



Commission
européenne



Lignes directrices pour des environnements sains dans les écoles européennes



REGIONAL ENVIRONMENTAL CENTER

Commission européenne

Direction générale de la santé et des consommateurs

Direction générale Centre commun de recherche – Institut pour la santé et la protection des consommateurs

Contact

Adresse: Via E. Fermi 2749, TP 281, I-21027 Ispra (VA), Italy

Courriel: JRC-IHCP-CAT@ec.europa.eu

Tél. +39 0332 78 9871

Fax +39 0332 78 5867

Des renseignements supplémentaires sur la direction générale de la santé et des consommateurs sont disponibles

à l'adresse: http://ec.europa.eu/dgs/health_consumer/index_fr.htm

Des renseignements supplémentaires sur le Centre commun de recherche sont disponibles à l'adresse: <https://ec.europa.eu/jrc/>

Avis juridique

Le présent document est publié conjointement par la direction générale de la santé et des consommateurs et la direction générale Centre commun de recherche de la Commission européenne, le service scientifique interne de la Commission européenne. Il vise à fournir au processus d'élaboration des politiques européennes un soutien fondé sur des données scientifiques. La production scientifique qu'il présente ne constitue pas une position politique de la Commission européenne. Ni la Commission européenne ni ses représentants ne peuvent être tenus pour responsables de l'utilisation qui pourrait être faite de la présente publication. Les auteurs et contributeurs assument l'entière responsabilité du contenu du présent rapport. Les opinions qui y sont exprimées ne représentent pas le point de vue de la Commission européenne. L'Union européenne, la Commission européenne et l'Agence exécutive pour la santé et les consommateurs déclinent toute responsabilité quant aux informations contenues dans ce rapport ou à leur utilisation.

Toutes les images © Union Européenne 2014, à l'exception de la couverture: iStockphoto, © skynesher 2011

JRC87071

EUR 26726 FR

ISBN 978-92-79-39154-5 (PDF)

ISSN 1831-9424 (en ligne)

doi: 10.2788/90224

Luxembourg: Office des publications de l'Union européenne, 2014

© Union européenne, 2014

Reproduction autorisée, moyennant mention de la source.

Imprimé en Italie

Résumé

Le présent document décrit le cadre des lignes directrices pour des environnements sains dans les écoles européennes qui a été élaboré par le projet SINPHONIE (Schools Indoor Pollution and Health – Observatory Network in Europe). Son objectif est de constituer un guide de référence qui rassemble de façon cohérente et exhaustive les connaissances les plus récentes, à la lumière des résultats du projet SINPHONIE. Cela couvre les principaux facteurs de risque et les stratégies de prévention, de contrôle, d'assainissement et de communication pour un environnement scolaire sain en Europe. Ces lignes directrices pour des environnements sains dans les écoles européennes s'adressent tout d'abord aux décideurs concernés au niveau européen et national, ainsi qu'aux autorités locales qui souhaitent améliorer l'environnement scolaire intérieur dans leur pays, tout en respectant les spécificités (environnementales, sociales, économiques) de leurs situations nationales et locales. Un deuxième groupe cible susceptible de bénéficier directement des lignes directrices se compose des concepteurs et gestionnaires des bâtiments scolaires (chargés de leur conception, de leur construction et de leur rénovation), des écoliers et de leurs parents, des enseignants et autres membres du personnel des écoles. Il est conseillé aux utilisateurs de consulter dans un premier temps les orientations nationales pertinentes et de se servir de la présente publication pour obtenir des informations complémentaires.



SINPHONIE

Observatoire européen de la qualité de l'air intérieur et de la santé dans les écoles

Lignes directrices pour des environnements sains dans les écoles européennes

Le présent rapport a été élaboré par:

Stylianos Kephelopoulos (Commission européenne, Centre commun de recherche), Éva Csobod (REC, Hongrie), Yuri Bruinen de Bruin (RIVM, Pays-Bas), Eduardo de Oliveira Fernandes (IDMEC-FEUP, Portugal)

Avec les contributions de:

Paolo Carrer (UMIL, Italie), Corinne Mandin (CSTB, France), Marianne Stranger (VITO, Belgique), Isabella Annesi-Maesano (UPMC Paris 06, France), Marcia Giacomini (UBA, Allemagne), Ellen Koudijs (RIVM, Pays-Bas), Hans Moshammer (Université de médecine de Vienne, Autriche), Peter Rudnai (NIEH, Hongrie), Joana Madureira (IDMEC-FEUP, Portugal), Dejan Mumovic (UCL, Royaume-Uni), Dainius Martuzevičius et Edvinas Krugly (KUT, Lituanie), Anne Hyvärinen, Martin Täubel et Kati Järvi (THL, Finlande), Zorica Zivkovic (USMS, Serbie), Helena Kazmarová (SZU, République tchèque), Michal Jajcaj et Henrieta Savinová (UVZSR, Slovaquie), Vasiliki Assimakopoulos et Margarita-Niki Assimakopoulos (UOA, Grèce), John Bartzis et Krystallia Kalimeri (UOWM, Grèce), Eugen S. Gurzau et Iulia Neamtii (EHC, Roumanie), Peter van den Hazel (VGGM, Pays-Bas), Stephen Montefort (WALDONET, Malte), Adamos Hadjipanayis (Larnaca General Hospital, Chypre), Eduart Cani (REC, Albanie)



REGIONAL ENVIRONMENTAL CENTER

Le Centre régional de l'environnement pour l'Europe centrale et orientale
2000 Szentendre
Ady Endre ut 9-11, Hongrie

Remerciements

Ce document a été élaboré dans le cadre du projet SINPHONIE (Schools Indoor Pollution and Health – Observatory Network in Europe), financé par le Parlement européen et réalisé dans le cadre d'un contrat avec la direction générale de la santé et des consommateurs (DG SANCO) (SANCO/2009/C4/04, contrat SI2.570742).

Les auteurs de ce rapport tiennent à exprimer leur profonde reconnaissance à tous leurs collaborateurs pour leur contribution remarquable à la réalisation du projet SINPHONIE et à l'élaboration des lignes directrices pour des environnements sains dans les écoles européennes.

