumaux⁴, L. Derreumaux⁴ et T-H. Tran-Thi¹

¹ NIMBE, CEA, CNRS, Université Paris-Saclay, CEA-Saclay, 91191 Gif sur Yvette Cedex, France

² ETHERA, 628 rue Charles de Gaulle, 38920 Crolles

³ Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris, 11 rue George Eastman, 75013 Paris

⁴ CIFEC, 12 bis rue du Cdt Pilot, 92200 Neuilly-sur-Seine

Le chlore est largement utilisé pour ses propriétés bactéricides dans les piscines. Dans les eaux de piscine, le chlore réagit avec les matières azotées et carbonées générées par l'activité humaine (sueur, salive, urine, squames) pour former divers composés toxiques tels que les chloramines et les trihaloalcanes dont les plus volatils se retrouvent dans l'atmosphère. La détection et la quantification de ces composés volatils à des teneurs ppb (partie par milliard) est un réel besoin afin de contrôler la qualité de l'air des piscines.

Pour détecter les chloramines (NCl₃ et NH₂Cl), le NIMBE a mis au point des capteurs chimiques à base de matrices nanoporeuses de silicate dopée des réactifs selon le procédé sol-gel. Ainsi le

capteur de NCl_3 est une matrice dopée de NaI et d'amylose et permet la mesure de faibles teneurs de NCl_3 (5 ppb à 180 ppb) dans les atmosphères humides (50-80% HR) des piscines. Grâce au changement rapide de couleur, de transparent à rose-violet, visible à l'œil nu, le capteur de NCl_3 permet de surveiller la qualité de l'air dans les piscines. Ce capteur industrialisé par la start-up ETHERA est commercialisé par la société CIFEC.

Le capteur sélectif de NH_2Cl est basé sur la réaction de Berthelot. La matrice de silicate nanoporeuse est dopée de nitroprussiate de sodium et de phénol en milieu alcalin. Utilisé pour sonder la qualité des eaux de piscine, le capteur chimique permet de mesurer NH_2Cl dans l'eau avec une limite de détection de $0,1 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

L'utilisation de ces capteurs au cours de campagnes de mesures en milieu réel dans des piscines et dans un établissement d'Aquagym sera montrée.

Mesure sur site des émissions de matériaux pour l'identification de sources de pollution en bâtiment

Valérie DESAUZIERS - IMT Mines Alès

Pôle RIME – C2MA - IMT Mines Alès (site de Pau) – Technopôle Hélioparc, 2 avenue Pierre Angot – 64000 PAU

Les matériaux de construction et de décoration sont connus pour être des sources importantes de Composés organiques Volatils (COV), et notamment de formaldéhyde, dans les environnements intérieurs. Pour diminuer leur impact sur la qualité de l'air intérieur, l'étiquetage sanitaire obligatoire des matériaux (décret 2011-321 du 23/03/2011) est un outil d'aide à la sélection de matériaux peu émissifs et une incitation des fabricants à améliorer la qualité de leurs produits. Cette réglementation s'appuie sur une norme de mesure en chambre d'essai d'émission (NF EN ISO 16000-9), bien adaptée à l'inter-comparaison de matériaux en conditions de laboratoire contrôlées. Cependant, cette méthodologie ne tient pas compte des conditions de mise en œuvre et d'usage en bâtiment et ne permet pas d'effectuer un diagnostic sur site des matériaux sources de COV. Pour cela, différentes méthodes existent : échantillonnage actif utilisant une cellule d'émission FLEC® (NF EN ISO 16000-10), capteurs passifs directement posés à la surface des matériaux. Ces derniers, simples d'utilisation et convenant bien aux contraintes d'occupation des environnements intérieurs (dispositifs compacts et silencieux), ne s'appliquent pour l'instant qu'au formaldéhyde. La méthodologie développée au sein de notre laboratoire utilise aussi un prélèvement passif. Il consiste en une cellule d'émission DOSEC® couplée à la micro extraction sur phase solide (SPME). Une fibre de SPME spécifiquement modifiée permet, en une seule analyse par chromatographie gazeuse (GC/MS/FID), de déterminer la concentration à l'interface matériau/air d'une dizaine de COV et du formaldéhyde. Cette méthode a été appliquée à la mesure sur site des émissions de matériaux de construction et de décoration dans un collège neuf et dans des maisons à ossatures bois avant occupation. Ces études confirment l'importance des mesures sur sites pour évaluer le comportement réel des matériaux de construction. Il a aussi été montré que, dans le cas du formaldéhyde, les mesures de concentrations de surface couplées à un modèle monozone simple, pouvaient constituer un outil intéressant de prédiction des concentrations dans l'air intérieur.

Christophe BRESSOT - INERIS

Les nanomatériaux (NM) contenant des nanoparticules tels que des oxydes métalliques, des nanotubes de carbone, etc., possèdent de multiples propriétés nouvelles et leur utilisation industrielle crée de nouvelles opportunités. Cependant, ils présentent conjointement de nouveaux risques. L'utilisation croissante de produits contenant ces NM augmente le risque d'exposition des consommateurs aux émissions de NM sous forme d'aérosols (Piccinno 2012; Froggett 2014; Warheit 2015). Leurs impacts sur l'air intérieur sont documentés principalement au travers de l'usage de produits d'entretien ou de purification d'air intérieur (Mandin 2012; Waring 2008; Lazaridis 2015). Mais les émissions induites par des nanomatériaux utilisés dans l'industrie bâtementaire ont été peu traitées à ce jour.

C'est pourquoi l'INERIS tente de répondre à cette attente en caractérisant les émissions de NM lors de sollicitations représentatives de la vie réelle. Nos travaux visent à décrire les phénomènes d'émission de NM et ses mécanismes par une démarche combinant une approche expérimentale et théorique. La configuration expérimentale, développée à l'INERIS, implique de (i) chercher à reproduire les scénarii de sollicitations réelles à une échelle de laboratoire (ii) identifier le mécanisme d'émission (iii) effectuer des analyses/caractérisations qualitatives aussi bien que quantitatives des Nano Objets Agrégés ou Agglomérés (NOAA) émis. Le moyen choisi pour appliquer les sollicitations mécaniques est un processus d'abrasion. Pour le vieillissement environnemental, c'est un processus d'exposition UV accéléré en présence d'humidité et de chaleur.

Grace au projet NANO-DATA (APR ANSES), deux familles d'échantillons ont jusqu'à présent été testées par abrasion : les revêtements de façade et les carrelages. Les fabricants ont déposé des suspensions de nano-TiO₂ aux surfaces et revendiquent des propriétés dépolluantes pour le revêtement et antibactériennes pour le carrelage. Des particules de nano-TiO₂ libre sont détectées après abrasion de revêtements de façades vieillis 7 mois en chambre climatique suivant un protocole normalisé (NF EN ISO 16474-1 2014). Les carrelages donnent lieu à émissions de NOAA de nanoTiO₂ inhalable dans les mêmes conditions.

Nous sommes donc en présence d'une exposition avérée à de nanoparticules de nano-TiO₂. Les risques associés aux nano-TiO₂ étant dorénavant documentés (Labib 2016; Shi 2013; NIOSH 2011 ; CIRC 2006), la question de la poursuite de ces recherches à l'échelle de l'Europe dans le domaine de l'air intérieur est posée. Dans ce but le dépôt de projet européen (ex : cost-action, ANR- AAP MRSEI) en vue d'élargir le cadre de nos études permettra d'investiguer plus largement l'exposition réelle aux émissions de NM.

CIRC. (2006). Book « Titanium Dioxide (group 2B) ». monographie vol. 93, 2006, Centre international de recherche sur le cancer (CIRC),B <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/PDFs/93-titaniumdioxide.pdf> City.

Froggett SJ, Clancy SF, Boverhof DR, Canady RA. (2014), *Particle & Fibre Toxicology*, **11**, 1-28.

Labib S, Williams A, Yauk CL, Nikota JK, Wallin H, Vogel U, Halappanavar S. (2016), *Part Fibre Toxicol*, **13**, 15.

Lazaridis M, Serfozo N, Chatoutsidou SE, Glytsos T. (2015), *Atmospheric Environment*, **102**, 86-95.

Mandin C, Derbez M, Kirchner S. (2012), *Annales Pharmaceutiques Françaises*, **70**, 204-12.

NF EN ISO 16474-1. (2014). NF EN ISO 16474-1 Titre : Peintures et vernis - Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire - Partie 1 : lignes directrices générales. 16474-1 : Paints and varnishes — Methods of exposure to laboratory light sources — Part 1: General guidance: AFNOR.

NIOSH 2011. *NIOSH Current intelligence bulletin 63: occupational exposure to titanium dioxide*. NIOSH (DHHS) Publication No. 2011-160. U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2011-160/pdfs/2011-160.pdf>, <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2011-160/pdfs/2011-160.pdf>

Piccinno F, Gottschalk F, Seeger S, Nowack B. (2012), *Journal of Nanoparticle Research*, **14**, 1-11.

Shi HB, Magaye R, Castranova V, Zhao JS. (2013), *Particle and Fibre Toxicology*, **10**, 33.

Warheit DB, Sayes CM. (2015), *Chapter 1.2 - Routes of Exposure to Nanoparticles: Hazard Tests Related to Portal Entries*, In Dolez, PI editor. Nanoengineering, Amsterdam: Elsevier.

Waring MS, Siegel JA, Corsi RL. (2008), *Atmospheric Environment*, **42**, 5003-14.

Détection précoce des contaminations fongiques dans les environnements intérieurs

Stéphane MOULARAT - CSTB

*Stéphane MOULARAT, Rukshala ANTON
Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Champs-sur-Marne, France*

Parmi les polluants des environnements intérieurs figurent les moisissures dont l'inhalation des spores et fragments est susceptible d'induire des allergies, des infections ou des irritations. Compte tenu de ces impacts et de la proportion des bâtiments touchés, l'évaluation de cette contamination constitue un enjeu majeur.

Aujourd'hui, les méthodes de collecte des aérosols fongiques les plus utilisées reposent sur l'impaction et sont le plus souvent couplées à une analyse par culture et/ou une analyse biomoléculaire.

L'ensemble de ces techniques sont basées sur l'analyse de particules collectées, et de ce fait, permettent rarement de détecter les contaminations cachées ou récentes pour lesquelles aucun signe de développement n'est apparent et peu de spores sont présentes dans l'air.

L'étude de la croissance des moisissures montre une production continue de COV dès le début du développement. Contrairement aux particules fongiques, les COV diffusent à travers les parois et peuvent être détectés dans l'air, même lors de contaminations cachées. Le constat qu'il n'existe pas de COV – concluant à lui seul sur la présence de moisissures dans un espace clos – impose la détection de plusieurs composés afin, notamment, de tenir compte de la dépendance des molécules face au couple espèce/support. Aussi, une méthode, fondée sur la détection de plusieurs COV, a été proposée sous la forme d'un Indice de contamination fongique (ICF). La présence ou l'absence de chaque traceur est prise en compte en incrémentant l'ICF en fonction de leur spécificité.

Aussi, en complément des techniques d'identification et de quantification, cet indice permet donc de poser un diagnostic sur la présence d'une croissance de micromycètes.

Afin d'adapter cette méthode à une surveillance temps réel des environnements, un détecteur a été élaboré. Il intègre l'ensemble des étapes indispensables au calcul de l'indice, à savoir le prélèvement, l'analyse et le calcul d'indice. Celui-ci peut être déposé directement dans l'environnement à surveiller.

Mots clés : Moisissure; Contamination fongique; Qualité d'air intérieur; Dispositif de surveillance; Environnement intérieur

Solutions innovantes de gestion de la qualité de l'air dans les établissements recevant du public

Jean-Charles PONELLE - OFIS SEURECA groupe VEOLIA

Introduction

Le Pôle Innovation de 2EI Veolia, en collaboration avec Seureca OFIS, expérimente des solutions de monitoring de la qualité de l'air intérieur de bâtiments dans le cadre du démonstrateur Monitoring Urbain de la Métropole Nice Côte d'Azur. Ce projet s'inscrit dans le cadre des récentes évolutions de la réglementation en matière de surveillance de la qualité de l'air dans les établissements recevant du public, qui incitent les collectivités à entreprendre une démarche d'évaluation des moyens d'aération et de mesure de polluants de l'air intérieur. Des campagnes de mesure de la qualité de l'air ont été menées dans 5 établissements (crèches, écoles et immeubles de bureaux) de la collectivité.

Méthodologie

La surveillance s'effectue en 2 phases. Au cours de la 1^{ère} phase, OFIS a réalisé des audits préliminaires dans les établissements sur plusieurs paramètres afin de contrôler la pollution chimique (Formaldéhyde, Benzène) et le confinement (Dioxyde de carbone). Des questionnaires de

renseignements préalables ont été envoyés aux établissements (portant sur le bâti, l'environnement extérieur, les travaux réalisés récemment, les activités dans les locaux, le type de revêtement, le mobilier, etc.), puis une enquête *in situ* par site a été effectuée, au cours de laquelle un plan d'échantillonnage a été défini dans les salles de vie (classes, dortoirs, salles d'activités) afin d'identifier des groupes de pièces homogènes.

Des tubes passifs ont été exposés au moins une semaine pour la mesure des polluants chimiques. La mesure des concentrations de CO₂ s'est effectuée en continu avec une mesure toutes les 10 minutes sur la même période que les tubes passifs. Les mesures sont effectuées en conditions normales d'occupation, avec un minimum de 12 heures de présence cumulée des enfants durant la période de prélèvement. Les valeurs sont comparées aux valeurs limites citées à l'article 10 du décret n°2015-1926 du 30 décembre 2015¹, relatif à l'évaluation des moyens d'aération et à la mesure des polluants effectués au titre de la surveillance de la qualité de l'air intérieur de certains ERP.

Cette phase a permis de définir la stratégie de monitoring en continu à adopter dans les locaux ciblés, en vue du lancement de la 2^{ème} phase de surveillance qui s'est déroulée de mai à décembre 2016. Des capteurs de mesure en continu de la qualité d'air sont placés dans les locaux identifiés sur des périodes d'1 mois. En l'absence de ventilation mécanique, certains capteurs équipés d'indicateurs lumineux (LED) sont destinés à un usage pédagogique car ils permettent d'avertir les personnes présentes dans la pièce du renouvellement d'air en temps réel. Le personnel enseignant est sensibilisé à la compréhension des capteurs et à l'adoption de bonnes pratiques (aération par ouverture des fenêtres).

Conclusion

Les concentrations en polluants mesurées lors de la 1^{ère} phase de mesures sont hétérogènes selon la typologie des établissements audités (date de construction, activité, matériaux, type de ventilation). La stratégie de monitoring et les paramètres suivis ont donc été adaptés par rapport aux résultats de la première phase. La deuxième phase nous a permis d'évaluer l'impact sur la qualité de l'air intérieur des bonnes pratiques des occupants, de la ventilation mécanique, des matériaux et du mobilier, de la pollution extérieure.

¹ Modifiant le décret n°2012-14 du 5 janvier 2012

Devenir des aérosols microbiens dans les installations de traitement (filtration) de l'air

Yves ANDRÈS - IMT Atlantique

IMT Atlantique, GEPEA- CNRS UMR 6144, 4 rue Alfred Kastler, BP 20722 44307 Nantes, cedex 3. E-mail : Yves.andres@imt-atlantique.fr

Dans les 30 prochaines années, il est estimé que la population mondiale va croître de 7 à 10 milliard de personnes. Dans un même temps, de plus en plus de personnes vont se concentrer dans les zones urbaines. Aujourd'hui les villes accueillent 54 % de la population mondiale et il est prévu que pour le milieu de ce siècle cette valeur atteigne 66 % (World Cities Report, UN-Habitat, 2016). La plupart des habitants des villes vivent et travaillent dans des bâtiments résidentiels et dans des immeubles de bureaux, pour lesquels la détérioration de la qualité de l'air intérieur devient un problème de santé publique. En effet, la population urbaine passe près de 90 % de son temps dans des espaces clos ou confinés tels que les bureaux, les transports, les centres commerciaux, les salles de sports... Il est donc urgent d'aborder la qualité de l'air intérieur non seulement dans le contexte de l'efficacité énergétique (Grenelle 2), mais aussi en termes de confort et de bien-être des occupants. Parmi les nombreux polluants trouvés dans l'air intérieur, les bioaérosols et plus particulièrement les aérosols microbiens, ont été la cause de nombreux problèmes de santé et de beaucoup d'inconfort. L'organisation mondiale de la santé (OMS) rapporte que les maladies causées par les agents pathogènes en suspensions dans l'air tels que la tuberculose, les infections respiratoires due aux moisissures ou encore les maladies pulmonaires représentent plus de 10 millions de décès chaque année. En 2002-2003, la conception des bâtiments et le mauvais renouvellement de l'air intérieur ont

été identifiés comme la cause principale de la crise du syndrome respiratoire aigu sévère (SRAS) dans un cluster de bâtiments résidentiels à Hong Kong. De plus, le virus de la grippe H1N1 s'est rapidement propagé par des gouttelettes aéropoortées lors de la pandémie mondiale de 2009. Contrairement à ce qui est généralement admis par la communauté scientifique, les micro-organismes peuvent survivre et persister dans l'environnement en tant que bioaérosols, ce qui peut conduire à une sous-estimation de leur risque potentiel pour la santé publique.