Leurs remerciement vont également tout particulièrement aux enseignants, aux élèves et aux parents qui ont participé au projet, pour leur enthousiasme et leur étroite coopération.

Lignes directrices pour des environnements sains dans les écoles européennes

TABLE DES MATIÈRES

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DES LIGNES DIRECTRICES POUR DES ENVIRONNEMENTS SAINS DANS LES ECOLES EUROPEENNES	8
2. APERÇU ET ANALYSE DES INITIATIVES INTERNATIONALES EXISTANTES EN FAVEUR D'UN ENVIRONNEMENT INTERIEUR SAIN DANS LES ECOLES	11
3. LIGNES DIRECTRICES POUR DES ENVIRONNEMENTS SAINS DANS LES ECOLES EUROPEENNES	13
3.1 FACTEURS-CLES D'UN ENVIRONNEMENT INTERIEUR SAIN DANS LES ECOLES	15
3.2 LES SYMPTOMES ET PROBLEMES SANITAIRES FACE AUX AGENTS D'AGRESSION POTENTIELS	18
3.2.1 <i>Symptômes sanitaires liés à des agents d'agression physiques, chimiques et biologiques</i>	18
3.2.2 <i>Comment reconnaître des problèmes de santé liés à la QAI dans les écoles</i>	19
3.3 INDICATEURS, OUTILS, PROTOCOLES ET LIGNES DIRECTRICES POUR LA SURVEILLANCE DE LA QAI ET L'EVALUATION SANITAIRE DANS UN ENVIRONNEMENT SCOLAIRE	20
3.4 ORIENTATIONS POUR LES STRATEGIES DE PREVENTION, DE CONTROLE, D'ASSAINISSEMENT ET DE COMMUNICATION	26
3.4.1 <i>Orientations en matière d'hygiène générale et d'exigences spécifiques de QAI dans les bâtiments scolaires</i>	26
3.4.2 <i>Orientations concernant les exigences structurelles applicables aux bâtiments scolaires</i>	27
3.4.3 <i>Orientations concernant les exigences en matière de climat intérieur, de ventilation et d'acoustique pour les bâtiments scolaires</i>	30
3.4.4 <i>Orientations concernant la gestion des sources de pollution de l'air intérieur</i>	31
3.4.5 <i>Orientations concernant les stratégies de contrôle de l'exposition</i>	31
3.4.6 <i>Orientations concernant l'éducation et la communication</i>	32
3.5 CONSEILS POUR UN ENVIRONNEMENT SCOLAIRE SAIN SELON LE LIEU SPECIFIQUE	34
4. CRITERES DE TRANSPOSITION DES LIGNES DIRECTRICES POUR DES ENVIRONNEMENTS SAINS DANS LES ECOLES EUROPEENNES DANS LA LEGISLATION NATIONALE	44
4.1 RELATION ENTRE LE COUT DES MESURES ET LES AVANTAGES EN TERMES DE SANTE	45
5. DEFIS ET RECOMMANDATIONS EN TERMES DE MISE EN ŒUVRE	50
6. REFERENCES	53
7. ANNEXES	56
ANNEXE A – <i>VUE D'ENSEMBLE DES INFORMATIONS RELATIVES AUX INITIATIVES POLITIQUES (REGLEMENTATIONS, LOIS, LIGNES DIRECTRICES, PROGRAMMES) POUR DES ENVIRONNEMENTS SCOLAIRES SAINS DANS LES PAYS EUROPEENS</i>	57
ANNEXE B – <i>AGENTS D'AGRESSION PHYSIQUES ET CHIMIQUES A PRENDRE EN CONSIDERATION DANS L'ENVIRONNEMENT SCOLAIRE (SOURCES, EFFETS SUR LA SANTE, OPTIONS DE GESTION DES RISQUES/MESURES DE CONTROLE, NORMES/LIGNES DIRECTRICES/RESULTATS DE SINPHONIE A TITRE DE COMPARAISON)</i>	68
ANNEXE C – <i>AGENTS D'AGRESSION MICROBIOLOGIQUES EN RELATION AVEC L'AIR INTERIEUR (SOURCES, EFFETS SUR LA SANTE, OPTIONS DE GESTION DES RISQUES/MESURES DE CONTROLE, NORMES/LIGNES DIRECTRICES/RESULTATS DE SINPHONIE A TITRE DE COMPARAISON)</i>	86

AVANT-PROPOS

En Europe, plus de 64 millions d'élèves et près de 4,5 millions d'enseignants passent plusieurs heures chaque jour de classe dans les locaux des écoles maternelles, primaires ou secondaires. Les enfants passent plus de temps à l'école que dans tout autre endroit, excepté leur maison. De nombreux éléments attestent des effets potentiels sur la santé de divers polluants susceptibles de se trouver à l'intérieur des bâtiments, notamment des écoles, qu'ils soient présents dans l'air intérieur ou émis par des produits, des matériaux ou des activités. La présence de polluants dans les écoles est susceptible d'avoir des répercussions sur la croissance des enfants, sur leurs possibilités d'apprentissage et sur leurs résultats, ainsi que sur leur épanouissement culturel et social. Au cours des dernières décennies du 20^e siècle, une augmentation de la prévalence de l'asthme bronchique a été constatée dans le monde industrialisé, notamment en Europe. Les enfants asthmatiques étant connus pour être particulièrement sensibles aux effets d'une mauvaise qualité de l'air, une attention croissante a été portée à l'environnement scolaire intérieur et extérieur.

Dans le cadre de la stratégie européenne en matière d'environnement et de santé, la Commission européenne a soutenu plusieurs projets clés visant à mettre au point des approches intégrées pour remédier aux problèmes de qualité de l'air et de santé (c'est-à-dire des approches couvrant toute la chaîne, depuis l'exposition aux causes et sources potentielles de pollution jusqu'aux options stratégiques et politiques, en passant par l'évaluation des risques sanitaires) dans différents types de bâtiments, y compris les écoles.