Afin de garantir le confort des occupants des centrales de traitement de l'air sont mises en place dans les bâtiments de bureaux, dans l'habitat, les centres commerciaux, dans les transports... L'utilisation de média fibreux dans les étapes de purification d'air par filtration reste le moyen le plus efficace et économique pour diminuer le niveau des particules et des allergènes mais également pour contrôler les aérosols microbiens dans l'air intérieur.

L'objet de cette présentation est de décrire le comportement des aérosols microbiens collectés par les filtres des centrales de traitement de l'air mais également de discuter la manière de les contrôler.

Evaluation des performances de systèmes et matériaux photocatalytiques commerciaux : étude en laboratoire et en conditions réelles

Nathalie COSTARRAMONE - Université de Pau

Depuis quelques années, l'amélioration de la qualité de l'air intérieur (QAI) est devenue une priorité dans les pays industrialisés. Les polluants de l'air intérieur, essentiellement les composés organiques volatils (COVs), ont un impact sur la santé humaine (syndrome des bâtiments malsains ou SBS), le confort et la productivité. Parmi les solutions d'amélioration de la qualité de l'air, l'utilisation des purificateurs d'air, basés sur différentes technologies, dont les techniques d'oxydation avancée (AOT) telle que la photocatalyse (PCO) apparaissent comme des solutions prometteuses. Les fournisseurs certifient la fonction dépolluante de ces systèmes, mais sont-ils réellement efficaces pour dégrader les COVs et sans danger pour la santé ?

Une étude menée dans le cadre du projet SafePHOTOCAT (par les partenaires IPREM-Université de Pau/ARMINES-Ecoles des Mines d'Als C2MA/Nobatek) s'est attachée à renforcer les protocoles d'évaluation de systèmes/matériaux photocatalytiques commerciaux afin de contribuer au développement sécurisé du marché de ce type de produits. Ainsi l'étude s'est basée sur les préconisations de deux normes AFNOR dédiées aux épurateurs d'air, avec le suivi de divers paramètres: abattement des COVs et minéralisation, sous-produits formés, débit d'air épuré, vieillissement des systèmes en conditions représentatives d'usage, mesure des nano et microparticules émises par les différents systèmes en fonctionnement.

Dans ce cadre, l'étude des performances des systèmes/matériaux photocatalytiques a été menée d'une part à l'échelle laboratoire en enceinte fermée de 1,2 m³ avec 4 épurateurs autonomes et 3 matériaux commercialisés et d'autre part en conditions réelles sur plate-forme expérimentale de 35 m³ avec deux épurateurs sélectionnés à partir des travaux en laboratoire.

A l'issue de cette étude, il apparaît que des tests encadrés de laboratoire tels que des tests normalisés sont utiles et nécessaires pour identifier les systèmes et matériaux commerciaux non-conformes et vérifier que les produits disponibles sur le marché sont efficaces et sûrs. De plus, des tests réalisés en conditions réelles sont importants pour évaluer les bénéfices des épurateurs pour l'amélioration de la qualité de l'air : pour des résultats positifs obtenus en laboratoire, les résultats sur le terrain s'avèrent généralement plus contrastés du fait d'un transfert de matière non optimal. L'étude aboutit à la conclusion qu'une certification pour les produits commercialisés serait un moyen de garantir les performances d'un système/matériau et ainsi de protéger le consommateur.

Prochainement un nouveau projet SafeMATER va démarrer en s'appuyant sur une démarche similaire afin d'évaluer le bénéfice pour la qualité de l'air intérieur de nouveaux matériaux biosourcés/dépolluants utilisés dans la construction.

Valery BONNET - Delta Neu

DELTA NEU, spécialiste du traitement de l'air, expérimente des solutions de décontamination de l'air en milieu scolaire (ERP). A ce titre, seront présentés les résultats de destruction des COV dans une école maternelle française.

Exemples d'impact de la ventilation sur la QAI dans les bâtiments tertiaires

Laurence ROBERT - I.N.R.S.

A travers plusieurs cas traités soit en assistance soit dans le cadre de l'étude relative à la QAI dans les bureaux, cette présentation montre comment la ventilation peut impacter la qualité de l'air intérieur. Les évolutions des concentrations de formaldéhyde ou de taux de CO₂, en fonction du type de ventilation, des dysfonctionnements de cette dernière ou des taux de renouvellement en air neuf, seront présentées.

L'objectif de cette présentation est de faire prendre conscience du rôle significatif de la ventilation sur la QAI dans les bâtiments tertiaires, type bureaux.

Introduction, normes QAI en France et à l'international : approche et objectifs

Thierry PERLANT - In Situ environnement

Les travaux de normalisation sur la QAI se déploient à tous les niveaux, français (NF), européens (EN) et internationaux (ISO).

Au niveau international, c'est le SC6 (Sub Committee) de l'ISO TC (Technical Committee) 146 qui travaille sur la qualité de l'air intérieur. Aujourd'hui, 43 normes sur la QAI ont été validées et 14 projets sont en cours.

Au niveau européen, 5 TC sont concernés directement ou indirectement par la QAI :
TC 264 - TC 351 - TC 386 - TC 156 - TC 195

Les thèmes abordés vont de la normalisation de méthodes pour caractériser la qualité de l'air à l'intérieur des locaux (TC 264) en passant par l'élaboration de méthodes d'évaluation horizontales normalisées harmonisées concernant l'émission de substances dangereuses réglementées couvertes par la directive Produits de construction (TC 351).

Il s'agit aussi des méthodes d'essai afin de mesurer l'efficacité des dispositifs photocatalytiques servant à l'élimination des COV et des odeurs dans l'air intérieur (TC386), ainsi que des critères d'ambiance intérieure pour la conception et l'évaluation de la performance énergétique des bâtiments couvrant notamment la qualité de l'air intérieur (TC 156). Enfin, nous citerons les travaux sur les méthodes de calcul du coût du cycle de vie pour les épurateurs d'air (TC 195).

Au niveau français, la commission X43I est en charge de la révision et de la fusion de normes spécifiques QAI (XPX 43-401, XPX 43-403, XPX 43-405, XPX 43-407, XPX 43-105).

La commission AFNOR X43I est la commission miroir du groupe WG 24 de ISO TC 264 qui travaille notamment sur des projets de normes sur le système qualité pour le management de la QAI.

Xavier STREBELLE - DGPR, MEEM

L'amélioration de la qualité de l'air intérieur est une préoccupation majeure du ministère de la Transition écologique et solidaire depuis de nombreuses années. Le premier plan national santé environnement consacrait en 2003 plusieurs actions prioritaires au sujet. Aujourd'hui, l'action du ministère est principalement structurée par le plan d'actions sur la qualité de l'air intérieur, adopté en octobre 2013 et intégré au troisième plan national santé-environnement.

Le ministère de la Transition écologique et solidaire agit parallèlement sur plusieurs axes complémentaires :

- l'acquisition de nouvelles connaissances, au travers par exemple de campagnes de mesures de la qualité de l'air de différentes catégories de bâtiments (écoles, bureaux, logements...) ou de mesures des émissions de produits de consommations (produits désodorisants, d'ameublement, d'entretien...). L'acquisition de connaissances apparaît comme un préalable à l'action ;
- la sensibilisation du public. Dans ce cadre, le ministère de la Transition écologique et solidaire a notamment lancé en septembre 2016 une application en ligne d'information du public sur les bonnes pratiques permettant d'améliorer l'air dans son logement : www.unbonairchezmoi.developpement-durable.gouv.fr ;
- la surveillance de la qualité de l'air dans les bâtiments à risques particuliers et dans certains établissements recevant du public ;
- la réduction des émissions des produits de consommation.

S'agissant de la surveillance de la qualité de l'air dans les établissements recevant du public :

- le ministère travaille actuellement sur la surveillance de la qualité de l'air dans les enceintes ferroviaires souterraines ;
- le code de l'environnement a rendu obligatoire la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant un public sensible.

Les établissements concernés par les premières échéances sont les écoles et crèches (2018) puis les collèges et lycées (2020). Le ministère travaille aujourd'hui à accompagner la mise en œuvre du dispositif pour ces établissements.

L'échéance suivante concerne les établissements de santé et les établissements médico-sociaux. Elle est fixée au 1er janvier 2024. Pour ces établissements, le ministère travaille, avec l'appui de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur, à l'identification des enjeux associés à ces établissements particuliers en vue de définir des exigences adaptées en termes de dispositif de surveillance.

S'agissant de la réduction des émissions des produits de consommation, l'action du ministère porte aujourd'hui prioritairement sur les produits désodorisants (encens, bougies, diffuseurs...), les produits d'entretien et les meubles. La première étape consiste à l'acquisition de connaissances sur les émissions de ces produits et leurs modes d'utilisation. Ces connaissances indispensables permettent de définir les mesures de gestion appropriées. D'ores et déjà, un décret paru en mai 2017 impose une information des utilisateurs de désodorisants à combustion sur les bonnes pratiques permettant de réduire leur exposition aux polluants émis.

Observatoire de la Qualité de l'Air intérieur : un outil au service de la santé environnementale

Andrée BUCHMANN - Présidente de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur

L'OQAI a été créé en 2001 par les ministères en charge de la santé, de l'environnement et du logement pour apporter des réponses objectives aux préoccupations du monde de la santé, du bâtiment et des usagers.

Une première campagne nationale logement (2003-2005) a permis de décrire l'état du parc métropolitain et de la qualité de l'air intérieur. C'est une photographie de référence. Une nouvelle campagne nationale logement a été décidée fin 2016. Une enquête similaire d'approche statistique est en cours pour les écoles.

L'enquête bureau quant à elle fonctionne sur la contribution volontaire. Des enquêtes plus spécifiques ont été réalisées au fil des ans : piscines, salles de sports....

Les bâtiments médico-sociaux constituent une prochaine cible.

En collaboration avec l'ANSESS et le CSTB, l'OQAI a réalisé la première étude socio-économique sur les coûts de la pollution de l'air intérieur.

L'Observatoire est dirigé par un Conseil de Surveillance, assisté d'un Conseil Scientifique présidé par le Professeur Isabelle Momas. Un Comité Consultatif réunissant la plupart des acteurs du bâtiment, de la santé et de l'environnement permet un échange direct avec la société. La coordination scientifique est assurée par Séverine Kirchner et Corinne Mandin (CSTB).

Grâce à l'OQAI, les pouvoirs publics ont disposé dès le lancement de leur politique de bâtiments performants du point de vue énergétique d'un outil d'évaluation immédiat qui nous encourage à plaider pour une approche intégrée énergie/qualité de l'air.

Quelles évolutions du cadre réglementaire, des obligations et des responsabilités au vu des enjeux de santé publique, des risques sanitaires et environnementaux

Adrien FOURMON - Avocat à la Cour, Cabinet Huglo-Lepage

Des évolutions réglementaires récentes et pratiques juridiques innovantes touchent le secteur de la construction, en matière de qualité de l'air intérieur, comme l'illustre notamment les labels pilotes mis en œuvre pour expérimenter les bâtiments à énergie positive (BEPOS) et bas carbone, avec notamment le label E+C-, le label BBCA et le label Effinergie. A ce titre, une nouvelle réglementation thermique est également en préparation pour 2018 (RT 2020).

Des évolutions sont aussi attendues afin de valoriser le bon choix des matériaux et les bonnes méthodes de mise en œuvre. Ainsi, dans le Code de la construction et de l'habitation, un bonus de constructibilité des constructions faisant preuve d'exemplarité énergétique en environnementale est prévu et s'appréciera désormais, au regard de critères d'éligibilité en distinguant la catégories des bâtiments à usage de bureaux et les autres types de bâtiments.

La qualité des matériaux est également prise en compte, afin de favoriser l'utilisation de produit de construction les plus vertueux (ceux classés A+), en termes d'émissions de polluants volatils, notamment dans la commande publique. Dès lors, on voit apparaître une mobilisation de professionnels de la filière bâtiment sur ce sujet, avec la mise à disposition de fiches de données de sécurité (FDS), notamment avec l'intégration dans les performances énergétique dans les bâtiments d'éléments relatifs à la qualité de l'aération et la ventilation. Des travaux pédagogiques sur les enjeux de la qualité de l'air intérieur sont encore nécessaires, ainsi que le développement d'incitations économiques et fiscales, pour encourager l'utilisation de matériaux de construction moins nocifs ; un diagnostic immobilier prenant en compte la qualité de l'air est aussi envisagé.

Manag'R : Développement et expérimentation d'une méthode de management sur la qualité de l'air intérieur des bâtiments

Souad BOUALLALA - ADEME

Souad Bouallala et Lionel Combet ADEME

La dégradation de la qualité de l'air intérieur des bâtiments peut avoir quatre origines :

- La présence de polluants issus de sources atmosphérique externes locales et longue distances (pollens, transports, industrie, chauffage urbain, agriculture) ;
- La présence de polluants issus du sol, d'origine naturelle (radon, amiante) ou anthropiques (pollution domestique, agricole et industrielle) ;
- La présence de polluants issus de sources intérieures, provenant des matériaux employés pour la construction et l'ameublement, et des produits d'usage courant (produits d'entretien, d'ambiance, de bricolage) ;
- Les facteurs de pollution internes liés aux équipements et leur mise en œuvre (moisissures, dioxyde d'azote, monoxyde de carbone, PM_{2,5-10}, benzène).

L'ANSES¹, l'OMS² et le HCSP³ ont entrepris l'élaboration de valeurs guides de la qualité de l'air intérieur. Ces valeurs déterminent la concentration d'un polluant dans l'air en dessous de laquelle aucun effet direct ou indirect sur la santé n'est attendu. Elles constituent le point de départ des travaux de renforcement législatif. Pour les concepteurs comme pour les exploitants et les gestionnaires de patrimoine bâti, les valeurs de référence s'appliquant à l'habitat et au tertiaire demeurent pourtant difficiles à appréhender, car elles n'éclairent pas concrètement sur la meilleure façon de traiter les émissions de polluants à la source ou de manière curative.

Pour replacer la santé au cœur de l'acte de construire, les maîtres d'œuvre et les maîtres d'ouvrages doivent donc pouvoir disposer d'outils d'aides à la décision et de contrôle, en vue de limiter durablement les émissions de polluants à la source et de pérenniser la qualité des ambiances intérieures.

Pour répondre à cet enjeu, l'ADEME a réalisé en 2013 une étude de cadrage visant à évaluer les conditions nécessaires à la création d'une méthode et d'outils d'évaluation de la qualité de l'air intérieur des bâtiments. Après en avoir partagé les enjeux avec le Conseil scientifique de l'OQAI, l'ADEME s'est engagée dans la rédaction, l'expérimentation et l'évaluation d'une méthode de management de projets, pour proposer un cadre de référence commun à l'ensemble des métiers de la construction.

Cette méthode sera au service des publics suivants :

- Les personnes en charge de la planification et de l'urbanisme : foncières, syndicat d'aménagement, urbanistes, collectivités locales ;
- Les acteurs du bâtiment : maîtres d'ouvrage, programmistes, architectes, bureaux d'études, entreprises de travaux, bureaux de contrôle, entreprise de maintenance ;
- Les utilisateurs : usagers, exploitants, entreprises de nettoyage.

Son déploiement portera sur :

- Les prescriptions en matière d'urbanisme et d'aménagement des espaces,
- Le diagnostic de l'état initial (cas de la réhabilitation),
- La définition des exigences au stade du programme,
- L'orientation les choix de conception aux différentes phases d'un projet (esquisse, avant-projet et projet),
- Le contrôle de la qualité de mise en œuvre et l'évaluation de la performance atteinte aux étapes clés du projet (à réception notamment),
- Les conditions d'exploitation de l'ouvrage et de ses équipements.

En regard de son expertise sur l'air et le bâtiment d'une part, de son organisation régionale et son aptitude à mobiliser les acteurs de terrain d'autre part, l'ADEME s'est engagée sur ce projet, avec pour ambition :

- De fédérer les acteurs déclarés pour assurer une convergence des initiatives engagées au niveau national ;
- D'établir un cadre de travail scientifique et transparent, détaché de tout intérêt commercial ;
- De conserver les droits sur la méthode pour en assurer une diffusion au profit du plus grand nombre (de la TPE au grand groupe),
- D'actualiser la méthode dans le temps en tenant compte de l'évolution des connaissances et des techniques (lien avec les travaux de recherche porté par l'agence) ;
- De disposer de moyens permettant d'intégrer la qualité de l'air intérieur dans la politique énergétique et les actions sectorielles portées par l'action publique.

L'expérimentation de ce projet est en cours sur plusieurs régions. L'objectif est de tester une quinzaine d'opérations pilotes pour appréhender toute l'étendue des cas de figures possibles, selon la destination et le type de projet (construction neuve ou rénovation).

L'accompagnement des opérations pilotes se terminera au plus tard courant 2020.

¹ ANSES : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire, de l'Environnement et du Travail

² OMS : Organisation mondiale de la santé

³ HSCP : Haut Conseil de la Santé Publique

Qualité de l'air intérieur et rénovation de l'habitat ancien

Bérénice JENNESON - Chargée d'études – Référente Bâtiments d'ATMO Grand Est, membre d'ATMO France

Evaluation de la qualité de l'air intérieur dans trois maisons anciennes du Pays de Briey, 2015_CAI_Maisins_Briey, Air Lorraine, Bérénice Jenneson, août 2016

Etude pour l'évaluation de la qualité de l'air intérieur dans trois logements anciens réhabilités dans la communauté de commune de Moselle et Madon, 2013_CAI_CAUE54, Air Lorraine, Bérénice Jenneson, juin 2014

Lancé en 2013, le plan national de rénovation énergétique de l'habitat fixe des objectifs ambitieux de rénovation massive du parc résidentiel et permet d'accompagner les ménages dans leur projet de travaux. Dans ce cadre, l'habitat ancien (construit avant 1948 au sens réglementaire), a fait l'objet en Meurthe-et-Moselle, de différentes études afin d'établir des connaissances sur le comportement du bâti traditionnel et de faciliter sa rénovation énergétique tout en établissant des recommandations à destination des particuliers. Ces études menées par le Conseil d'Architecture D'Urbanisme et de l'Environnement de Meurthe et Moselle et les acteurs locaux, ont notamment concerné des habitations de cités ouvrières dans le Pays de Briey et d'anciennes fermes réhabilitées dans le secteur de la Communauté de Commune de Moselle et Madon. Afin de compléter ces données, Air Lorraine a effectué une évaluation de la qualité de l'air intérieur dans les habitations étudiées. Les objectifs étaient de déterminer les caractéristiques de l'existant en établissant un état des lieux et de compléter les préconisations relatives à la réhabilitation par la prise en compte de la qualité de l'air intérieur.

Six maisons d'habitations dont trois situées dans des cités ouvrières (Pays de Briey) et trois anciennes fermes lorraines (Communauté de Communes de Moselle et Madon) ont ainsi été instrumentées respectivement en 2015 et 2013 pour le formaldéhyde, le benzène, le dioxyde de carbone, les composés organiques volatils, le dioxyde d'azote et les paramètres de confort (température et humidité). Deux campagnes de mesure à deux saisons distinctes ont été réalisées. Ces logements ont fait l'objet d'une rénovation énergétique plus ou moins avancée et disposent pour leur ensemble d'une isolation en toiture.

Les habitations présentent de bonnes caractéristiques hygrothermiques, notamment en confort d'été. Les mesures de dioxyde carbone réalisées dans les chambres des logements mettent en

évidence des niveaux élevés dans cinq habitations sur six. Sur les six habitations, seules deux d'entre elles disposent d'une extraction d'air dans les pièces humides. Les concentrations obtenues pour le formaldéhyde sont variables en fonction du logement. Une concentration en formaldéhyde de 78,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a été enregistrée dans l'une des chambres en lien probable avec la présence d'un isolant. Pour le NO_2 et le benzène, les concentrations observées sont globalement faibles. À noter, des valeurs en benzène plus fortes en hiver (3,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) dans une habitation en raison de la présence d'une voiture essence dans le garage situé au sous-sol. Parmi les composés organiques volatils, la présence de limonène a été identifiée dans certains logements (activités ménagères). Des niveaux importants en hydrocarbures ont été observés dans une habitation qui comporte une cuve à fioul à proximité de la cuisine.

Les maisons étudiées ne disposent actuellement pas d'un renouvellement d'air suffisant. Lors des opérations de réhabilitations thermique, il apparaît indispensable de prendre en compte la ventilation de ces bâtisses afin d'améliorer la situation existante par la mise en place d'une ventilation adaptée. Il est également recommandé de privilégier l'achat de produits émissifs pour le choix de l'isolation et des produits de décoration. Le souci de maîtrise de l'énergie dans l'habitat ancien ne doit pas aboutir à la création d'un espace confiné et/ou pollué.

La qualité de l'air intérieur des locaux, en accélérateur des défis énergétiques

Jean-Luc COLLET - Architecte

Régulièrement appelés au chevet de logements en précarité patrimoniale par des bailleurs sociaux, nous repositionnons fréquemment la qualité de l'air intérieur au cœur de la problématique.

Un rapide diagnostic, par de simples visites des lieux, permet en effet d'ouvrir le questionnement du maître d'ouvrage pour l'orienter vers les causes effectives des dégradations qui ont motivé sa démarche.

On peut ainsi reformuler les attendus après les constats suivants :

Il nous arrive en hiver de visiter des séjours, chauffés à 13°C, sans renouvellement d'air, occupés par des personnes vêtues de doubles gilets. Les cueillies mur/plafond présentent des pointes de moisissures de condensation tandis qu'en soulevant les doubles rideaux latéraux des baies vitrées, ce sont des zones entières de moisissures qui apparaissent avec leurs effets néfastes sur la santé des occupants.

Cette précarité patrimoniale de dégradation intérieure des logements est bien souvent la conséquence de difficultés économiques du locataire, qui se traduit par une précarité énergétique, laquelle engendre une réduction de la qualité de l'air intérieur à respirer :

Le locataire en difficulté cherche à réduire la facture énergétique en intervenant d'abord sur les arrivées de « froid », c'est-à-dire en bouchant les entrées d'air en traverse haute des menuiseries extérieures. Ensuite, il calfeutre les autres passages d'air froid, au droit des joints des ouvrants par un ruban adhésif périphérique. Finalement, il est contraint d'abaisser la température du logement, accentuant le phénomène de condensation à l'origine des moisissures.

Ce constat, bien que figurant depuis plusieurs décennies dans le répertoire des classiques de la « non qualité » d'usage des constructions, est malheureusement toujours d'actualité !

Nous aborderons sur ce type de logements, ainsi qu'en constructions neuves, le vécu des réponses architecturales à mettre en œuvre avec comme fil conducteur l'économie (du fameux cout global investissement / fonctionnement).

Nous verrons que les systèmes réglementaires de renouvellement d'air engendrent souvent une réduction de la qualité de vie à l'intérieur des locaux et que l'une des réponses économiques et sanitaires de santé publique est de revenir aux fondamentaux, par une rupture technologique, simple,

économique, de ventilation naturelle qui actionne tous les corps d'état et intervenants de la construction ; et ce tant en logements qu'en tertiaires et semi hospitaliers, vécus avec satisfaction depuis plusieurs décennies.

Prise en compte de la qualité de l'air par la maîtrise d'ouvrage ou le promoteur : leviers d'action

Mathilde LAGESSE - Responsable Développement Durable, Bouygues Immobilier

Le promoteur immobilier, en tant que concepteur de programmes immobiliers qu'il commercialise à des investisseurs, des entreprises ou des particuliers, est garant de la qualité de produits qu'il livre. De ce fait, parlant d'un sujet aussi complexe que celui de la qualité de l'air intérieur, comment le promoteur immobilier peut-il avoir une action positive sur ce sujet ? Quel est le rôle du promoteur et quels sont ses leviers d'action ?

Bouygues Immobilier est la filiale de promotion immobilière du groupe Bouygues. Son rôle est de coordonner après l'acquisition d'un terrain, la conception, la construction et la livraison d'un programme immobilier de logements ou de bureaux, voire de quartiers entiers. L'entreprise n'a pas vocation à être gestionnaire des bâtiments réalisés, ce qui a un impact notable sur les stratégies de développement durable à adopter. Consciente de ces difficultés liées à l'exploitation et à l'usage des bâtiments, la direction du développement durable de Bouygues immobilier travaille depuis 2011 à l'amélioration de la qualité de l'air intérieur des bâtiments que l'entreprise conçoit.

Les leviers d'action pour Bouygues Immobilier se trouvent donc aux phases de programmation, de conception, de réalisation et de la réception des programmes. Nous vous présenterons les actions mises en place sur les programmes immobiliers, les difficultés rencontrées et nous discuterons des marges de manœuvre qu'il reste à exploiter.

Comme tout sujet d'intérêt général, la qualité de l'air intérieur doit être traitée au-delà des frontières de la concurrence. Tous les acteurs de la chaîne de valeur du bâtiment doivent être mobilisés pour atteindre l'objectif d'une meilleure qualité de l'air intérieur et du mieux-être dans le bâtiment.

Présence de moisissures dans un centre social

Jean BAUDE - CONIDIAR

La qualité de l'air peut avoir un impact direct et immédiat sur la santé des occupants d'un bâtiment. Les moisissures visibles (sur un mur) ou invisibles (dans l'air) sont un des éléments pouvant être la cause de troubles pour les occupants réguliers ou ponctuels d'un environnement intérieur. L'impact des moisissures est variable selon les personnes et peut avoir des effets graves pour une partie de la population. Un des cas les plus graves est une pneumopathie liée à la présence d'*Aspergillus fumigatus* chez des personnes immunodéprimées. Les moisissures peuvent causer d'autres troubles comme asthme, allergie cutanée...

Dans le cadre de nos missions d'investigation et de conseil, nous avons été sollicités par un centre social afin de vérifier la qualité de l'air dans un établissement recevant du public suite à un dégât des eaux. Le bâtiment datant des années 70 était en cours désaffectation ; seul le rez-de-chaussée était toujours occupé par le personnel du centre, les étages à vocation de logements supérieurs étant quant à eux fermés. Le centre devait rester ouvert durant encore 2 ans environ, le temps de terminer la construction d'un nouvel immeuble à proximité.

La visite sur site et les résultats des analyses de laboratoire ont mis en évidence une zone très contaminée (air et surface) au niveau d'un bureau. Il s'agissait d'un bureau touché par une fuite d'eau. Etant sur une eau chaude (radiateur), porte fermée, une humidité chaude rendait l'atmosphère difficilement supportable. Le maintien de la porte close a permis de limiter la propagation des moisissures à l'ensemble de l'étage. La cartographie de la charge fongique a mis en évidence une flore classique des environnements intérieurs. Les analyses ont par contre mis en évidence la présence d'*Aspergillus fumigatus* en faible quantité dans les zones où des bébés pouvaient être auscultés. Au niveau des prélèvements de surface, cette moisissure n'avait pas été mise en évidence de manière majoritaire.

Sur ce site, l'origine du développement de moisissure a été identifié facilement, et les moyens de réduire la prolifération a été de colmater la fuite, supprimer l'habillage en bois masquant les tuyaux de chauffage et d'assécher les murs humides. Des travaux à minima dans la mesure où le centre devait déménager prochainement. Du fait de la présence d'*Aspergillus fumigatus*, le client n'a pas souhaité réintégrer le bâtiment.

Résumés des posters

POSTER #1 - SESSION 1

Exposition humaine aux bioaérosols dans des habitations dégradées par les moisissures (CLIMATOX)

Antoine DELANOË - Unité ABTE EA4651, équipe ToxEMAC, Université de Caen Normandie

A. Delanoë¹, V. Seguin¹, V. André¹, S. Gente¹, P. Vérité¹, E. Votier¹, V. Bouchart², M. Delfour², N. Heutte³, D. Garon¹

¹Normandie Univ., UNICAEN & UNIROUEN, ABTE EA4651 - ToxEMAC, Caen & Rouen, France

²LABEO, Caen, France

³Normandie Univ., UNIROUEN, CETAPS EA3832, Rouen, France

La dégradation des habitats et de la qualité de l'air intérieur liée à l'humidité constitue un sujet de plus en plus préoccupant sur le plan sanitaire et économique comme le souligne le rapport de l'OMS de 2009. Ce dernier signale des problèmes d'humidité dans 10 à 50% des habitations européennes, pouvant conduire au développement d'agents microbiens (moisissures, mycotoxines, endotoxines, β -1,3-D glucanes). Ces polluants biologiques possèdent des actions variées, comme des effets pro-inflammatoires, cytotoxiques, génotoxiques pouvant être à l'origine d'allergies, de troubles pulmonaires et d'infections.

Le projet CLIMATOX, soutenu par l'ARS de Normandie, s'intéresse à cette problématique en suivant 3 objectifs principaux : 1) évaluer l'exposition humaine aux bioaérosols et déterminer des indicateurs pertinents pour le suivi de la qualité de l'air intérieur ; 2) étudier l'impact sanitaire des bioaérosols et des moisissures caractéristiques des habitats humides ; 3) déterminer les facteurs climatiques influençant la croissance et la toxigénèse des espèces fongiques.

Pour mener à bien cette étude, des prélèvements d'air sont effectués dans des habitations dégradées préalablement sélectionnées par nos partenaires locaux (SCHS ville de Caen, CMEI CH de Vire, associations).

D'un point de vue expérimental, un volet de caractérisation microbiologique des bioaérosols consiste à identifier et quantifier les moisissures, les endotoxines et les glucanes. Un second volet porte sur l'étude toxicologique des bioaérosols et des isolats fongiques collectés. La capacité toxigène des espèces fongiques est évaluée ; la cytotoxicité et le potentiel inflammatoire des bioaérosols sont également appréhendés à partir de lignées cellulaires pulmonaires et cutanées. Enfin, un dernier volet est réalisé en enceinte climatique permettant d'évaluer l'effet de facteurs abiotiques (température, humidité) sur la croissance fongique et la production de mycotoxines.

L'analyse statistique réalisée au terme de ce travail portera sur la présence, la quantité des différents contaminants recherchés et leur mise en relation avec des facteurs abiotiques, sanitaires et toxicologiques.

Qualité de l'air intérieur dans un bâtiment à énergie positive : Caractérisation de la dynamique en lien avec les concentrations en particules

Véronique RIFFAULT - IMT Lille Douai

Evdokia STRATIGOU, Sébastien DUSANTER, Véronique RIFFAULT

IMT Lille Douai, Univ. Lille, SAGE – Département Sciences de l'Atmosphère et Génie de l'Environnement, F-59000 Lille, France

En moyenne, chaque personne passe 80 à 90% de son temps en atmosphères intérieures, où elle est exposée aux polluants atmosphériques gazeux et particulaires provenant à la fois de sources d'émission intérieures et extérieures, ces dernières étant liées à l'infiltration de l'air extérieur (Klepeis et al., 2001). Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), 4,3 millions de décès dans le monde sont attribuables à la pollution atmosphérique résidentielle en 2012, dont 99,000 en Europe (OMS, 2014).

Le risque pour la santé lié à l'exposition aux polluants atmosphériques est plus élevé à l'intérieur qu'à l'extérieur en raison des volumes plus réduits induisant des concentrations potentiellement plus élevées, et de la multiplicité des sources spécifiques de l'air intérieur.

Parmi les polluants importants, et pourtant relativement peu étudiés en air intérieur, les PM₁, c'est-à-dire les particules dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 1 µm, ont une surface disponible suffisamment grande pour que des polluants gazeux puissent s'y adsorber. En outre, ils peuvent également se déposer dans la partie inférieure du système respiratoire et passer facilement des poumons à d'autres organes ainsi qu'au système circulatoire (Lanzinger et al., 2016, Oberdörster et al., 2005).

Cette étude vise à améliorer notre compréhension des processus qui contrôlent les concentrations d'aérosols dans les environnements intérieurs, à savoir : le renouvellement de l'air, l'infiltration de polluants provenant de l'extérieur, le dépôt des particules et leur remise en suspension, la nucléation potentielle et le vieillissement des particules. Les mesures de concentrations en nombre hautement résolues en temps ont été réalisées dans un bâtiment à énergie positive situé à l'IMT Lille Douai, entre l'été 2016 et l'hiver 2017 pour 6 fractions de taille (de 0,3 à plus de 10 µm).

Références

Klepeis, Nelson, Ott, Robinson, Tsang, Switzer, Behar, Hern, and Engelmann. 2001. "The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): A Resource for Assessing Exposure to Environmental Pollutants." *J Expo Anal Environ Epidemiol* 11 (3): 231–52.

OMS. 2014. "Burden of Disease from Household Air Pollution for 2012."

Transfert de polluants de l'extérieur vers l'intérieur dans les écoles de la ville de Lille

Emmanuel ROUX - CEREMA Nord-Picardie

La Ville de Lille a lancé, en 2012, une action relative à l'amélioration de la qualité de l'air dans les écoles par le biais du PRSE2. Ce projet est intégré le programme de santé locale de la ville de Lille.

Le CEREMA Nord-Picardie et Atmo Nord-Pas-de-Calais ont entrepris des campagnes de mesures spécifiques dans deux écoles de Lille afin d'étudier les transferts de l'air extérieur vers l'intérieur d'un

bâtiment recevant du public. L'objectif était de recommander de meilleures pratiques pour améliorer la qualité de l'air. Les écoles ont été sélectionnées pour cette étude en fonction de leur exposition aux polluants routiers et de leurs caractéristiques.

Les mesures de campagne ont eu lieu à deux périodes différentes en février et mai 2014.

Les relevés à l'intérieur des classes et à l'extérieur prenaient en compte les fractions de particules PM_{2,5} et PM₁₀, l'ozone, le dioxyde d'azote, le dioxyde de carbone et aussi des paramètres de confort (Température et humidité relative). Le Cerema a aussi effectué des mesures de la perméabilité à l'air dans les classes.

Les mesures ont montré que la pollution extérieure influe vraiment sur les niveaux de polluants dans les salles de classe, notamment dans le cas du NO₂. Les courbes d'évolution du NO₂ intérieur et extérieur se correspondent avec et sans la présence des enfants dans les classes (Le taux de transfert est de 1).