Le Parlement européen a accordé à la Commission européenne les moyens nécessaires au financement du projet SINPHONIE dans le but d'établir un réseau scientifique/technique agissant au niveau européen dans la perspective d'améliorer à long terme la qualité de l'air dans les écoles et les jardins d'enfants et de réduire ainsi chez les enfants et les enseignants le risque et la prévalence des maladies respiratoires potentiellement dues à une exposition combinée à la pollution de l'air intérieur et extérieur. SINPHONIE a été un projet phare fournissant des méthodes et des outils standardisés destinés à mieux caractériser l'environnement intérieur des écoles et à mieux prévenir les risques pour la santé des élèves et des personnels scolaires. Parallèlement, le projet a soutenu l'élaboration des politiques futures en formulant des lignes directrices, des recommandations et des options de gestion des risques en vue d'améliorer la qualité de l'air et, par ricochet, la santé dans les écoles.

SINPHONIE a défini un cadre et des lignes directrices pour des environnements sains dans les écoles européennes, dans le but de relier, de façon à la fois cohérente et exhaustive, les connaissances les plus récentes (principaux facteurs de risque et stratégies de prévention, de contrôle, d'assainissement et de communication pour un environnement scolaire sain en Europe) et les résultats spécifiques du projet.

Ces lignes directrices pour des environnements sains dans les écoles européennes sont destinées à enrichir et renforcer les recommandations nationales et locales existantes et s'adressent en premier lieu aux décideurs concernés au niveau européen et national, ainsi qu'aux autorités locales. Elles visent à améliorer l'environnement scolaire intérieur dans les pays européens, tout en respectant les particularités (environnementales, sociales, économiques) des situations nationales ou locales. Un deuxième groupe cible susceptible de bénéficier directement de ces lignes directrices se compose des concepteurs et gestionnaires des bâtiments scolaires (chargés de leur conception, de leur construction et de leur rénovation), des écoliers et de leurs parents, des enseignants et autres membres du personnel des écoles.

Mr John F Ryan
Commission européenne
Direction générale de la santé et des consommateurs
faisant fonction de la direction «Santé publique »

Dr Krzysztof Maruszewski
Commission européenne
Direction générale Centre Directeur
commun de recherche
Directeur de l'Institut pour la
santé et la protection des
consommateurs

1. Contexte et objectifs des lignes directrices pour des environnements sains dans les écoles européennes

Un environnement scolaire sain est une importante condition préalable pour garantir la croissance des enfants, leurs possibilités d'apprentissage et leurs résultats, ainsi que leur épanouissement culturel et social. En particulier, il convient de se préoccuper de la qualité de l'air de l'environnement scolaire, en raison du temps que passent les enfants à l'école et de leurs caractéristiques physiologiques, qui en font un groupe particulièrement vulnérable au sein de la population. En Europe, plus de 64 millions d'élèves et près de 4,5 millions d'enseignants sont exposés à l'air intérieur dans les écoles. Ils passent plus de temps dans ces environnements fermés (écoles pré-primaires, primaires et secondaires et structures d'accueil des enfants) qu'en tout autre endroit, hormis leur domicile.

Il existe de nombreux éléments attestant des effets potentiellement nocifs pour la santé de divers polluants atmosphériques susceptibles d'être présents à l'intérieur des locaux, notamment dans les écoles. Une mauvaise qualité de l'air affecte notre bien-être général ainsi que notre confort et peut entraîner des difficultés respiratoires et d'autres conséquences pour la santé, comme des maladies cardiovasculaires ou des cancers, du fait de la présence de plusieurs polluants spécifiques préjudiciables à la santé. Le problème a été abondamment traité dans la littérature scientifique [par exemple, les lignes directrices relatives à la qualité de l'air (OMS, 2005, 2009, 2010), les stratégies de gestion de la qualité de l'air intérieur (QAI) (EnVIE, 2008; SEARCH, 2010; etc.)] et a aussi été abordé dans les déclarations politiques [Déclaration ministérielle de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) à Parme, 2010].

Une augmentation de la prévalence de l'asthme bronchique a été enregistrée au cours des dernières décennies du 20^e siècle dans le monde industrialisé, y compris en Europe. Les enfants asthmatiques sont réputés exceptionnellement sensibles aux effets d'une mauvaise qualité de l'air. Les écoles constituent donc un milieu particulièrement critique pour ce groupe de population à risque. Un rapport de la Fédération européenne des associations de l'asthme et des allergies (EFA) de 2002 (EFA, 2002) recensait divers problèmes de qualité de l'air intérieur (QAI) dans les écoles des pays européens. Il soulignait le manque d'études sur leurs conséquences pour la santé et de méthodologies normalisées permettant d'adopter une approche intégrée des problèmes et d'évaluer l'impact de différentes politiques locales relatives à l'environnement intérieur des bâtiments scolaires.

En 2010, la déclaration de Parme de l'OMS/Europe, approuvée par 53 pays, appelait les États membres de la région européenne de l'OMS à mettre en œuvre des actions mesurables afin d'atteindre les objectifs fixés. Son «but prioritaire régional III – prévenir les maladies en améliorant la qualité de l'air extérieur et intérieur» mentionne: «Nous avons l'intention de garantir à chaque enfant un environnement intérieur favorable à la santé dans les services de garde d'enfants, les jardins d'enfants, les écoles et les lieux récréatifs publics, en appliquant les valeurs guides de l'OMS sur la qualité de l'air intérieur et, conformément à la Convention-cadre pour la lutte antitabac, en assurant que ces environnements sont sans fumée d'ici 2015. »

Dans le prolongement des objectifs de la déclaration de Parme, le projet SINPHONIE (Observatoire européen de la qualité de l'air intérieur et de la santé dans les écoles), financé par le Parlement européen et soutenu par la Commission européenne, a été le premier projet-pilote d'envergure européenne à surveiller parallèlement l'environnement scolaire et la santé des enfants dans 23 pays d'Europe (SINPHONIE,

2013). Ce projet d'une durée de deux ans (2010-2012) a mobilisé l'expertise pluridisciplinaire de 38 partenaires (plus un partenaire associé) dans 25 pays.