L'importance de la resuspension des particules dans les salles de classe a été identifiée au cours de ces mesures. Les activités des enfants à l'intérieur ont influencé les concentrations de particules PM_{2,5} dans les salles de classes. Les niveaux de concentration PM_{2,5} ont nettement augmenté lorsque les enfants sont entrés, sont sortis de leur classe ou lors des activités dans les classes.

Ces premiers résultats nous ont permis de soumettre un projet nouveau et plus détaillé avec le financement de la DREAL Hauts-de-France, en collaboration avec la Ville de Lille.

Ce projet, en cours de réalisation, basé sur la technologie de capteurs innovants pour la mesure des polluants et des paramètres acoustiques instrumente quatre classes et deux sites extérieurs dans trois écoles de Lille qui ont des typologies et des caractéristiques différentes.

Ces travaux permettront de définir et d'établir des indicateurs sur les pistes d'action pour améliorer la Qualité de l'Air Intérieur ainsi que de l'acoustique. Ces travaux ont pour but d'être étendu à d'autres collectivités ou à d'autres types de bâtiments.

POSTER #11 - SESSION 2

Impact of VOC exposition and solar radiation on skin

Mickael LE BECHEC - CNRS

Mickael le Behec¹, Bulteau Anne-Laure², Sylvianne Schnebert³, Carine Nizard³, Sylvie Lacombe¹

¹IPREM UMR5254 Technopôle HélioParc Pau Pyrénées. 2 avenue du Président Angot 64053 Pau Cedex 09 France

²Institut de Génomique Fonctionnelle de Lyon ENS de Lyon - CNRS UMR 5242 - 46, allée d'Italie 69364 Lyon cedex 07, France

³LVMH Recherche, 185 Avenue de Verdun. 45800. Saint Jean de Braye. France.

Skin is an important exchange surface between our organism and its environment. This complex tissue gives a gradual response to chemical and physical stress, from erythema to carcinogenesis passing by inflammation, eczema and aging.

In this project we focused on potentiation of solar UVA and UVB radiation on skin with a previous exposition to a cocktail of Volatile Organic Compounds (VOC) representative of indoor air pollution (Acetaldehyde, Formaldehyde, Acetone, Hexane and Toluene). We developed a specific setup to expose biological samples to stable concentrations of indoor air VOC. The gas composition was carefully adapted to the model to obtain a reversible effect while maintaining the cell survival. This chemical stress was then followed with a solar radiation exposition where UVA and UVB irradiations were well controlled. The radiation exposure was also adapted to our biological models to measure a significant but reversible effect on cells.

Thereby we observed a potentiation of both exposures on keratinocytes and skin explants. Indeed the toxic VOC concentrations, adapted to the model were higher than in real conditions but lower than INRS recommendations for persistent exposure with patch test.

Ventilation Intelligente au Service d'une meilleure Qualité de l'Air Intérieur dans les smart buildings

Loubna QABBAL - Ecole Hautes Etudes d'Ingénieur

Dans le cadre de la TRI (Troisième Révolution Industrielle), la rénovation énergétique est devenue incontournable pour réaliser des économies d'énergie dans le bâti existant. De ce fait, elle est devenue un impératif écologique et social. L'isolation accrue des bâtiments et l'utilisation de certains matériaux et produits sont susceptibles d'accroître les concentrations de contaminants de l'air intérieur en l'absence d'une ventilation efficace.

Les systèmes d'aération accusent fréquemment des dysfonctionnements qui limitent fortement leur fiabilité. Les travaux menés ces dernières années illustrent l'importance d'un suivi régulier des installations et débits de ventilation lors de la rénovation pour assurer une bonne qualité de l'air. Les pratiques de conception actuelles soutiennent que la meilleure façon de bien ventiler un bâtiment est de fixer des débits minimums d'air frais extérieur à faire entrer dans un bâtiment sans prise en compte de la façon dont l'occupation réelle varie considérablement pendant la journée.

Pour avoir une cohérence entre les objectifs d'économie d'énergie et les enjeux notamment sanitaires liés à la qualité de l'air intérieur, il importe d'utiliser une ventilation intelligente. Celle-ci repose sur une analyse multicritères nécessaire à la mise en œuvre d'actions efficaces de prévention et d'amélioration de la qualité de l'air. Elle utilise la technologie de l'information en cours de fonctionnement pour optimiser la performance totale du bâtiment en intégrant des données climatiques extérieures et des informations sur l'occupation. Le contrôle correct de la ventilation d'un bâtiment repose sur les mesures de l'évolution des niveaux d'occupation dans le bâtiment et la différence de niveau de pollution (CO₂, COV par exemple) entre l'intérieur et l'extérieur. Cette approche permet de varier le niveau de l'air extérieur introduit dans le bâtiment.

Le but visé dans cette recherche est double: 1) D'une part, montrer la nécessité d'une mise en application dans un bâtiment démonstrateur, et 2) établir les interactions entre les usagers et le bâtiment sur le confort ressenti par rapport à la qualité de l'air. Aussi, nous cherchons à informer et éclairer les acteurs du bâtiment (concepteurs (architectes et bureaux d'étude), maîtres d'ouvrage, gestionnaire, organismes de normalisation) quant aux relations entre la ventilation intelligente, son application (en terme de qualité de l'air et de confort thermique) et les consommations d'énergie.

Micro-Capteurs de gaz pour la mesure de traces de BTEX : Suivi de la qualité de l'air intérieur et extérieur

Alexandre FAVARD - Aix Marseille Université, CNRS, IM2NP

*A. Favard, K. Aguir, T. Contaret, M. Bendahan
Aix Marseille Université, CNRS, IM2NP*

L'environnement intérieur est un univers dynamique caractérisé par une pollution en provenance de l'extérieur et une pollution d'origine interne liée aux bâtiments et aux occupants. Cette pollution intérieure est diverse, marquée par des polluants biologiques, physiques et chimiques.

Une étude de l'Agence nationale de sécurité sanitaire (Anses) datée du 23 juin 2014, montre que la

pollution de l'air intérieur entraînerait la mort de près de 20.000 Français par an.

Les Composés Organiques Volatils comme les BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes) sont les plus dangereux car ils sont très présents : produits d'entretien, peinture, vernis, huiles essentiels...

Pour répondre à ces enjeux sanitaires et économiques, L'IM2NP a développé un nouveau design de multicapteurs de gaz faible consommation à base de trioxyde de tungstène. Ce dispositif possède une large gamme de détection des BTEX allant de 2 à 500 ppb avec une résolution de 1ppb et une grande fiabilité de mesure, ce qui en fait l'outil idéal pour répondre aux exigences fixées par l'Union Européenne pour la qualité de l'air intérieur et extérieur. De plus, ces capteurs sont capables de mesurer les BTEX dans des atmosphères contenant d'autres gaz polluants et des taux d'humidité relative allant de 0 à 80%.

POSTER #10 - SESSION 3

Environnement microbiologique et risque allergique : Et si la localisation géographique du logement était déterminante ?

Steffi ROCCHI - Laboratoire de Mycologie, CHRU Jean Minjoz, Besançon

S.ROCCHI, G.REBOUX, E.SCHERER, B.VALOT, A.LABOISSIERE, M.VACHEYROU, B.LEYNAERT, S.HALLIT, C.RAHERISON, L.MILLON

Des études ont montré que les micro-organismes de l'environnement intérieur ont un rôle délétère ou protecteur vis-à-vis des pathologies allergiques, les espèces impliquées devant être définies. Seule une quantification spécifique de différents micro-organismes, avec un suivi épidémiologique d'une large cohorte d'enfants comme l'Etude Longitudinale Française depuis l'Enfance (ELFE), pourrait permettre de répondre à ces questions.

Des capteurs électrostatiques de poussières, exposés 10 semaines dans la chambre des enfants à la naissance, ont été analysés par qPCR (n=3193). 20 cibles ont été choisies : 9 moisissures (*Alternaria alternata*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus versicolor*, *Cladosporium sphaerospermum*, *Penicillium chrysogenum*, *Stachybotrys chartarum*, *Trichoderma viride*, *Chaetomium globosum*, *Epicoccum nigrum*) ; 3 groupes de bactéries (Entérobactéries, Mycobactéries et *Streptomyces* spp.); 4 acariens (*Dermatophagoides* spp., *D. pteronyssinus*, *D. farinae*, *Acarus siro*) une levure (*Cryptococcus* spp.) et les antigènes de chats, chiens et blattes.

Pour les 17 qPCR ciblant des micro-organismes, 9 présentent une répartition dépendante des coordonnées géographiques, avec des profils de distributions différents sur la France, certains étant reliés à des variables météorologiques.

Les blattes, les chats et les chiens ont été détectés respectivement dans 9%, 45% et 79% des logements.

L'étude simultanée des populations des micro-organismes par des analyses multivariées a permis de dégager des associations entre micro-organismes et de définir trois profils de logements.

Ces données fournissent un bilan de la contamination des logements français en micro-organismes et autres allergènes avec une méthode de quantification unique et standardisée. Pour l'instant, les seules données de santé disponibles sur une large cohorte française sont celles de l'étude de Delmas et al. publiée en 2012, où les sifflements respiratoires associés à l'asthme montrent une répartition géographique présentant un gradient Est-Ouest. Dans notre étude, les logements de l'Ouest ont en moyenne des profils de logements plus contaminés en acariens, moisissures et bactéries que ceux de l'Est. Le statut de la santé respiratoire des enfants ELFE sera prochainement analysé au regard des résultats des 20 cibles qPCR utilisées pour caractériser l'exposition des enfants à la naissance.

Etude du relargage de nano-objets manufacturés en fonction du vieillissement de matériaux nanocomposites dédiés au bâtiment : projet EMANE

Charles MOTZKUS - Centre Scientifique et Technique du bâtiment (CSTB)

C. Motzkus¹, F. Gaie-Levrel², N. Feltin² et S. Delaby¹

¹Centre Scientifique et Technique du bâtiment (CSTB)

²Laboratoire National de Métrologie et d'Essais (LNE)

Le marché des nanomatériaux nanocomposites dédiés au secteur du bâtiment est en constante croissance. Or, de nombreuses interrogations subsistent quant à l'impact sanitaire et environnemental des nano-objets incorporés dans les matériaux de construction. En effet, la dégradation liée aux mécanismes de vieillissement des matériaux sont susceptibles d'entraîner la dispersion de ces nanomatériaux manufacturés dans l'environnement entraînant, à termes, l'exposition des populations à ces agents physiques dont l'innocuité n'est pas démontrée.

Afin d'apporter de nouvelles connaissances dans ce domaine, un projet de recherche intitulé EMANE associant le CSTB et le LNE et financé par l'ADEME, vise à étudier le relargage particulaire issu de matériaux nanocomposites en lien avec différents scénarios de vieillissement.

Trois peintures appliquées sur des plaques de Placoplâtre ont été utilisées pour ce projet : (1) – une peinture acrylique, (2) - une peinture acrylique avec 5% en masse de TiO₂ élaborée au laboratoire comme étant une « peinture modèle » et (3) – une peinture commerciale contenant du TiO₂. Les propriétés physico-chimiques de ces trois peintures ont été caractérisées par différentes techniques (MEB-EDX, IRTF, ICP-MS et ATG). Les analyses MEB-EDX montrent la présence de nanoparticules de TiO₂ en surface et au sein des échantillons pour les peintures modèle et commerciale.

Les trois types de matériaux précités ont été soumis à différents scénarios de vieillissement représentatifs des conditions environnementales et des conditions d'usage rencontrées dans les environnements intérieurs (humidité, température, oxydation, nettoyage et abrasion mécanique). Le relargage particulaire issu de l'abrasion mécanique de ces trois matériaux soumis aux différents scénarios a été caractérisé par des mesures en temps réel (APS, DMS 500 et CNC3007) permettant de mesurer la concentration en nombre et la granulométrie sur une gamme de taille 5 nm à 20 µm et par des mesures off-line (MEB-EDX) réalisées sur des prélèvements. Les premiers résultats de ce projet seront présentés au sein de ce poster.

Mots clés : Relargage, nano-objets, nanoparticules, vieillissement, nanomatériaux, peinture, dioxyde de titane, abrasion mécanique

Présentation du système de gestion de concentration intérieure en PM2.5, Epure Dynamics de CIAT

Philippe PETIT - CIAT

Philippe Petit, Expert QAI au Research & Design Center, CIAT-UTC Site de Culoz (01)

Epure Dynamics® propose le pilotage des unités de confort, non plus sur un critère uniquement thermique, mais également en fonction des besoins de QAI. Placé dans l'ambiance d'une pièce ou d'une zone thermique de bâtiments, un capteur (jusqu'à 6 possible) connecté au Smart CIATControl mesure en continu les concentrations en particules fines (PM2.5). En cas de dépassement du seuil de concentration fixé (paramétrable), par exemple 10 µg/m³ (recommandation OMS à long terme) SmartCIATControl active, en mode épuration, les unités de confort identifiées sur la zone grâce à un algorithme de régulation spécialement développé et breveté. Les unités sont équipées d'un filtre "Epure" bénéficiant de onze fois plus de surface filtrante qu'un filtre classique. Ainsi, malgré son efficacité plus importante que les filtres généralement rencontrés dans ce type de machine, sa perte de charge optimisée permet une faible consommation d'énergie et un niveau sonore acceptable pour maintenir un niveau de confort élevé pour les occupants.

En complément d'un système performant de distribution d'air neuf dans le bâtiment, Epure Dynamics permet donc de maintenir une faible concentration en particules fines à l'intérieur du bâtiment, même lors des pics de particules à l'extérieur.

Cette offre exclusive de CIAT est le fruit de nombreuses années de recherche dans le cadre du projet collaboratif VaicteurR2, aidé dans sa phase 1 par OSEO-BPI, puis dans sa phase 2 par l'ADEME.

CIAT Epure Dynamics vient de gagner le Trophée Bâtiment Santé 2017 dans la catégorie « Technologies innovantes d'amélioration de la QAI », décerné par un jury composé de 14 experts de la thématique Santé & Bâtiment.

Amélioration des systèmes de ventilation de bâtiments scientifiques universitaires à l'aide d'une modélisation de la pollution intérieur avec le logiciel ARIA Indoor

Xiao WEI - ARIA Technologies

ARIA Indoor est un logiciel complètement interfacé basé sur le modèle de dispersion multizone de CFAST (développé par le NIST). Il sert à calculer l'évolution de la distribution des concentrations en polluant au travers des compartiments d'un bâtiment en prenant en compte différentes sources d'émission ainsi que les échanges entre les différentes pièces.

Dans le cadre de l'amélioration des systèmes de ventilation des bâtiments scientifiques sur un site universitaire, ARIA Technologies a réalisé une étude sur la dispersion de polluant dans ces bâtiments en mettant en œuvre un couplage outdoor/indoor de logiciels de modélisation. Les modélisations outdoor ont été réalisées avec le logiciel CFD Code_Saturne pour la dispersion de rejets toxiques extérieurs, et les modélisations indoor ont été simulées avec le logiciel ARIA Indoor.

Le système de ventilation actuel de ces bâtiments possède une mauvaise conception des bouches

d'entrée d'air propre et des bouches d'extraction d'air pollué située sur les toits. Par conséquent, l'air « propre » soufflé à l'intérieur des bâtiments a été contaminé préalablement par l'air extrait. De plus, le système actuel crée une dépression à l'intérieur des bâtiments et entraîne l'entrée de polluant dans les pièces par les ouvertures depuis l'extérieur. Afin de corriger ces problèmes, l'installation d'un nouveau système de ventilation est envisagée. Les aménagements portent sur une meilleure disposition des entrées d'air propre et sorties d'air pollué sur les toits, ainsi que sur l'ajout de systèmes de soufflage et la modification des débits d'air d'extraction et de soufflage.

Les modélisations avec ARIA Indoor sont réalisées pour trois bâtiments en prenant en comptes les géométries des pièces, les ouvertures (portes, fenêtres, grilles d'aération, connexions entre étages) et des ventilations mécaniques ainsi que leurs débits. Les simulations sont effectuées pour des scénarios actuel et futur. En comparant les résultats de simulation avant et après les aménagements, on observe une forte diminution des concentrations en polluant dans les pièces et une diminution des fuites d'air avec le nouveau système de ventilation rendant ainsi quantifiable le gain en qualité de l'air du projet.

POSTER #8 - SESSION 4

Pollution de l'air intérieur et photocatalyse-Que peut-on espérer ?

Chantal GUILLARD - CNRS

C.GUILLARD, IRCELYON, CNRS-Université Claude Bernard Lyon 1, 2 av. Albert Einstein, 69626 Villeurbanne Cedex, France

Le procédé photocatalytique a l'avantage de permettre la dégradation de polluant organique et l'inactivation de microorganisme à température ambiante sans ajout de composés chimiques en utilisant une irradiation UV. Cependant, depuis plus de 10 ans la photocatalyse est galvaudée tant par :

- les laboratoires qui développent des catalyseurs plus polluants que dépolluants et qui contrairement à ce qui est avancé, peu efficace voir complètement inactif dans le visible ;

que part

- les industriels qui commercialisent des appareillages mal dimensionnés ne prenant pas en compte les sous-produits intermédiairement formés mais également des matériaux soit disant dépolluants sous lumière ambiante

La majorité des laboratoires et des industriels vantant des efficacités impossibles à obtenir ou tout simplement non envisageables.

C'est pour cette raison que dès les années 2008, a été mis en place une commission AFNOR puis CEN travaillant sur la standardisation de protocoles permettant de déterminer l'efficacité de ces systèmes et matériaux photocatalytiques. On peut citer le standard (FprEN 16846-1 "Photocatalysis-Measurement of efficiency of photocatalytic devices used for the elimination of VOC and odour in indoor air in active mode" - Part 1 : Batch mode test method in closed chamber) permettant d'évaluer l'efficacité de dispositif photocatalytique dans une chambre de 1 m³ ainsi que la spécification technique relative à la mesure de l'efficacité des matériaux pour éliminer les NOx (prCEN/TS 16980 WI 00386023-Photocatalysis - Continuous flow test methods – Part 1: Determination of the degradation of nitric oxide (NO) in the air by photocatalytic materials). Par contre, attention à ce que l'on fait dire à ces standards. Par exemple, il est possible de valider que ces matériaux et/ou systèmes peuvent éliminer des polluants mais il est impossible d'affirmer que dans les conditions réelles d'utilisation tous les polluants seront éliminés et qu'il n'y aura pas de sous-produits générés. En effet, une pollution réelle est constituée d'une multitude de polluants organiques, mais également biologiques, sans oublier que l'aéroulque du système de traitement ou de la pièce joue un rôle crucial.

Toutes les remarques précédentes sont également valables pour les autres procédés (adsorption, plasma froid (système d'ionisation), ..). Les adsorbants ne génèrent pas de sous-produits mais ne permettent pas d'adsorber tous les types de polluants et sont rarement changés dans une habitation alors qu'ils s'encrassent et libèrent à leur tour des polluants. Quant aux systèmes d'ionisation, pour avoir un système relativement efficace il faut appliquer une tension importante et il y a génération d'ozone et de NOx (à partir d'un composé inoffensif : N2).

En résumé, les systèmes photocatalytiques sont à mon sens intéressants pour participer à améliorer la qualité de l'air mais en aucun cas ne peuvent être considérés comme des dispositifs permettant une atmosphère parfaitement exempte de polluant.

POSTER #9 - SESSION 4

Simulations aérauliques de ventilations pour le confort et la QAI

Sarah DESBOIS - INOPRO IA0

La simulation thermo-aéraulique 3D permet de prévoir les flux d'air et de polluants (CO2, vapeur d'eau, COV, particules fines, fumées, etc.) dans les ERP et les bâtiments industriels, et de tester plusieurs variantes. En s'appuyant sur deux exemples de simulation de système de ventilation, ce poster présente l'impact de la ventilation sur les concentrations de polluants.

La qualité du balayage, liée à la conception de la ventilation, a une incidence sur le taux de pollution résiduelle dans l'air et sa répartition dans les différentes zones d'une pièce ou d'un bâtiment. En effet, des poches de concentration plus élevées peuvent stagner, avec des taux de polluant 2 à 10 fois supérieurs aux zones mieux ventilées.

-> L'efficacité du maintien d'une faible pollution, le choix du positionnement d'équipement de mesure et l'interprétation de ces mesures dépendent de la conception de la ventilation et de la spécificité du bâtiment.

POSTER #13 - SESSION 4

CUBAIR, Confort des Usagers des Bâtiments tertiaires par l'usage de techniques de traitement de l'AIR

Elise HALLEMANS - Cerema IDF

Jean-François Petit¹, Guillaume Coulbaux¹, Didier Gallis¹, Christelle Neaud¹, Paolo Bruno², Maureen Binet², Laurent Moynault³, Vincent Platel³, Cécile Hort³, Valérie Hequet⁴, Yves Andres⁴, Elise Hallemans¹

¹Cerema IDF 12 rue Teisserenc de Bort, 78190 Trappes-en-Yvelines; ²Air Sûr; ³LaTEP, UPPA; ⁴IMT Atlantique

Le projet CUBAIR, financé par l'Ademe dans le cadre de l'appel à projets « vers des bâtiments responsables à l'horizon 2020 », a pour objectif de développer un prototype original intégrant des techniques de filtration, d'adsorption et de photocatalyse. La particularité de ce projet réside dans l'évaluation in situ des performances de ce couplage de techniques notamment la photocatalyse pour laquelle l'OQAI (Bulletin n°4, juin 2012) se déclarait favorable à toute expérimentation en conditions réelles.

Dans un premier temps, des essais ont été réalisés en laboratoire afin d'apporter des préconisations et des éléments de dimensionnement pour la mise en œuvre du prototype en conditions réelles. Ce

prototype a été développé spécifiquement pour être intégré au sein du système de ventilation d'un bâtiment du secteur tertiaire, au CVRH (Centre de Valorisation des Ressources Humaines), à Paris.

Avant sa mise en fonctionnement, une caractérisation de la qualité de l'air intérieur a été réalisée, de mai 2016 à mars 2017, au CVRH par des mesures de polluants gazeux (NOx, BTEX, COV totaux, formaldéhyde), des particules fines (PM10, PM2,5 et PM1) et des paramètres microbiologiques (bactéries, moisissures, endotoxines). Dans le cas des oxydes d'azote, les concentrations mesurées au sein du CVRH varient en moyenne entre 25 et 45 µg/m³ au cours de la journée. La comparaison de ces données avec celles mesurées à l'extérieur du CVRH ainsi que celles issues des stations de mesure du réseau AIRPARIF, a permis de mettre en évidence des transferts entre intérieur et extérieur, caractérisés notamment par les polluants issus du trafic routier.

Les performances du prototype sur le traitement de ces paramètres chimiques, physiques et microbiologiques sont actuellement suivies. Afin d'évaluer l'impact environnemental, sanitaire et la consommation énergétique du prototype par rapport à un système de ventilation classique, une étude d'analyse de cycle de vie ainsi qu'une étude sur le bilan énergétique sont en cours de réalisation.

POSTER #12 - SESSION 5

Efficacité durable des dispositions constructives pour la gestion des pollutions volatiles du sol - projet BATICOV

Sylvie TRAVERSE - BURGEAP

Le projet BATICOV (2015-2017) vise à promouvoir l'efficacité de dispositions constructives déployées sur les bâtiments en présence de pollutions volatiles dans les sols. Le projet est cofinancé par l'ADEME coordonné par BURGEAP et fait intervenir des partenaires institutionnels (INERIS et CSTB), des juristes (Cabinet Brun Cessac et Associés), une psycho-sociologue (Aimée CASAL) et un bureau d'étude spécialisé dans les démarches HQE (TERAO) et la métropole de Lyon.

De tels dispositifs sont utilisés pour maîtriser des pollutions résiduelles que ce soit en complément d'actions sur les sources (dépollution) ou en préventif (notamment pour des bâtiments neufs).

Les objectifs du projet BATICOV sont :

- d'établir le panel des dispositifs d'ores et déjà mis en œuvre,
- identifier les éventuels freins et leviers permettant de déployer ces dispositifs et de garantir une efficacité pérenne de ce type de mesure de gestion. Les verrous étudiés sont entre autres : a) la perception et la compréhension des exigences vis-à-vis des transferts pour les différents acteurs, b) la responsabilité juridique qui leur incombe et c) l'ensemble de la chaîne de communication associée
- de proposer des éléments concrets à intégrer dans les missions techniques (dimensionnement, mise en œuvre, réception, entretien et maintenance...), dans la communication et la contractualisation (responsabilités). Ces éléments seront différenciés pour les différents acteurs (maîtrise d'ouvrage, maîtrise d'œuvre, bureaux d'étude, entreprises, exploitant) et les différents dispositifs.

Impact de la phase CHAntier sur la Qualité de l'Air Intérieur – Premiers résultats du projet ICHAQAI

Charline DEMATTEO - INDDIGO

Le projet ICHAQAI résulte d'une prise de conscience des difficultés de terrain sur les chantiers de construction et de rénovation, pour assurer un bon niveau de qualité de l'air intérieur en phase d'exploitation. En effet, si les produits de construction disposent désormais d'un étiquetage obligatoire sur leurs émissions de COV (composés organiques volatils), on peut s'interroger sur l'impact des modalités de stockage des matériaux (exposition à l'humidité, aux poussières, à divers COV), sur les émissions et interactions des produits utilisés pour la pose (dont les composés organiques semi-volatils COSV), ainsi que sur les processus de mise en œuvre (prise en compte du temps de séchage du béton notamment).

Face à ces constats, le bureau d'études INDDIGO s'est entouré de l'Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique (EHESP), du LERES (Laboratoire d'Etude et de Recherche en Environnement et Santé), de l'AQC (Agence Qualité Construction) et du cabinet INTECO qui réalise des missions d'OPC (Ordonnancement, Pilotage et Coordination), de manière à approfondir le sujet dans le cadre de l'appel à projets CORTEA 2015 piloté par l'ADEME.

Le projet ICHAQAI a pour objectif d'améliorer les connaissances, avec la recherche de facteurs de pollution en cours de chantier. Pour cela, des mesures de qualité de l'air ont été réalisées tout au long de deux chantiers de construction neuve. ICHAQAI a également pour objectif d'apporter des solutions concrètes aux professionnels de la construction. Aussi, le projet se clôturera en 2018 avec la production d'un guide de bonnes pratiques et des actions de diffusion.

Référents :

INDDIGO (coordination) : Charline DEMATTEO – Tel. : 02.40.48.94.86 – c.dematteo@inddigo.com

AQC : Mariangel SANCHEZ – Tel. : 01.44.51.03.65 – m.sanchez@qualiteconstruction.com

EHESP : Barbara LE BOT – Tel. : 02.99.02.29.24 – barbara.lebot@ehesp.fr

INTECO : Nicolas NAULLEAU – Tel. : 02.51.11.05.56 – nnaulleau@inteco.fr

ADEME : Pierre DEROUBAIX – Tel. : 04.93.95.79.56 – pierre.deroubaix@ademe.fr

Parcours des intervenants et des membres des comités

Yves ANDRES

Yves ANDRES est Docteur (1994) de l'Université de Strasbourg, en Biologie cellulaire et Microbiologie, domaine : Microbiologie, Environnement. Il est Professeur (HDR) à IMT Atlantique et responsable du département systèmes énergétique et environnement. Il est également responsable de l'axe Ecotechnologie du laboratoire GEPEA, UMR CNRS 6144. Ces travaux portent sur les bioprocédés appliqués au traitement de l'eau et de l'air ainsi que sur la devenir et la persistance des microorganismes dans les systèmes de traitement de l'air et de l'eau. Ces dernières années il a développé plusieurs études sur le comportement des aérosols microbiens dans les systèmes de traitement de l'air. Il est co-auteur d'environ 100 publications dans des revues internationales avec comité de lecture et à encadrer 30 doctorants.

Jean-Louis BAUDE

Suite à une formation universitaire (master) dans le domaine de la microbiologie et plus particulièrement des moisissures, Jean Baude a intégré la jeune entreprise innovante CONIDIA en 2006. Ses compétences scientifiques en microbiologie et managériales en qualité lui ont permis de prendre en charge le développement de l'activité air de ce laboratoire. Son expertise aussi bien laboratoire que terrain lui permet d'avoir une vision transversale des problématiques de contamination microbiologique de l'air intérieur des bâtiments et d'apporter à ses clients une réponse adaptée à chaque cas. De plus, en s'intéressant aux causes de la dégradation microbiologique de l'air, il connaît bien les problématiques liées au développement de micro-organismes dans les systèmes d'air (CTA et autres) et sur les matériaux. Son expérience lui permet également de rédiger des protocoles de test pour valider les systèmes épurateurs d'air aussi bien au laboratoire qu'*in situ*.

Valery BONNET

Diplômé de l'ESC REIMS ou NEOMA en 1990, il commence sa carrière professionnelle chez ARTHUR ANDERSEN. Après 2 années d'auditeur, il crée en 1992 un Bureau d'Etude spécialisé dans l'Environnement et la Santé. Quelques années plus tard, l'entreprise est un des acteurs privés majeurs des audits environnementaux, des diagnostics déchets, du Management environnemental (c'est le début des référentiels SME et 14001).

Il participera dès 1993 (et jusqu'en 1999) à la création des référentiels des Bâtiments à Haute Qualité Environnementale (HQE) au sein d'une cellule de réflexion du Ministère du Logement et des Transports. Il suivra une formation au CNAM dans le domaine du Génie des Procédés. Rédacteur en chef en 1998 d'un ouvrage pour l'ADEME 'Les Technologies Propres, un enjeu et toujours un défi' (coll. LES CAHIERS TECHNIQUES), sa passion pour les technologies de l'environnement va l'amener à devenir Expert Technico Economique et Expert Projet pour l'ANVAR, puis OSEO, puis BPI et le Ministère de l'Industrie. Depuis 2014, il est également Expert H2020 pour la Commission Européenne (référéncé n°EX2015D247077).

Enseignant en DESS (bac+5), de 1996 à 2000, il a apprécié pouvoir transmettre à des jeunes. Inventeur et co titulaire de brevets, co auteur de publications, Valery Bonnet a une vision technique et pragmatique des techniques de l'environnement : elles doivent traiter les problèmes d'impacts environnementaux des activités industrielles sans créer de transfert de pollution et, à un même degré d'importance, permettre à l'industriel de mieux maîtriser son process, sa qualité, la sécurité de son personnel dans un contexte de coûts maîtrisés, voire d'économies d'énergie.

BIOWIND, créée en 2006, a intégré en 2014 le groupe DELTA NEU, leader européen du traitement de l'air industriel. Il y est responsable du développement du Pôle Décontamination de l'air. Il est également responsable des Développements Stratégiques avec les Comptes Clés du Groupe NEU.

Souad BOUALLALA

Madame Souad Bouallala-Selmi, ingénieur à l'Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie (ADEME) est spécialiste de la pollution atmosphérique et de la qualité de l'air intérieur.

Coordnatrice et référente dans le domaine de la qualité de l'air intérieur, elle anime des projets pour mettre en œuvre et diffuser des actions de prévention et d'amélioration de la qualité de l'air intérieur. Elle est membre du conseil de surveillance et du conseil scientifique de l'Observatoire de la Qualité de l'air intérieur. Elle expertise et suit les projets déposés dans le cadre des appels à projets pilotés par l'ADEME sur ce sujet ; par ailleurs elle contribue à la mise en œuvre opérationnelle d'actions en faveur de la qualité de l'air intérieur que ce soit via des travaux de recherche, d'actions auprès des collectivités ou d'expérimentations auprès des professionnels du bâtiment.

Auparavant, elle a animé pendant plusieurs années le pôle d'information du système de la qualité de l'air extérieur, où elle était expert européen dans le programme Clean Air For Europe / GT "particule" et "échange de données".

Christophe BRESSOT

Après une thèse de chimie à L'université Blaise Pascal à Strasbourg, et des travaux en informatiques (modélisation moléculaire) Christophe Bressot s'intéresse aux dangers des nanoparticules (NP) sous l'angle des expositions aux nano-objets dans notre vie quotidienne. Dans ce cadre, de premières études sur les revêtements de façades montrent des expositions majeures aux NP après abrasion d'échantillons vieillis. Christophe Bressot propose alors un projet ANSES sur la thématique de nanomatériaux vieillis. Il devient ainsi le coordinateur scientifique du projet NANO-DATA (*Obtention de*

données sur l'abrasion de nanomatériaux) qui met en évidence des émissions inhalables de nanoparticules libres après abrasions de peintures, carrelages ou de pneumatiques. Par ailleurs M. Bressot a participé à deux projets européens : une étude visant à la conception nanosécurisée (Nanofol) de médicaments et la nanosécurité au poste de travail (Sanowork). Il participe également à des travaux financés par le ministère en charge de l'écologie sur les effets écotoxicologiques des oxydes de cérium sur l'environnement.

Andrée BUCHMANN

Andrée Buchmann est présidente de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur www.oqai.fr depuis sa création en juillet 2001.

Elle a été membre du Bureau de l'association HQE en tant que vice-présidente de la région Alsace de 1997 à 1998 puis en tant que présidente d'Alsace Qualité Environnement. Elle a monté en 2004 la formation multi-acteurs : Développement Durable en Qualité Environnementale à destination de la maîtrise d'ouvrage et de la maîtrise d'œuvre soutenue par la Direction de l'Architecture, du Patrimoine et de l'Aménagement du Ministère de la Culture.

Elle a été conseillère régionale d'Alsace presque sans discontinuer du 1986 à 2015 et vice-présidente de la Communauté urbaine de Strasbourg de 2008 à 2014.

Elle a été une des fondatrices de l'association Entreprendre Vert www.entreprendrevert.org en 2005 qui a créé avec ses associations sœurs de différents pays européens la structure parapluie www.ecopreneur.eu.