L'apport décisif du projet SINPHONIE réside dans ses méthodologies et outils normalisés permettant de mieux caractériser les environnements intérieurs des écoles et d'évaluer les risques pour la santé des élèves et du personnel. Il a formulé des lignes directrices et des recommandations pour des environnements scolaires sains qui couvrent un large éventail de situations en Europe. De plus, il représente une occasion unique et un excellent moyen de renforcement des capacités pour plusieurs institutions nationales, principalement dans les pays de l'Est et du Sud de l'Europe. En ce sens, il a constitué un exemple remarquable de «transfert technologique» en matière de méthodologies d'évaluation de la qualité de l'air intérieur et de son incidence pour la santé dans les pays européens. Pour atteindre l'objectif des environnements scolaires sains en Europe, il est nécessaire d'adopter une approche globale et intégrée des stratégies de prévention, de contrôle, d'assainissement et de communication à l'égard des problèmes de qualité de l'air et de santé (c'est-à-dire qu'il faut couvrir toute la chaîne, depuis l'exposition aux causes et sources potentielles de pollution jusqu'aux options stratégiques et politiques, en passant par l'évaluation des risques sanitaires) dans les écoles, compte tenu de l'emplacement, de la conception, de la construction, de l'utilisation, de la gestion et de l'entretien des locaux.

Le présent document décrit le cadre des lignes directrices pour des environnements sains dans les écoles européennes qui a été élaboré par le projet SINPHONIE pour servir de base à un éventuel programme, coordonné au niveau de l'Union, en faveur d'un environnement scolaire sain.

Son objectif est de constituer un guide de référence qui rassemble de façon cohérente et exhaustive les connaissances les plus récentes, à la lumière des résultats du projet SINPHONIE. Cela couvre les principaux facteurs de risque et les stratégies de prévention, de contrôle, d'assainissement et de communication pour un environnement scolaire sain en Europe. Ces orientations visent à proposer des conseils qui pourraient être considérés comme généralement applicables dans la plupart des environnements scolaires d'Europe. Cependant, puisque chaque environnement scolaire est unique (en termes de conception, de conditions climatiques, de modes de fonctionnement, etc.), ces conseils doivent être adaptés en conséquence au niveau national ou local. À cet effet, le rapport définit aussi des critères pour l'adoption et la transposition des orientations dans les mesures et actions politiques nationales des pays européens. Dans cette perspective, les orientations présentées ici ne sont pas destinées à remplacer, mais plutôt à enrichir et renforcer les instructions nationales et locales, qui resteront le premier point de référence.

Il convient de souligner que les présentes lignes directrices visent à promouvoir une démarche préventive, d'un bon rapport coût-efficacité – en termes d'efforts et d'investissements nécessaires pour obtenir une bonne qualité de l'air intérieur dans un environnement scolaire donné –, plutôt qu'une attitude attentiste, qui ne cherche à résoudre les problèmes qu'après leur apparition.

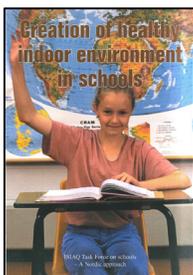
Ces lignes directrices pour des environnements sains dans les écoles européennes s'adressent tout d'abord aux décideurs concernés au niveau européen et national, ainsi qu'aux autorités locales qui souhaitent améliorer l'environnement scolaire intérieur dans leur pays, tout en respectant les spécificités (environnementales, sociales, économiques) de leurs situations nationales et locales. Un deuxième groupe cible susceptible de bénéficier directement des lignes directrices se compose des concepteurs et gestionnaires des bâtiments scolaires (chargés de leur conception, de leur construction et de leur rénovation), des écoliers et de leurs parents, des enseignants et autres membres du personnel des écoles.

Il est conseillé aux utilisateurs de consulter dans un premier temps les orientations nationales pertinentes et de se servir de la présente publication pour obtenir des informations complémentaires.

2. Aperçu et analyse des initiatives internationales existantes en faveur d'un environnement intérieur sain dans les écoles

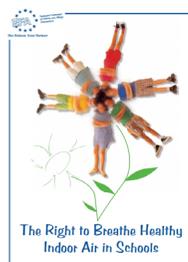
L'élaboration de ce document s'est fondée sur un examen des informations les plus récentes collectées dans la littérature et auprès des partenaires de SINPHONIE à propos d'initiatives nationales (lignes directrices, programmes et réglementations) destinées à améliorer l'environnement intérieur des écoles en Europe et ailleurs dans le monde. Les informations recueillies ont ensuite été analysées, en portant plus particulièrement attention à la situation en Europe. Les principales similitudes et différences entre les pays européens ont été relevées et documentées.

ISIAQ



La société internationale de la qualité de l'air intérieur et du climat (ISIAQ – International Society of Indoor Air Quality and Climate) a publié en 2001 le rapport «Creation of Healthy Indoor Environment in Schools», qui propose des spécifications garantissant un bon environnement intérieur dans les écoles, des méthodes de contrôle des bâtiments scolaires posant des problèmes en matière de climat intérieur, des recommandations sanitaires pour la rénovation et la gestion des écoles, ainsi que des mesures correctives.

EFA



En 2001, dans le contexte de son projet sur la pollution de l'air intérieur dans les écoles, financé par l'Union, la Fédération européenne des associations de l'asthme et des allergies (EFA) a formulé des recommandations et des propositions pour un environnement scolaire sain en Europe, qui ont été présentées dans la brochure «The Right to Breathe Healthy Indoor Air in Schools».

OMS



L'OMS a publié deux documents présentant des lignes directrices et des recommandations à propos de la qualité de l'air intérieur (sans traiter spécifiquement de l'environnement scolaire). Ses lignes directrices sur l'humidité et les moisissures sont parues en 2009 (OMS, 2009) et celles concernant la qualité de l'air intérieur et les substances chimiques ont été publiées en 2010 (OMS, 2010). Bien que les deux séries de lignes directrices portent sur la qualité de l'air intérieur dans les habitations, elles peuvent aussi s'appliquer aux bâtiments scolaires. Les lignes directrices de l'OMS sur la QAI recommandent des valeurs guides permettant de réduire sensiblement les risques pour la santé, comme l'exacerbation de l'asthme, le rhume des foins, l'atopie, etc., et elles fournissent une base scientifique pour l'adoption de normes légalement contraignantes dans toutes les régions du monde. Les lignes directrices s'adressent aux professionnels

de la santé publique qui s'occupent de la prévention des risques sanitaires associés à l'exposition environnementale, ainsi qu'aux spécialistes et aux autorités responsables de la conception et de l'utilisation des bâtiments ou des matériaux et produits employés à l'intérieur.

US EPA



Depuis plus de 10 ans, l'Agence américaine pour la protection de l'environnement (US EPA) met à la disposition des responsables, membres du personnel et enseignants de divers établissements scolaires, des professionnels de la santé, ainsi que des élèves et de leurs parents un ensemble d'outils de QAI pour les écoles («IAQ Tools for Schools»). Ces outils présentent des bonnes pratiques, des lignes directrices et un modèle de plan de gestion de la QAI permettant d'améliorer la qualité de l'air à peu de frais. Tout le matériel concerné est disponible à l'adresse: <http://www.epa.gov/iaq/schools/>. L'ensemble d'outils est aussi utilisé au Canada.

Pays européens



Une vue d'ensemble des informations obtenues auprès des pays européens est fournie à l'annexe A. Il y apparaît que les mesures politiques diffèrent selon les pays. Dans le cas des pays qui ont effectivement mis en place des mesures, il existe certains objectifs communs, malgré des divergences dans la portée et le degré de détail de ces mesures. Plusieurs pays ont adopté des lignes directrices et des recommandations pour informer les écoles sur les moyens de se doter d'un environnement intérieur sain. Cependant, bon nombre de ces orientations ne se rapportent pas directement à l'amélioration de la QAI dans les bâtiments scolaires en particulier. Certaines mesures sont obligatoires, tandis que d'autres ne sont que des recommandations. Un pays impose aussi de procéder à des analyses pour mesurer la QAI.

L'annexe A montre que, dans plusieurs pays européens, il existe des exigences en matière d'hygiène. Il semble qu'à l'origine, beaucoup de ces exigences ne soient pas directement destinées à améliorer spécifiquement la QAI, mais plutôt à maintenir des conditions d'hygiène élémentaires dans les bâtiments scolaires, de façon à prévenir certaines maladies infectieuses communes. Les exigences en matière d'hygiène impliquent de veiller à des choses comme les pratiques de nettoyage, l'hygiène personnelle, la sécurité alimentaire et l'équipement des locaux (éclairage et ventilation). L'annexe A fait aussi apparaître que certains pays ont des exigences plus techniques axées spécifiquement sur l'amélioration de la QAI dans les bâtiments scolaires. Celles-ci peuvent porter sur la conception de bâtiments scolaires, le placement d'une ventilation mécanique, ou des programmes d'assainissement consécutifs à la détection de problèmes.

L'examen des initiatives nationales dans les États membres de l'Union, les pays en voie d'adhésion et les pays candidats effectué dans le cadre de SINPHONIE a permis de constater que l'Allemagne et la France ont adopté un ensemble complet de lignes directrices et de recommandations relatives aux conditions d'hygiène et de QAI dans les écoles, aux mesures de contrôle de polluants spécifiques dans l'air intérieur, aux prescriptions portant sur la structure des bâtiments et le climat intérieur, aux

procédures à suivre en cas de problèmes liés à l'environnement intérieur et aux mesures d'assainissement.

Les lignes directrices allemandes pour l'hygiène de l'air intérieur dans les bâtiments scolaires ont été publiées par l'Umweltbundesamt en 2008 (UBA, 2008).

En France, dans le contexte du programme français «Grenelle Environnement» (France, 2010), des exigences ont été formulées en vue de procéder périodiquement à des contrôles et audits réglementaires de la QAI dans les écoles, et de mettre en place un système d'étiquetage des matériaux de construction et de décoration.

3. Lignes directrices pour des environnements sains dans les écoles européennes

La formulation d'approches cohérentes de l'environnement scolaire se heurte à des défis majeurs, du fait de la complexité des sources de pollution intérieure et de la relation entre l'exposition à ces sources et les effets sur la santé, mais aussi de la multitude des responsabilités, tant du point de vue des causes qui entraînent une pollution de l'air intérieur qu'en ce qui concerne les mesures de contrôle, dans les bâtiments en général et dans les bâtiments scolaires en particulier.

Il est clair cependant que, pour être efficaces, les politiques visant à améliorer la qualité de l'air intérieur doivent s'inscrire dans une vaste stratégie de gestion qui associe, dans un souci de cohérence interne et externe, les pouvoirs publics, les institutions, les organismes professionnels et les individus. Les plans d'action doivent concerner à la fois les bâtiments nouveaux et existants et être mis en œuvre aussi bien au niveau local qu'à l'échelle nationale. Il importe de prendre en considération: le climat et la qualité de l'air à l'extérieur; les matériaux et les styles des bâtiments; les connaissances et les schémas de comportement des occupants; les politiques en matière d'énergie et de durabilité; et les technologies de construction. Les conditions requises pour concevoir une stratégie efficace sont notamment la justification préalable, la définition d'objectifs, l'appréciation des options de gestion et la volonté politique.

Les considérations susmentionnées font ressortir la nécessité d'aborder et d'évaluer l'environnement scolaire dans une perspective globale et cohérente. Un moyen d'y parvenir consiste à dresser une liste succincte de chaînes de causalité «santé-exposition-source» liées à la qualité de l'air et d'évaluer les options politiques permettant de réduire au minimum aussi bien les effets sanitaires indésirables, en termes de bénéfices envisageables pour la santé publique, que le caractère invasif des mesures. Il convient aussi, en même temps, de prendre en compte la faisabilité politique, juridique, technologique, économique et sociale dans les pays européens.