Anne-Laure BULTEAU

Anne-Laure Bulteau was trained as a protein biochemist and graduated from the biochemistry department at Denis-Diderot University in Paris in 2002. She worked for Case Western Reserve University, USA as a post-doctoral fellow from 2002 to 2004. From 2004-2007, she became assistant professor at the University Paris Denis-Diderot. Since 2007, she worked for the French National Center for Scientific Research (CNRS). She joined The Iprem institute in Pau in 2013. She received a prize from the American Society for free radicals biology and Medicine, from the American heart association from the international mitochondrial physiology society and in 2013 she received the Catherine Pasquier award which recognizes an outstanding scientist in the field of free radicals research. Her main research focuses on protein oxidation and oxidative stress. In collaboration with the group of Sylvie Lacombe in Pau and LVMH she is working on the effects of COVs on skin. Since September 2016 she joined the Institute for Functional Genomics in Lyon at Ecole Normale Supérieure de Lyon where she works on skin aging.

Martine CARRÉ

Martine Carré est diplômée de CPE Lyon (Chimie, Physique, Electronique) Elle a ensuite fait une thèse en chimie analytique à l'université Claude-Bernard de Lyon.

Après avoir passé trois ans chez Horiba/Jobin Yvon, Martine Carré a rejoint le groupe Air Liquide en R&D. Elle a participé aux développements de méthodes d'analyses de traces dans les gaz et liquides purs pour l'industrie des semi-conducteurs. En 2001, elle est devenue responsable des développements analytiques en Europe. Elle y assurait la coordination des laboratoires de contrôle des usines de conditionnement de gaz purs et mélanges. Elle est retournée en R&D en 2006 et aujourd'hui elle est responsable de l'équipe R&D des développements analytiques basée au Centre de Recherche Paris-Saclay.

Elle a été nommée Expert International du Groupe Air Liquide, puis Sénior Expert International pour ses connaissances en analyse de gaz.

Elle est auteur ou co-auteur de plus de 60 articles et présentation techniques. Elle est impliquée dans les travaux de normalisation à l'AFNOR, CEN et ISO sur les domaines liés à l'analyse de gaz et l'environnement.

Jean-Luc COLLET

Jean-Luc Collet, architecte urbaniste diplômé de l'INSA de Strasbourg en 1971, a exercé 10 ans en Afrique puis crée son agence à Valenciennes en 1981. Il a développé le savoir-faire de l'agence avec une attention particulière sur la qualité de l'air intérieur des locaux de vie dès le premier choc pétrolier, interprété comme un signal que l'habiter ne serait plus comme avant.

Par le thème de l'énergie, mis en synergie avec la qualité de l'air intérieur des locaux, comment rendre efficace le binôme énergie / santé en architecture ?

De suite l'air à respirer s'est imposé comme le lien d'action et l'objectif commun de ces deux thèmes, à première vue indépendants dans le monde de la construction et son cloisonnement séculaire.

A partir de cette volonté, l'agence a travaillé sur les développements des filières les plus « naturelles » possibles, selon un fonctionnement pérenne doublé d'une maintenance minimale des installations.

Après avoir évalué la qualité de l'air à l'intérieur des réalisations de l'agence, telles par exemple un Etablissement d'Hébergement de personnes Agées Dépendantes EHPAD, établissement semi hospitalier (en dérogation complète au Plan Bleu, pourtant réglementaire mais dont une simple enquête avait révélé les effets contraires aux objectifs recherchés !), l'agence continue de développer et d'améliorer les maillons de la démarche qualité de l'air à respirer.

Nathalie COSTARRAMONE

Poste actuel (depuis janvier 2016)

- Ingénieur applications au Centre technologique UT2A à Pau (64) - Responsable des activités concernant la caractérisation, le traitement et l'impact de composés organiques volatils (COV) dans l'air. Gestion de prestations et projets d'études sur l'évaluation de l'efficacité et de l'innocuité de produits et procédés industriels.

Responsabilités en recherche sur la thématique "qualité de l'air"

2010-2015 : responsable technique à l'IPREM (UMR 5254) de 2 projets de recherche appliquée (projet FUI Normacat et projet CORTEA SafePHOTOCAT).

- Activités : Installation et validation d'un banc d'essais pour tester l'efficacité de matériaux et systèmes photocatalytiques d'épuration d'air. Gestion du parc analytique et mise en place des protocoles et des méthodes d'analyses de COV à faibles concentrations dans l'air (ppbv) en laboratoire et sur plateforme expérimentale. Réalisation de tests normalisés en lien avec les organismes de normalisation (AFNOR et CEN).

Activités d'enseignement

Cours/TD à l'Université de Pau : module traitement de l'air/photocatalyse-Master 2 EGTP (2014-2016)

Formation

- Maîtrise de Sciences et Techniques « Mesure et Traitement des Pollutions et Nuisances » Université de Pau et des Pays de l'Adour
- Doctorat « Chimie et microbiologie de l'eau » Université de Pau et des Pays de l'Adour

Domaines d'intérêts actuels

- Analyse de COV de l'air intérieur et d'émissions industrielles - Procédés innovants de traitement de l'air - Systèmes et matériaux photocatalytiques - Impact de matériaux et procédés sur la qualité de l'air

Louis DANOUX

Louis Danoux, docteur en pharmacie, est responsable du laboratoire de biologie cellulaire de Pulnoy, au sein du département R&D de Beauty Care Solutions SAS, BASF France. Ses principales activités concernent le screening de nouveaux ingrédients aussi bien que le développement de nouveaux concepts dans le domaine des soins de la peau. Il est impliqué aussi dans la mise au point de nouveaux modèles de culture cellulaire et leur utilisation dans les principales applications de l'industrie cosmétique tels que la protection contre le vieillissement, les UV, la pollution et le soin des peaux grasses. Il participe également à des publications scientifiques et à l'élaboration de brevets. Une autre partie de son activité est dédiée au screening de produits pour les soins du cheveu.

Frédéric DE BLAY

Le Docteur Frédéric de Blay est pneumologue et allergologue aux Hôpitaux Universitaires de Strasbourg et Professeur de Pneumologie à la faculté de médecine de l'université de Strasbourg. Il est membre de la Fédération de médecine Translationnelle de Strasbourg et de l'EA 3072 « Mitochondrie, stress oxydant et protection musculaire ».

Il est chef du pôle de pathologies thoraciques aux Hôpitaux Universitaires de Strasbourg.

Depuis de nombreuses années, sa thématique de recherche est orientée vers les maladies respiratoires allergiques et l'environnement intérieur et professionnel. Il s'intéresse aux cofacteurs de la réponse allergénique respiratoire, à la physiopathologie de l'asthme professionnel et à la pertinence clinique des allergènes recombinants dans la rhinite et l'asthme allergique.

Il a participé au développement du métier de conseiller en environnement intérieur qui, depuis 2007, est reconnu par une licence professionnelle. Il a créé une chambre d'Exposition Environnementale aux Hôpitaux Universitaires de Strasbourg qui fonctionne depuis 2016.

Il a été président de la Société Française d'Allergologie (SFA) de 2008 à 2010, président du groupe "Occupational and environment health" à l'ERS (European Respiratory Society) de 2011 à 2014. De 2012 à 2016, il a été Président du conseil scientifique de la Direction de la recherche clinique et de l'innovation des Hôpitaux de Strasbourg et de 2014 à 2016 président du conseil scientifique de la délégation à la recherche clinique de l'interrégion EST (soit les CHU, les hôpitaux non universitaires et les centres anti-cancéreux des 5 anciennes régions de l'Est).

Il est l'auteur de 210 articles internationaux et chapitres de livres.

Anne-Marie DELORT

Anne-Marie Delort est directrice de recherche au CNRS et dirigera dès janvier 2012 l'Institut de Chimie de Clermont-Ferrand. Elle met à profit son double parcours en biologie (Ingénieur en Génie Biologique de l'Université Blaise Pascal) et en chimie (Docteur-es-Sciences Physique de l'Université de Grenoble) pour développer des recherches à l'interface de ces deux disciplines.

Son expertise est plus particulièrement centrée sur l'étude du métabolisme microbien dans un contexte environnemental en utilisant des moyens d'analyse comme la RMN. Les domaines d'application concernent la biodégradation de plastiques et de polluants organiques.

En termes de recherche fondamentale, ses projets sont actuellement ciblés sur le rôle des microorganismes dans la dégradation de composés atmosphériques.

Valérie DESAUZIERS

Valérie Desauziers (Professeur, HDR) est enseignant-chercheur à l'Ecole des Mines d'Alès depuis 1992. Affectée sur le site de Pau de l'EMA depuis 2002, elle est responsable du Pôle de Recherche sur les Interactions Matériaux et Environnement (RIME), l'une des trois équipes du Centre des Matériaux des Mines d'Alès (C2MA). Ses thèmes de recherche concernent le développement de nouveaux dispositifs et méthodes d'analyse de polluants (COV et COSV) dans l'air et à l'interface matériau/air pour une meilleure compréhension des échanges (émission, adsorption) et la prédiction d'impacts sur la qualité de l'air intérieur.

Sophie DUBACQ

Sophie Dubacq, biologiste de formation, a travaillé plusieurs années en tant que responsable commercial et marketing. Elle évolue aujourd'hui au sein du groupe Bertin Technologies en tant que Spécialiste Produits et Applications, rattachée plus particulièrement au développement et aux applications du Coriolis μ . Ce collecteur d'air innovant permettant la collecte de l'ensemble des micro-organismes de l'air lui a permis de se spécialiser dans le contrôle de la qualité de l'air et la bio-contamination, à une époque où la maîtrise de la bio-contamination devient essentielle. En effet, les micro-organismes peuvent avoir des effets indésirables pour la santé humaine, avec des impacts sanitaires et économiques lourds de conséquences.

Par son travail quotidien, Sophie Dubacq accompagne et conseille les utilisateurs dans leur démarche de contrôle de la qualité de l'air. Elle participe également au groupe de travail de l'AFNOR/X44B sur les technologies de salles propres.

Adrien FOURMON

Maître Adrien FOURMON est avocat au Barreau de PARIS depuis 2007, associé au sein du Cabinet HUGLO LEPAGE & Associés Conseil.

Fort d'une expérience de 2 années de pratique en tant que juriste en entreprise en France et à l'étranger et d'une pratique débutée dans des cabinets de renommée internationale, Maître Adrien FOURMON consacre l'essentiel de son activité d'avocat au droit public économique, au droit de l'énergie et au droit des nouvelles technologies environnementales en conseil, ainsi qu'en contentieux. Il conseille des entreprises, institutions financières, fonds d'investissements et collectivités locales dans le cadre de l'élaboration de documentation contractuelle et dans le montage de projets.

Il développe aujourd'hui les nouvelles thématiques liant l'énergie et les nouvelles technologies environnementales au droit du développement durable.

Co-auteur du Code de l'environnement commenté aux éditions LexisNexis, de fascicules en droit de l'environnement ou de nombreuses publications, il intervient régulièrement pour des enseignements et formations en droit de l'environnement, ainsi qu'en droit public économique. Il a participé à l'ouvrage collectif « 5 millions de logements à rénover – 10 propositions pour réussir la transition énergétique ».

Il enseigne actuellement le droit de l'environnement à l'Institut de la Construction et de l'Habitation au CNAM, ainsi qu'à l'IUT de Rambouillet (Université de Versailles).

Manuel GEA

Manuel Gea is co-founder & CEO Bio-Modeling Systems: The world's first Mechanisms-based Medicine company

He is Chairman of the Independent trans-discipline biotech Think Tank AdebioTech, and the co-founder and Chairman of Centrale-Santé, the French Health Think-Tank gathering 2500 members, professional involved in sector innovations and creating value for patients.

Manuel Gea (56 years old) is a serial entrepreneur & business angel developing disruptive innovations (technologies, novel therapies & business models) in the life sciences, IT, digital, healthcare & cosmetics sectors to propose disruptive integrated solutions adapted to each segment.

He spent 30 years creating value in various domains and executive jobs:

- from consumer goods Industry to cosmetics, biotechnology & pharma companies and,
- from business to R&D at Colgate-Palmolive, McKinsey, Boehringer Ingelheim, HemispherX Biopharma, Pherecydes-Pharma, BMSystems and,
- co-founding or contributing to professional organizations (Leem biotech, Medef, Medicen cluster) and Think-Tanks (AdebioTech, Centrale-Santé) to promote disruptive innovation and entrepreneurship.

He is graduated from Ecole Centrale Paris, and has a sociology of organizations degree from Paris IX Dauphine University.

Manuel Gea, is co-founder, CEO & VP R&D IT of BMSystems, The Mechanisms-Based Medicine Company dedicated to the discovery of cost-effective new therapeutic, diagnostic & preventive solutions.

CADI™ Discovery is, since 2004, the first and only to date operational "Mechanisms-based Medicine" platform, that addresses two of the major life sciences issues:

- the complexity of life's mechanisms with its "Architectural Principle",
- the significant unreliability of scientific and clinical publications through its "Negative Selection Principle".

Philippe GLORENNEC

Philippe Glorennec est Ingénieur INSA en Physique et ingénieur en Génie Sanitaire, docteur en Sciences de la Santé, habilité à diriger des recherches. Il est Professeur de l'Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique (EHESP) à Rennes. Coordonnateur

EHESP du master mention Santé Publique, il enseigne les méthodes d'évaluation des expositions risques sanitaires liés aux contaminants chimiques de l'environnement.

Ses recherches menées au sein de l'UMR Inserm 1085 (Institut de recherche en santé, environnement et travail, Rennes) portent sur les expositions et risque liés aux contaminants des habitats tels que le plomb ou les composés organiques semi-volatils.

Président de la section "méthodologie d'évaluation des risques" de la Société Française de Santé Environnement, il est également membre du Comité d'Experts Spécialisé "Air" et du groupe de travail "méthodologies d'évaluation des risques" de l'Anses, des groupes de travail "Plomb et dépistage du saturnisme infantile" du Haut Comité de Santé Publique, et du conseil scientifique de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur.

Chantal GUILLARD

Chantal Guillard, a obtenu son diplôme d'ingénieur chimiste en 1985 à l'ESCIL (Ecole Supérieure de Chimie Industrielle de Lyon). En 1989, elle devient Doctoc-ès-Sciences en Catalyse à l'université de Lyon. Elle entre la même année au CNRS pour travailler en photocatalyse avec le professeur Pierre Pichat et le Professeur Jean-Marie Herrmann. Actuellement elle est Directrice de Recherches au CNRS, à l'Institut de recherche sur la catalyse et l'Environnement de Lyon, laboratoire entièrement dédié au processus de catalyse hétérogène, ciblant ses activités de recherches sur les enjeux du développement durable. Elle est l'auteur de 145 publications, 278 communications et 7 brevets centrés sur la Photocatalyse. Son facteur H-est de 41. Ses études dans le domaine de la photocatalyse sont consacrées à des recherches fondamentales afin de mieux comprendre les mécanismes de réaction photocatalytique dans le traitement de l'eau et de l'air, mais elle s'intéresse également aux propriétés auto-nettoyantes et super-hydrophiles de matériaux photocatalytiques. De plus elle développe de nouveaux matériaux photocatalytiques activables sous UV et/ou sous visible, elle travaille particulièrement sur les textiles lumineux photocatalytiques à base de fibres optique en partenariat avec la société Brochier Technologie. Depuis 2005, elle collabore avec différents microbiologistes afin de mieux comprendre l'inactivation des microorganismes (bactéries, champignons) en présence de photocatalyseurs. Outre ses recherches elle est animatrice du groupe de travail européen CEN TC 386 consacré à la standardisation de matériaux photocatalytique pour le traitement d'air et participe activement, depuis 2008 au groupe de travail de l'AFNOR sur la photocatalyse.

Bérénice JENNESON

Bérénice JENNESON, métrologue de formation, est référente bâtiment, spécialisée sur la qualité de l'air intérieur au sein de l'unité projet d'Atmo Grand Est. A ce titre, elle coordonne et planifie des projets visant à développer les connaissances relatives à l'exposition des populations dans les lieux clos. Elle intervient également en tant qu'expert lors de situations de qualité de l'air intérieur dégradées et de recherche de sources. Les associations de surveillance de la qualité de l'air dont ATMO Grand Est, sont regroupées nationalement au sein de la fédération Atmo France. Bérénice Jenneson assure également le rôle de référente et de coordinatrice sur la qualité de l'air intérieur pour Atmo France.

Pascal KALUZNY

Saadia Kerdine-Römer

Saadia Kerdine-Römer, PhD in Toxicology 1996 (University Paris-Sud) post-doctoral fellow 1996-1998 (Prof. E. Rüde, Institute of Immunology, Germany), assistant professor 1998 (Department of Toxicology, School of Pharmacy, University Paris Sud). In 2011, she was hired full Professor in the Department of Toxicology (School of Pharmacy, University of Paris-Sud).

Since 2013, she is principal investigator in the INSERM laboratory UMR 996.

Since 2004, she has been the PhD advisor of 10 students. She is also a scientific expert for ANSM (Agence Nationale de la Santé pour le Médicament) & ANSES (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail).

Saadia Kerdine-Römer, Paris-Sud University, Paris Saclay, INSERM UMR 996, is a toxicologist and a specialist in immunotoxicology. She has addressed how sensitizers, chemicals and TLR agonists activate dendritic cells. Currently, she is focusing her work on studying the role of Nrf2 as a biomarker in the activation of dendritic cells in vitro and, as an important mediator in skin allergy in response to chemicals. She is also involved in many cosmetic groups for her expertise in skin allergy (Pierre Fabre, THOR).