SINPHONIE a été le premier projet d'envergure européenne à surveiller parallèlement l'environnement scolaire et la santé des enfants dans 23 pays d'Europe, en s'appuyant sur le principe global mis au point par le projet EnVIE financé par l'Union (EnVIE, 2008) (Figure 1). SINPHONIE a évalué la qualité de l'air (à l'intérieur et à l'extérieur) et a mis en regard l'état de santé des écoliers européens, en se servant de méthodologies et d'outils communs et normalisés. Le projet a aussi élaboré des options de gestion des risques et des lignes directrices pour un air sain dans les environnements scolaires d'Europe.

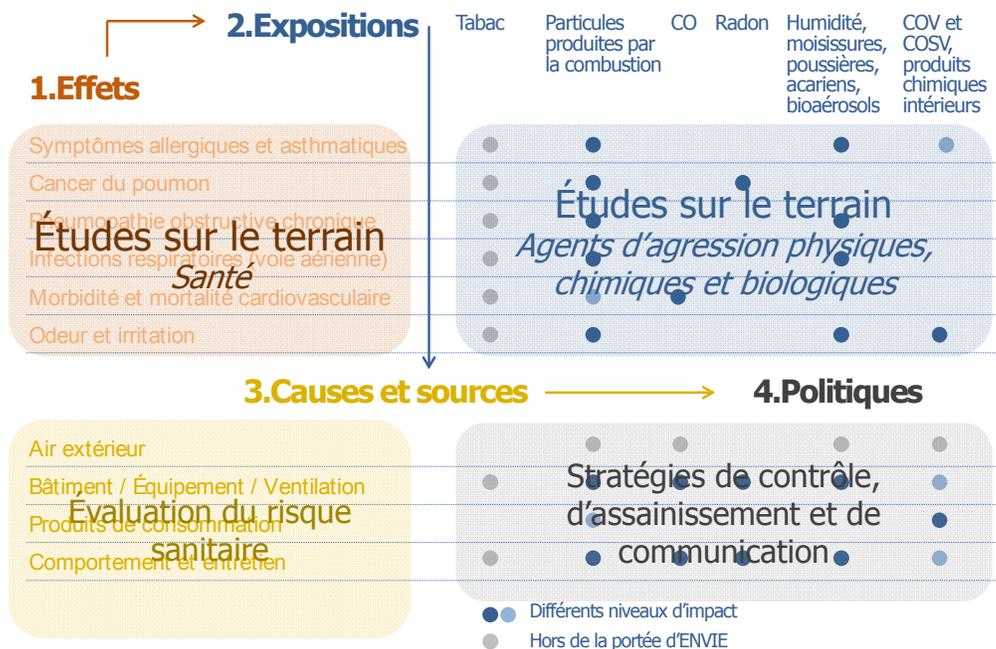


Figure 1. L'approche de SINPHONIE

Le présent rapport rassemble des lignes directrices qui ont été élaborées en tenant compte de l'importance de veiller à la qualité générale de l'air (intérieur/extérieur) dans les bâtiments scolaires et du fait que beaucoup de bâtiments scolaires existants sont très anciens et doivent être réaménagés pour respecter les exigences de performance énergétique de la stratégie Europe 2020 et pour s'adapter aux nouvelles approches pédagogiques. SINPHONIE a formulé un cadre de lignes directrices pour des environnements sains dans les écoles européennes, qui proposent un matériel de référence, des concepts et des recommandations fondés sur:

- l'analyse des initiatives internationales existantes en faveur d'un environnement scolaire sain (décrites au chapitre 2 du présent rapport);
- les résultats spécifiques de SINPHONIE et d'autres projets connexes financés par l'Union.

Les lignes directrices pour des environnements sains dans les écoles européennes décrites dans ce report mettent en relation, de façon cohérente et exhaustive (figure 2):

- les facteurs-clés d'un environnement intérieur sain dans les écoles;
- les symptômes et problèmes sanitaires et les agents d'agression potentiels qui les provoquent;
- des conseils pour un environnement scolaire sain selon le lieu spécifique;
- des stratégies de prévention, de contrôle, d'assainissement et de communication;
- des critères et recommandations pour la transposition des lignes directrices dans les politiques européennes et nationales.

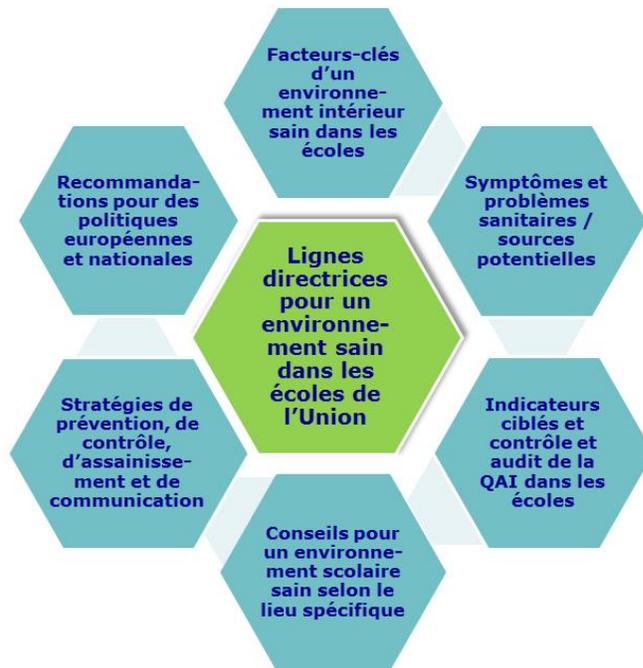


Figure 2. Cadre conceptuel des lignes directrices pour des environnements sains dans les écoles européennes

3.1 Facteurs-clés d'un environnement intérieur sain dans les écoles

L'environnement intérieur dans un bâtiment scolaire est un système complexe, dont les nombreux paramètres ont une incidence sur la santé et le confort des occupants. Un bâtiment scolaire, comme n'importe quel autre bâtiment, est une construction physique qui sert, entre autres choses, à réguler ou contrôler l'exposition environnementale. Plusieurs espaces peuvent être définis dans un bâtiment scolaire. Ils sont utilisés à des fins différentes (par exemple, salles de classe, cantines, ateliers/laboratoires de science, salles de gymnastique, vestiaires, environnement extérieur) et soumis à des exigences différentes selon la densité d'occupation, le type de ventilation (ventilation mécanique en marche ou à l'arrêt, ventilation naturelle, etc.), le chauffage et la charge de pollution. Dans un bâtiment scolaire, la charge de pollution dépend dans une large mesure de l'interaction entre le bâtiment et son environnement extérieur, ainsi que de la façon dont le bâtiment est construit, meublé et utilisé, du type de système de ventilation, et des activités de ses occupants. Les principales sources de contaminants de l'air dans un bâtiment scolaire sont:

- la pollution de l'air extérieur due au trafic et aux activités urbaines et industrielles, ainsi que la pollution provenant de sources voisines ou souterraines, qui pénètre dans le bâtiment scolaire par le système de ventilation ou par infiltration (perméabilité de l'enveloppe du bâtiment, comme les fondations, le toit, les murs, les portes et fenêtres);
- les matériaux de construction et le mobilier des écoles (par exemple, le revêtement des sols et des murs, l'utilisation de peintures et de colles, les matériaux d'isolation, etc.);

- l'état du bâtiment scolaire (par exemple, son âge, les dommages éventuels causés aux murs et aux plafonds par des infiltrations d'eau, l'entretien de la structure du bâtiment et de son équipement, etc.);
- l'eau et le sol (par exemple, les polluants de l'air susceptibles de passer par l'eau de distribution, le radon et les sols contaminés, etc.);
- les processus qui ont cours dans les bâtiments scolaires (par exemple, des processus de combustion éventuels, les systèmes de chauffage, de ventilation et de conditionnement d'air, le traitement du papier, comme le photocopiage, etc.); et
- les occupants du bâtiment scolaire eux-mêmes et leurs activités (par exemple, le tabagisme, l'utilisation de produits nettoyants, la présence de plantes ou d'animaux de compagnie, la cuisine, etc.).

Les sources ordinaires des polluants de l'air intérieur dans les bâtiments scolaires sont présentées dans le tableau 1.

Afin d'évaluer correctement un environnement scolaire et de le garder sain, il est important: a) d'acquérir des informations sur les caractéristiques du bâtiment scolaire et ses conditions d'utilisation (par exemple, les activités des occupants, les travaux d'entretien courants), etc.; b) d'identifier les sources de pollution intérieures et extérieures, de les mesurer et d'en surveiller l'évolution; et c) d'examiner la relation entre les agents d'agression polluants (physiques, chimiques, biologiques) et les problèmes de santé des élèves et du personnel.

En ce qui concerne l'incidence potentielle sur la santé des sources de pollution concernées dans l'environnement scolaire, il convient aussi de prendre en considération l'influence du changement climatique. L'augmentation prévue de la température ambiante et celle du phénomène d'îlot thermique dans certaines zones urbaines, sous l'effet du changement climatique, peuvent induire des changements des conditions atmosphériques qui, à leur tour, peuvent avoir des répercussions sur les conditions intérieures, la circulation de l'air par les fenêtres et la charge de pollution dans les bâtiments scolaires. Par conséquent, il est recommandé d'évaluer l'impact futur des possibles changements climatiques sur la QAI dans un environnement scolaire donné, et d'y intégrer ensuite les informations recueillies à propos des sources et agents d'agression qui affectent cet environnement scolaire, comme le projet SINPHONIE en a fait la démonstration.

En outre, l'application des exigences en matière d'efficacité énergétique dans l'Union (directive sur la performance énergétique des bâtiments, 2010) entraînera une évolution progressive vers un parc immobilier plus économe en énergie en Europe, tant pour les nouvelles constructions que pour les immeubles existants, y compris les bâtiments scolaires. Dans le cadre de la mise en conformité des bâtiments scolaires avec les exigences en matière d'efficacité énergétique, il est recommandé de veiller aussi à préserver une bonne QAI, pour éviter tout effet préjudiciable sur la santé, le confort et la productivité des occupants. À cet égard, les constructions passives et basse énergie sont généralement recommandées. Le défi consiste à rationaliser et optimiser les dépenses en énergie tout en respectant les exigences relatives à la santé et au confort des occupants des bâtiments scolaires.

Tableau 1. Sources habituelles de polluants de l'air intérieur dans les bâtiments scolaires

(Source: guide référence de l'US EPA, «Indoor Air Quality Tools for Schools»)

SOURCES EXTÉRIEURES	BÂTIMENT ÉQUIPEMENTS, COMPOSANTS ET MOBILIER	AUTRES SOURCES INTÉRIEURES POTENTIELLES
<p>Pollution de l'air extérieur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pollens, poussières, spores de moisissures • Émissions industrielles • Émissions de véhicules • Émissions de machines à l'extérieur 	<p>Équipements de chauffage, ventilation et conditionnement d'air</p> <ul style="list-style-type: none"> • Moisissures dans les bacs de récupération de l'eau de condensation, réseau de distribution d'air, serpentins et humidificateurs • Mauvaise évacuation des produits de la combustion • Poussières ou débris dans le réseau de distribution d'air <p>Autres équipements</p> <ul style="list-style-type: none"> • Émissions de l'équipement de bureau (composés organiques volatils, ozone) • Émissions provenant d'ateliers, de laboratoires et de l'équipement de nettoyage 	<ul style="list-style-type: none"> • Fournitures de laboratoire de science • Fournitures des sections artistiques et techniques • Cuisines • Espaces fumeurs • Matériaux de nettoyage/désodorisants • Émissions provenant des déchets • Pesticides
<p>Sources voisines</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quais de chargement • Odeurs de poubelles • Débris insalubres ou conduits d'évacuation d'autres bâtiments près des prises d'air extérieur 	<p>Composants</p> <ul style="list-style-type: none"> • Moisissures sur ou dans des matériaux souillés ou endommagés par l'eau • Siphon asséché qui laisse passer des émanations des égouts • Matériaux contenant des COV (composés organiques volatils), des composés inorganiques, ou amiante endommagé • Matériaux qui produisent des particules (poussières) 	<ul style="list-style-type: none"> • Odeurs, particules et COV émanant de peintures, produits d'étanchéité, colles, vernis • Occupants atteints de maladies infectieuses • Marqueurs effaçables à sec et marqueurs similaires • Insectes et