Mathilde LAGESSE

Après des études d'ingénieur en agronomie et en chimie, Mathilde rejoint la direction de l'innovation et du développement durable de Bouygues Immobilier afin de travailler sur l'intégration des problématiques de nature en ville, de biodiversité, de bien-être et de santé dans l'acte de construire. Concernant ce dernier point, la qualité de l'air intérieur est un enjeu fondamental pour Bouygues Immobilier. En effet, le sujet est intégré à la production globale de l'entreprise depuis 2011 dans le but d'actionner les leviers à disposition du promoteur pour approcher une meilleure qualité de l'air possible à la livraison des opérations immobilières.

Danielle LANDO

Danielle Lando est titulaire d'un doctorat d'état obtenu à l'Institut Pasteur pour la recherche en virologie. Elle a effectué sa carrière dans l'industrie pharmaceutique ou elle a exercé des fonctions de chercheur en pharmacologie cellulaire et moléculaire avant de prendre la responsabilité des biotechnologies au sein de Roussel Claf devenu Aventis. Elle a œuvré

pour des rapprochements entre son entreprise et le secteur académique en soutenant des projets collaboratifs. Elle a été membre nommé au Comité National du CNRS de 1995 à 2000.

Depuis 2001, elle exerce des activités scientifiques bénévoles au sein d'Adebiotech et est actuellement vice Présidente de Adebiotech.

Corinne MANDIN

Corinne Mandin est ingénieur chimiste (ENSCM) et docteur en sciences de la santé (Université de Rennes). Ses travaux de recherche porte sur les expositions de la population aux substances chimiques présentes dans l'air des lieux de vie.

Elle a rejoint le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) en 2009, où elle est responsable de la division «Expologie – Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI)». Cette division assure la mise en œuvre du programme de l'OQAI, notamment via la coordination de campagnes nationales.

Elle a présidé le groupe de travail « Valeurs guides de qualité d'air intérieur » à l'Agence nationale de sécurité sanitaire (Anses) de 2010 à 2013. Auparavant, elle avait contribué à l'élaboration des valeurs guides de qualité de l'air intérieur de l'Organisation mondiale de la santé en 2010. Depuis juillet 2016, elle est vice-présidente en charge de la recherche de l'*International Society of Indoor Air Quality (ISIAQ)*.

Francelyne MARANO

Francelyne MARANO est Professeur de biologie cellulaire et de toxicologie à l'université de Paris Diderot, Présidente du Groupe de veille sur les impacts sanitaires des nanotechnologies et Membre du Haut Conseil de Santé publique.

Ses travaux de recherche portent sur la toxicité respiratoire des polluants atmosphériques, plus spécifiquement, sur l'étude de leurs mécanismes d'action au niveau cellulaire et moléculaire.

Principales responsabilités

- Responsable du Master Recherche et professionnel "Toxicologie, Environnement, Santé".
- Codirectrice de l'École doctorale médicament, chimie, toxicologie, environnement des universités Paris Descartes et Paris Diderot.
- Membre du conseil scientifique du programme PRIMEQUAL (MEDD) 1998-2006.
- Présidente du conseil scientifique de l'Agence française de sécurité sanitaire environnementale (AFFSE) 2002-2006.
- Membre de la commission d'orientation du Plan national santé environnement - 2004.
- Vice-présidente du conseil scientifique de l'Institut national industriel et des risques (INERIS).
- Membre du conseil scientifique des appels d'offre Santé environnement travail et contaminants, écosystèmes, santé de l'Agence nationale pour la recherche.

Représentante française dans l'action européenne COST 633 pour une meilleure connaissance de la pollution particulaire atmosphérique au niveau européen et de ses impacts.

- Membre du collège État G3, Grenelle de l'Environnement et du COMOP 20 pour l'élaboration du rapport pour le PNSE2.
- Présidente du comité de suivi sur les risques émergents du PNSE2.
- Membre du Haut conseil de Santé publique et présidente du groupe de veille sur l'impact sanitaire des nanotechnologies.
- Expert auprès du SCCP et du SCHENIR (DG SANCO) pour les impacts sanitaires des nanoparticules.

Luc MOSQUERON

Docteur en pharmacie, titulaire d'un DEA en « Méthodes de Recherche en Santé Environnement » et de formations universitaires en toxicologie, épidémiologie et santé publique, Luc Mosqueron travaille depuis près de 20 ans dans les domaines de la santé-environnementale et de la santé au travail, en particulier sur l'évaluation de l'exposition et des risques sanitaires liés à la qualité de l'air.

Riche d'une expérience au Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris, en bureau d'études, puis à l'INERIS, il exerce aujourd'hui depuis 7 ans une fonction d'expertise sur les risques sanitaires au sein de la Direction de la Recherche et Innovation de Veolia (Département Support Scientifique).

A l'issue de sa thèse sur l'exposition individuelle aux particules fines et dioxyde d'azote chez des citoyens, il a, tout au long de ses expériences professionnelles, réalisé ou participé à de nombreux travaux ou études français ou internationaux ciblés sur la qualité de l'air, que ce soit sur la pollution atmosphérique urbaine, la qualité de l'air intérieur ou la qualité de l'air en milieu professionnel.

Stéphane MOULARAT

Responsable R&D de la division Agents Biologiques et Aérocontaminants du CSTB

Titulaire d'un doctorat en biochimie de l'Université Paris-Est Marne-la-Vallée, portant sur la détermination des contaminations fongiques dans les environnements intérieurs, Stéphane MOULARAT est à l'origine de la thématique « détection des polluants biologiques » au Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), établissement public dans lequel il œuvre depuis 17 ans en tant qu'ingénieur d'étude et de recherche et est aujourd'hui responsable R&D de la division.

Son domaine d'étude concerne le développement de solutions innovantes dédiées à la détection de pollutions fongiques, polliniques et chimiques dans les environnements intérieurs. Ses recherches sont à la fois destinées à la santé des occupants de ces environnements et à la préservation du patrimoine.

Cette activité le conduit à élaborer des systèmes micro-capteurs dédiés à la qualité de l'air intérieur et notamment à la détection précoce de contaminants biologiques et chimiques. Il est l'auteur de 18 publications, 56 communications et 7 brevets. En 2014, Stéphane MOULARAT a été Lauréat du prix des techniques innovantes POLLUTEC/ADEME pour le développement d'une balise de surveillance et de diagnostic des polluants de l'air intérieur. En 2016, ses travaux sont récompensés par un Best Paper Award au colloque IAQVEC en Corée. Outre ses activités de recherche, il dispense des enseignements sur la qualité microbiologique des environnements intérieurs dans 12 formations universitaires.

Lucie OZIOL

Maître de Conférences, Université Paris-Sud (Faculté de Pharmacie), UMR CNRS 8079

Docteur en « Sciences Biologiques et Pharmaceutiques » de l'Université de Bourgogne, titulaire d'un DEA en « Sciences de l'Alimentation » et biochimiste de formation, Lucie Oziol est depuis 2004 enseignant-chercheur en Santé Publique-Environnement à l'Université Paris-Sud.

Ses travaux de recherches en santé-environnement se basent sur ses compétences dans le domaine de la toxicologie cellulaire et de la chimie analytique. Ils portent sur la caractérisation du danger inhérent à la multi-contamination par des perturbateurs endocriniens de diverses matrices environnementales (aquatiques ou atmosphériques), vecteurs d'exposition pour les êtres vivants, par une double approche chimie-biologie afin d'appréhender les interactions d'effet entre contaminants (effets « cocktail »).

Elle est fortement impliquée dans la formation à l'évaluation des risques sanitaires, tant au niveau du Master 2 « Santé Publique et Risques Environnementaux » que du Master 1 « Environnement » de l'Université Paris-Sud (intégré dans le Master 1 « Santé Publique » depuis 2015).

Marc PALLARDY

Professeur, INSERM UMR 996, Faculté de Pharmacie - Université Paris Sud

Diplômé en Pharmacie en 1982, Marc Pallardy fait une thèse en toxicologie en 1997 à l'Université Paris-Sud 11. Il est professeur assistant en 1987/88 du Docteur Jack Dean.

En 1997, il est professeur et responsable du département de toxicologie à l'Université Paris-Sud.

Actuellement, il est vice Doyen et Directeur de la recherche à la faculté de pharmacie de Paris-Sud, Directeur du Master "Toxicologie humaine, évaluation des risques et vigilance" et du Doctorat "Innovation thérapeutique : du fondamental à l'application" et responsable de l'UMR-S 996 "Cytokines, chimiokines et immunopathologie" de l'INSERM. Il est notamment membre de plusieurs groupes au sein de l'ANSM.

Thierry PERLANT

Diplômé d'un DESS en biotechnologies appliquées de l'Université de Paris VI, Thierry Perlant a dirigé pendant 7 ans le service d'expertises en salles propres et qualité de l'air du groupe Puissance Air, puis rejoint en 2009 la filiale, IPL Santé Environnement Durable, de l'Institut Pasteur de Lille.

En 2012, il fonde la société In Situ Environnement, bureau d'études et d'expertises spécialisé dans les problématiques de contamination en lien avec la QAI et dans la maîtrise aéraulique des salles propres et des environnements de travail.

Sur la base d'études menées sur des phénomènes de type « Sick Building Syndrome », et de programmes d'écoconception (programme Forcebat), il participe à la mise en œuvre d'indicateurs QAI pour les ERP.

Thierry Perlant est membre depuis 2003 de l'Aspec (Association Pour la Prévention et l'Etude de la Contamination) dont il prend la présidence de 2009 à 2011.

Expert AFNOR, de 2006 à 2011, il participe aux travaux de révision de la norme internationale ISO 14644-1 (WG1) et aux travaux de révision de la norme hospitalière NFS 90351.

Jean-Charles PONELLE

- DESS « Environnement » Mention : Assurances et Pollutions
- Maîtrise de Biologie UPMC PARIS VI
- Responsable national Qualité de l'Air – OFIS SEURECA du groupe VEOLIA

Domaines de compétences :

Formations - Expertises de la Qualité de l'Air Intérieur - Etudes et interprétations analytiques - Gestion de crise - Evalueur technique COFRAC « essais d'évaluation de la qualité de l'air intérieur »

Expérience :

20 ans d'expérience dans la Qualité de l'Air Intérieur - + de 500 sites audités - Conception de publications relatives à la Qualité de l'Air Intérieur - Conception et animation de formation

Principales missions réalisées :

Audit de la qualité de l'air dans les locaux à pollution non spécifique selon la norme XP-X-43-401 (Plus de 500 sites) : Aérobiocontamination, contamination biologique de surface, paramètres thermohygrométriques, indices de confort, mesures chimiques (CO, CO₂), contamination particulaire (comptage, concentration massique), mesures des COV et aldéhydes.

Mise en place d'études spécifiques :

- Etude en collaboration avec le CSTB et le Docteur Squinazi sur les émissions de COV au niveau des parfums d'intérieurs.
- Diagnostic du fonctionnement des réseaux aérauliques, recherche de contaminants spécifiques
- Développement d'un protocole sur la problématique odeurs
- Participation aux Groupes de travail et comités techniques auprès des organismes de recherche de Veolia Environnement dans le domaine de la qualité de l'air.
- Membre du groupe de Travail HQE Performance Qualité d'Air Intérieur : mise en place de guides de bonnes pratiques en conception exploitation.

Martine RAMEL

Martine RAMEL est responsable du pôle Risques et Technologies Durables au sein de la Direction des Risques Chroniques de l'INERIS.

Martine RAMEL dispose de plus de 20 ans d'expertise dans les domaines de l'évaluation des risques sanitaires et de la qualité des différents milieux d'exposition : Air extérieur et air intérieur, sols, eaux souterraines...

A ce titre, Martine RAMEL pilote notamment de nombreux travaux en appui à la gestion des pollutions historiques, concernant, en particulier, l'impact des transferts de composés volatils vers l'intérieur des bâtiments : modélisation et protocoles de caractérisation des transferts (gaz du sol et air intérieur).

L'implication de l'INERIS dans le domaine de l'air intérieur depuis plus de 15 ans constitue un prolongement logique de son positionnement en métrologie pour la caractérisation des milieux et en évaluation et prévention des risques sanitaires au plus proche des situations d'expositions réelles.

Le rôle majeur de l'Institut sur la thématique l'a amené à animer et coordonner le réseau RSEIN (recherche santé environnement intérieur), qui rassemble depuis 2001 l'ensemble des acteurs français réunis autour de la thématique de la qualité de l'environnement intérieur.

Nathalie REDON

Docteur en Electronique, Nathalie REDON a rejoint en 2008 le département Sciences de l'Atmosphère et Génie de l'Environnement (SAGE) des Mines de Douai (IMT). Depuis près de 40 ans, les activités de recherche de ce laboratoire portent sur les thématiques environnementales en lien avec la qualité de l'air et l'impact des activités humaines sur la composition des atmosphères intérieures et extérieures. Les projets de recherche visent à une meilleure compréhension des processus physico-chimiques de génération et de transformation des polluants gazeux et particulaires. Dans ce contexte, Nathalie REDON, membre de l'équipe "capteurs", s'intéresse d'une part au développement de surfaces sensibles à base de nano-composites organiques conducteurs pour la détection de gaz spécifiques (ammoniac, amines, formaldéhyde, ...), et d'autre part, à l'utilisation de réseaux de micro-capteurs de gaz (semi-conducteurs, électrochimiques, optiques,...) pour la qualification semi-quantitative de signatures de pollution pour des applications en air extérieur (indice de qualité de l'air) ou en air intérieur (détermination et suivi de l'efficacité de procédés de traitement de l'air). Enfin, le département SAGE, est également membre du LCSQA (Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air), structure mise en place par le Ministère en charge de l'Ecologie et à laquelle sont confiées des missions en lien avec la métrologie des polluants en air intérieur et extérieur, la modélisation et l'identification de sources. A ce titre, Nathalie REDON est chargée du développement et de la mise en œuvre d'un protocole d'évaluation métrologique de micro-capteurs pour la mesure indicative des polluants gazeux réglementaires et des particules, et fait partie du groupe de travail de cette thématique au niveau du Comité Européen de Normalisation.

Véronique RIFFAULT

Professor Véronique RIFFAULT, after a PhD at ICARE/CNRS Orléans, and a 2-year postdoc at NOAA/Univ. Colorado in Boulder, USA, was recruited in 2006 at IMT Lille Douai, where she is the current scientific coordinator of the "Reactivity and air treatment" topic. Her research activities are focused on the characterization of fine aerosol composition and formation processes through lab and field experiments. In particular, she investigates: (i) the heterogeneous kinetics and mechanisms of reactions of volatile organic compounds with surfaces (mineral dust, organics); and (ii) fine aerosol composition either by filter sampling and/or near-real-time online analyses during several national and international field campaigns in urban, industrial and rural areas.

Her work in the field of atmospheric chemistry has resulted in 36 peer-reviewed articles (h-index: 11) and more than 120 communications (among them 54 contributed talks) in international and national conferences.

Laurence ROBERT

Après l'obtention d'un doctorat dans le domaine des échanges thermiques, Laurence ROBERT a débuté son parcours professionnel, en 2000, au CSTB de Nantes, par un post-doctorat suivi d'un poste d'ingénieur de recherche dans le domaine de l'épuration des fumées issues de la combustion du bois. En 2006, elle rejoint l'industriel des conduits de fumées POUJOLAT et participe aux recherches du laboratoire du groupe : le CERIC. Elle y travaille essentiellement sur le développement des poêles à granulés et sur le combustible biomasse. Elle conduit pendant cette période, plusieurs projets ADEME relatifs au bois-énergie. Fin 2011, elle rejoint l'INRS dans le département ingénierie des procédés et plus spécifiquement dans le laboratoire : ingénierie aéraulique. Elle travaille comme responsable d'études et de recherches dans le domaine de l'impact de la ventilation sur la qualité de l'air intérieur pour les salariés dans les locaux de type tertiaire. Depuis 2012, Laurence ROBERT anime un groupe de travail au sein du réseau de prévention, sur le travail en ambiances

thermiques dégradées et assure une formation dans cette thématique. Depuis 2017, Laurence ROBERT siège au conseil scientifique de l'OQAI.

Olivier ROBINOT

Olivier ROBINOT, né le 4 décembre 1953 est Directeur de la Promotion et des Grands Projets chez **France Air**, entreprise spécialisée dans la conception et la commercialisation de matériel de diffusion, ventilation, protection incendie, traitement de l'air, chauffage et climatisation.

Après des études de thermique et de mécanique des fluides, il est diplômé de l'IUT de Ville d'Avray et du CNAM.

Il intègre le groupe France Air en Octobre 1977 dans lequel il occupera successivement les postes d'ingénieur technico-commercial, directeur de région, directeur de la prescription et directeur grands comptes.

Depuis 2012, il est en charge de la promotion de l'image de marque de l'entreprise et des solutions innovantes auprès des maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre avec pour fil conducteur l'amélioration de la qualité d'air intérieure tout en veillant à optimiser les consommations énergétiques par la récupération des énergies fatales.

Il est également membre du conseil scientifique des associations Equilibre des Energie et Coenove dont les objectifs premiers sont la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Pierre ROY

Directeur Adjoint - Innovation et Relation avec les Entreprises (DIRE) - Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)

Pierre Roy débute sa carrière comme chercheur, lors de ses travaux de thèse en chimie organique sous la direction de Marc Julia (ENS), puis au CNRS en Physicochimie (RMN des protéines).

En 1988, il rejoint l'industrie chimique (Dow Chemical, Horgen – CH) et y développe de nouveaux fluides industriels à base de polyglycols (liquides pour l'automobile, lubrifiants synthétiques, tensio-actifs...).

En 1995 il revient en France au sein du groupe Protex International, une société indépendante de spécialités chimiques, pour y développer les partenariats avec la recherche publique mais aussi des gammes de matériaux innovants.

En 2006, il est de nouveau au CNRS en tant que coordonnateur du réseau des Services du Partenariat et de la Valorisation, services mettant en œuvre en région la politique du CNRS en matière de relation avec les partenaires (industriels, régions, ANR, Europe...) et de valorisation des résultats de la recherche.

Depuis 2010, il assure l'intégration et la participation active du CNRS au sein des écosystèmes d'innovation dont ceux financés dans le cadre du programme investissement d'avenir et tout particulièrement dans les structures dédiées au partenariat et à la valorisation : SATT, CVT, IRT, IEED, Pôles de compétitivité, Instituts Carnot...

Plus récemment il a repris la responsabilité des programmes tournés vers les laboratoires et les instituts du CNRS, comme la pré-maturation, les start-up ou encore l'innovation ouverte et ce dans le cadre des priorités stratégiques en matière de partenariat et de valorisation : Axes stratégiques d'innovation ; Focus Transfert CNRS...

Pierre Roy, âgé de 56 ans, est Ingénieur de l'École Polytechnique (1979) et Docteur de l'Université Pierre et Marie Curie (1985).

Xavier STREBELLE

Ingénieur de l'Industrie et des mines, Xavier STREBELLE rejoint en 2010 la Direction générale de la Prévention des Risques du ministère de l'environnement, où il a en charge, depuis 2014, le bureau santé-environnement.

La direction générale de la prévention des risques (DGPR) est chargée des risques naturels et hydrauliques, technologiques et sanitaires liés à l'environnement afin de préserver les vies et de protéger les atteintes aux biens et à l'environnement et ainsi de contribuer au développement durable des territoires.

Au sein du service des risques sanitaires liés à l'environnement des déchets et des pollutions diffuses, le bureau santé environnement est en particulier chargé d'élaborer les plans nationaux pluriannuels santé environnement (PNSE), de concevoir et mettre en œuvre la politique en matière de qualité de l'air intérieur, d'appuyer la gestion de situations de contaminations de l'environnement (Dioxine, PCB, chlrodécone...) et de réaliser des missions de prospective sur les risques émergents.

Thu-Hoa TRAN-THI

Thu-Hoa TRAN-THI a reçu son diplôme de Doctorat ès-Sciences Physiques, option Chimie sous Rayonnement en 1983 à l'Université de Paris XI. Depuis 1982, en tant que chercheur au CNRS, elle a conduit des recherches dans différents domaines d'étude incluant les propriétés photophysiques et photochimiques des complexes de porphyrines et de phtalocyanines, les mécanismes de transfert d'énergie, d'électron et de proton en solution, dans les systèmes solides amorphes (matériaux sol-gel) et organisés (films de Langmuir-Blodgett), en utilisant des méthodes spectroscopiques de sonde (absorption ou fluorescence) couplées à des sources d'excitation rapides (ms à ns) et ultra-rapides (pico à la centaine de femtoseconde).

En 1989, en tant que chercheuse invitée, elle a rejoint l'Université de Sherbrooke au Québec, où elle a développé des recherches sur des systèmes mixtes de porphyrines et de phtalocyanines pour la photothérapie des cancers en collaboration avec des physiciens, chimistes, biologistes et théoriciens du Département de Médecine Nucléaire et de Biologie. Cette collaboration s'est poursuivie de 1990 à 2000, période au cours de laquelle elle a œuvré en tant que Professeure Associée

au département. De 2000 à 2006, elle a été vice-présidente puis présidente du Groupe Français de Photochimie (GFP). Depuis 1998, elle utilise ses compétences en chimie et photochimie pour l'élaboration de capteurs chimiques de polluants atmosphériques pour la qualité de l'air, la surveillance de l'exposition des travailleurs et pour la lutte contre le terrorisme.

En mars 2010, avec deux collègues du CEA, elle crée la start-up ETHERA (www.etheralabs.com), qui produit des capteurs nanoporeux pour la mesure de polluants toxiques de l'air intérieur et des filtres spécifiques pour la dépollution de l'air.

Elle a dirigé 88 étudiants incluant 18 doctorants et 26 post-doctorants. Elle a publié 90 articles dans divers journaux et revues et a déposé 16 brevets dont 6 ont été licenciés.

Elle est actuellement Directrice de Recherche et anime l'équipe « Capteurs Chimiques » du Laboratoire des Edifices Nanométriques au sein de l'UMR 3685 NIMBE, une unité du CEA de Saclay associée au CNRS. Elle est également conseillère scientifique d'ETHERA depuis 2011.

Marie VERRIELE DUNCIANU

Marie VERRIELE DUNCIANU est enseignante-chercheuse à l'IMT Lille Douai où elle a intégré le département Sciences de l'Atmosphère et Génie de l'Environnement depuis 2012. Elle co-anime les activités du laboratoire « Polluants Odorants et Emergeants », mais est également rattachée aux activités en lien avec la Qualité de l'Air Intérieur. Ses thèmes de recherche concernent d'abord le développement de nouvelles stratégies de mesures pour la caractérisation de l'air ambiant mais aussi des émissions et des interactions gaz-surfaces. Elle travaille à la meilleure caractérisation des sources de COV et des autres phénomènes régissant la qualité de l'intérieur (émissions, sorption, réactivité) à l'échelle du réacteur mais aussi à l'échelle réelle pour une amélioration de l'implémentation de ses processus dans les modèles de qualité de l'air.

Par ailleurs, son expertise se porte sur la métrologie des composés odorants dans l'environnement et en air intérieur, mais aussi sur la surveillance des nuisances olfactives environnementales.

Eric VIAL

Titulaire d'un diplôme d'ingénieur de l'Ecole Centrale de Lille et d'un diplôme d'ingénieur en génie atomique de l'Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires, il a débuté sa carrière à l'Institut de Protection et de Sécurité Nucléaire en 1994 (devenu Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire en 2002). Fort d'une longue expérience dans le domaine de la sûreté des installations nucléaires, au cours de laquelle il a été en charge d'un service spécialisé dans l'analyse de sûreté des systèmes et de la protection contre les risques, il devient en 2008 responsable d'un service d'expertise en radioprotection des travailleurs, des patients et de la population. Après avoir occupé à partir de 2012 le poste d'adjoint à la directrice de la protection de l'homme, il est devenu depuis 2016 adjoint à la directrice en charge des activités de l'IRSN dans le domaine de la gestion des situations d'urgence nucléaire ou radiologique.

Christophe YRIEIX

Docteur en chimie de l'environnement et santé. Depuis 1997, il est responsable du secteur Qualité de l'Air au sein du laboratoire de chimie-écotoxicologie de l'Institut Technologique Forêt Cellulose Bois-construction Ameublement (FCBA). Ce laboratoire réalise des essais pour caractériser les impacts des produits bois sur l'air, l'eau et les sols (tests d'émission dans l'air, tests d'écotoxicologie sur les compartiments aquatique et terrestre, toxicités aiguë et chronique, estimations des émissions dans l'environnement à l'échelle laboratoire et terrain, études de résidus organiques et inorganiques).

Il participe à l'expertise sanitaire des produits de construction, de décoration et d'ameublement auprès des entreprises de la filière bois et de l'ameublement, et des pouvoirs publics. Il réalise aussi des audits techniques dans le cadre de la mise en place des nouvelles méthodes d'analyse liées à la surveillance de la qualité de l'air intérieur.



AMÉLIORER LA QUALITÉ DE L'AIR POUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTÉ

La qualité de l'air constitue un enjeu de Société majeur pour la planète. Sa qualité est menacée et entraîne des problèmes de santé publique (maladies cardio-vasculaires, maladies respiratoires...) avec un coût conséquent, humain et financier, pour la société.

Air Liquide agit de façon citoyenne pour préserver l'environnement et la santé, avec comme objectifs d'améliorer la qualité de l'air et de lutter contre le réchauffement climatique. Son engagement se traduit par des actions concrètes comme par exemple :

Fournir des solutions plus respectueuses de la vie et de l'environnement à ses clients

Air Liquide aide ses clients à réduire leurs émissions de CO₂ et à améliorer leur empreinte environnementale. Plus de 40 % du chiffre d'affaires du Groupe provient d'applications liées à protection de la vie et de l'environnement.

Favoriser la mobilité propre

Air Liquide travaille sur les procédés de production et de distribution de l'hydrogène, que ce soit pour retirer le soufre des hydrocarbures dans les raffineries ou pour accompagner le déploiement de l'énergie hydrogène.

Produire propre

Le Groupe travaille continuellement à l'amélioration de l'empreinte énergétique et environnementale de ses produits et services.

Découpler les moyens de recherche

Air Liquide s'appuie sur la science des **petites molécules essentielles** pour améliorer la qualité de l'air. En 2016, la **R&D** du Groupe a renforcé ses moyens de recherche grâce à l'**open innovation** illustrée notamment par la création de la **plateforme de recherche collaborative** Axel'one, spécialisée dans l'analyse des procédés industriels.

Avec le **i-Lab** (innovation lab), son laboratoire de réflexion et d'expérimentation, Air Liquide imagine et conçoit des solutions pour améliorer la qualité de l'air intérieur et extérieur.

Protéger les plus fragiles

Acteur engagé, Air Liquide propose des solutions pour contrôler la qualité de l'air des établissements recevant un public sensible, notamment des écoles. Depuis 2013, une gamme de mélanges de gaz accrédités COFRAC sont disponibles pour le calcul des indices de confinement en CO₂ qui mettent en évidence la mauvaise ventilation préjudiciable aux capacités scolaires des élèves.

industrie.airliquide.fr

Partager la connaissance

Les propriétés physicochimiques des petites molécules essentielles à la vie, à la matière et à l'énergie sont consultables gratuitement sur le nouveau site de l'encyclopédie des gaz.

encyclopedia.airliquide.com

Agir ensemble

«Act for Air» est une plateforme d'innovation collaborative lancée par le i-Lab visant à réunir les initiatives pour améliorer la qualité de l'air en ville. Objectif : mobiliser les parties prenantes concernées (industriels, pouvoirs publics, start-up, scientifiques, enseignants - chercheurs) pour faire émerger des projets d'innovation sur cet enjeu de santé publique.

actforair.com

Pour en savoir plus

www.airliquide.com
[@airliquidegroup](https://twitter.com/airliquidegroup)
facebook.com/airliquide

Liste des Participants

AGUIR Khalifa UNIV AIX MARSEILLE
ALLOUL-MARMOR Laure CONSULTANTE
AGUIR Khalifa UNIV AIX MARSEILLE
ALLOUL-MARMOR Laure CONSULTANTE
ANDRÈS..... Yves..... IMT ATLANTIQUE
BALTY Isabelle INRS
BAUDE..... Jean-Louis CONIDAIR
BERTHIN..... Stéphane..... AERECO
BIERRY..... Aurélie QUAD-LAB
BONNET Valery..... DELTA NEU
BORIE..... Marie Laurence MERCATE
BORLOZ..... Stephane..... BANYAN HEALTH
BOUALLALA..... Souad..... ADEME
BOULGANA Rachid..... LVMH RECHERCHE
BRESSOT..... Christophe INERIS
BUCHMANN..... Andrée OQAI
BULTEAU Anne-Laure CNRS
CACHOT..... Lionel FRANCE AIR
CARRÉ Martine..... AIR LIQUIDE
CAVAGNINO Andréa OXIPROTEOMICS
CHAIZE Cyrielle TESORA
CHERRUAULT Rodolphe..... ZEHNDER GROUP FRANCE
COLLET..... Jean-Luc..... ARCHITECTE URBANISTE
COSTARRAMONE Nathalie UNIV DE PAU
COUDERC..... François IN SITU ENVIRONNEMENT
DANOUX Louis BASF

DE BLAY Frédéric..... HÔPITAUX UNIV DE STRASBOURG
 DE BOISSESON Anne-Estelle..... GREASE
 DE RÉALS..... Tiphaine..... FELLOWES FRANCE
 DELANOË Antoine UNIV CAEN NORMANDIE
 DELORT Anne-Marie UNIV CLERMONT AUVERGNE
 DEMATTEO..... Charline INDDIGO
 DESAUZIERS Valérie..... IMT MINES ALÈS
 DESBLES Fanny BIODIV'AIR SANTÉ
 DESBOIS Sarah INOPRO IAO
 DORNBIERER..... Charles-Henri..... FELLOWES FRANCE
 DUBACQ..... Sophie BERTIN TECHNOLOGIES
 DUMOUTIER Nadine SUEZ
 DUTRIEZ..... Cédric MERCATE
 ELFAYOUMI Maya AZELIES
 FAVARD Alexandre..... UNIV AIX MARSEILLE
 FELDMANN Christian VENTILAIRSEC
 FOURMON Adrien CABINET HUGLO-LEPAGE
 GLATT..... Nicolas ZAACK
 GLORENNEC..... Philippe EHESP, IRSET
 GROSJEAN..... Rémi..... CNRS
 GUICHARD Christophe AIR LIQUIDE
 GUILLARD Chantal CNRS
 HALLEMANS..... Elise CEREMA
 HATTON Juliette SUP'BIOTECH
 HULLARD..... Isabelle HELIOS VENTILATEURS
 JARDINIER Elsa AERECO
 JENNESON..... Bérénice..... ATMO GRAND EST
 KALUZNY Pascal TERA ENVIRONNEMENT
 KERDINE-RÖMER Saadia..... UNIV PARIS-SUD

LAGESSE..... Mathilde..... BOUYGUES IMMOBILIER

LAMARRE..... Fabrice..... UNICLIMA

LANDO..... Danielle..... ADEBIOTECH

LE BECHEC..... Mickael..... CNRS

LECLERCQ..... Emmanuel..... IGIENAIR

LEMEHAUTE..... Karine..... AIR BREIZH

LESIEUR..... Isabelle..... SAINT GOBAIN ISOVER

MANDIN..... Corinne..... CSTB

MARANO..... Francelyne..... UNIV PARIS DIDEROT

MARLANGE..... Aymeric..... AIRJIN

MEILHOC..... Adeline..... AIRJIN

MERY..... Denise..... AIR LIQUIDE

MILLET..... Armelle..... BIOTECH INFO

MORIAU..... Séverine..... ZAACK

MOSQUERON..... Luc..... VEOLIA

MOTZKUS..... Charles..... CSTB

MOULARAT..... Stéphane..... CSTB

OHL GASTEAU..... Violaine..... UNICLIMA

OURY..... Benoît..... INRS

OZIOL..... Lucie..... UNIV PARIS-SUD

PERHAUT..... Jérôme..... FELLOWES FRANCE

PERLANT..... Thierry..... IN SITU ENVIRONNEMENT

PERNELET-JOLY..... Valérie..... ANSES

PERUCHON..... Laure..... BROCHIER TECHNOLOGIES

PETIT..... Philippe..... UTC / CIAT

PFAENDER..... Romain..... IGIENAIR

PICARD..... Raphael..... ECOMESURE

PITANCE..... Bertrand..... ANALYZAIR LABO

PONELLE..... Jean-Charles..... OFIS SEURECA VEOLIA

PROUST..... Anais..... AIRLABCONTROL
 PRUVOST..... Sophie IMPAC INGENIERIE
 QABBAL..... Loubna..... HEI LILLE
 RALAIVAO Martine..... MAIRIE DE RENNES
 RAMEL Martine..... INERIS
 RANNOU Alain IRSN
 REDON Nathalie IMT LILLE DOUAI
 RIEUNIER Fanny LABORATOIRE CENTRAL
 RIFFAULT Véronique IMT LILLE DOUAI
 ROBERT Laurence INRS
 ROBINOT Olivier FRANCE AIR, UNICLIMA
 ROCCHI Steffi CNRS
 ROMANYTSIA..... Ivan..... RUBIX SI
 ROUX Emmanuel CEREMA NORD-PICARDIE
 SANDEVOIR..... Camille..... AZELIES
 SCHILT Elisabeth EUROMÉTROPOLE DE STRASBOURG
 SKANJI..... Yasmine ZAACK
 SOUGOUMAR Sindou..... SUP'BIOTECH
 SOULIER..... Anne-Marie DHUP MINISTÈRE DU LOGEMENT
 STREBELLE..... Xavier..... MTES
 TOITOT Clarisse ADEBIOTECH
 TRAN-THI Thu-Hoa..... CEA SACLAY
 TRAVERSE..... Sylvie..... BURGEAP
 VANDEBEEK Julien..... ATLANTIC
 VANDENBORGHT..... Louise-Eva..... GENOSCREEN
 WEI Xiao..... ARIA TECHNOLOGIES
 YRIEIX Christophe FCBA