Sources souterraines <ul style="list-style-type: none"> • Radon • Pesticides • Fuites de réservoirs enterrés 	Mobilier <ul style="list-style-type: none"> • Émissions provenant de nouveaux mobiliers et revêtements de sol • Moisissures sur ou dans du mobilier souillé ou endommagé par l'eau 	autres organismes <ul style="list-style-type: none"> • Produits de soins corporels • Essence stockée et équipement d'entretien des pelouses et jardins
--	---	--

3.2 Les symptômes et problèmes sanitaires face aux agents d'agression potentiels

3.2.1 Symptômes sanitaires liés à des agents d'agression physiques, chimiques et biologiques

L'exposition au large éventail d'agents d'agression physiques, chimiques et biologiques présents dans l'environnement scolaire accroît le risque de problèmes de santé à court et long terme parmi les élèves ou le personnel et celui d'impacts négatifs sur la qualité des bâtiments scolaires.

Les résultats du projet SINPHONIE font ressortir d'importants aspects du schéma complexe d'interrelations entre les facteurs physiques, chimiques et biologiques, l'exposition, les sources/causes et les effets sur la santé des écoliers.

Les problèmes de santé qui affectent les occupants des bâtiments scolaires vont d'une diminution de l'assiduité, du confort et des performances et d'une hausse des taux d'absentéisme parmi les élèves et le personnel, à des effets aigus sur la santé (par exemple, de l'irritation respiratoire), des maladies chroniques (par exemple, de l'asthme et des allergies) et des symptômes associés au syndrome dit du «bâtiment malade» (irritation des yeux, mal de tête, etc.). Le risque est plus élevé dans le cas des personnes allergiques et asthmatiques.

Les effets des problèmes de QAI sur les occupants des bâtiments scolaires se traduisent souvent par des symptômes non spécifiques plutôt que par des maladies bien précises. Les symptômes communément attribués à des problèmes de QAI sont notamment: irritation des yeux, du nez, de la gorge et de la peau; congestion des sinus, toux et éternuements; souffle court; mal de tête et fatigue.

Ces symptômes peuvent être causés par une détérioration de la qualité de l'air dans l'environnement scolaire (à l'intérieur et à l'extérieur), ou peuvent aussi être liés à d'autres facteurs (par exemple, mauvais éclairage, stress, bruit, etc.). Du fait des sensibilités variables des occupants des écoles, les problèmes de QAI peuvent toucher tout un groupe de personnes ou des individus en particulier, et les affecter de manières différentes. Les personnes particulièrement vulnérables aux effets de la pollution de l'air intérieur sont notamment, mais non exclusivement, celles qui présentent: de l'asthme, des allergies ou une forte sensibilité aux produits chimiques; des maladies respiratoires; et un affaiblissement du système immunitaire (dû à une irradiation, une chimiothérapie ou une maladie).

L'un des résultats du projet SINPHONIE indique que 100 000 enfants dans les écoles d'Europe peuvent souffrir d'asthme.

En ce qui concerne le bâtiment scolaire lui-même, une QAI inadéquate pourrait accélérer la détérioration de l'enveloppe du bâtiment dans son ensemble, réduire l'efficacité des installations et équipements scolaires et accroître le risque de fermeture de l'école ou de transfert des occupants dans une autre partie du même immeuble ou dans d'autres bâtiments scolaires.

En termes d'impact social, les problèmes liés à la QAI dans l'environnement scolaire peuvent nuire aux relations au sein de l'administration scolaire ou entre les parents d'élèves et le personnel de l'école, avoir des conséquences négatives sur la confiance de la collectivité et, en définitive, entraîner des problèmes de responsabilité juridique.

3.2.2 Comment reconnaître des problèmes de santé liés à la QAI dans les écoles

Le diagnostic de symptômes liés à la QAI dans les écoles peut se révéler difficile, étant donné que des symptômes comme les maux de tête, la fatigue, le souffle court, la congestion des sinus, la toux, les éternuements, les vertiges, la nausée et l'irritation des yeux, du nez, de la gorge et de la peau peuvent aussi être causés par d'autres facteurs (par exemple, le stress, le bruit, un mauvais éclairage, etc.). Les quelques indications présentées ci-dessous peuvent donner à penser que les symptômes sont liés à des problèmes de QAI:

- les symptômes sont largement répandus dans une classe ou une école;
- les symptômes disparaissent quand les élèves ou le personnel quittent le bâtiment scolaire à la fin de la journée ou pour des périodes plus longues;
- les symptômes sont apparus soudainement après certains changements à l'école (comme l'installation d'un nouveau mobilier, des travaux de peinture, ou l'application de pesticides);
- les réactions surviennent à l'intérieur, mais non à l'extérieur;
- les symptômes ont été identifiés comme étant liés à la QAI par un médecin.

Il faut cependant souligner qu'il n'est pas sans danger de supposer que l'absence de symptômes signifie que la QAI dans l'école est acceptable. Les effets sanitaires d'une exposition de longue durée (comme le cancer du poumon dû au radon) peuvent devenir apparents au bout de nombreuses années seulement.

Le seul moyen objectif de déterminer si les symptômes ou les effets sanitaires observés sont imputables à un problème de QAI est de surveiller les indicateurs dont on sait qu'ils se rapportent aux problèmes les plus courants de santé ou de QAI liés aux bâtiments dans les écoles (voir section 3.3 ci-après). Cette surveillance passe par:

- une inspection de l'environnement du bâtiment scolaire;
- la mesure des agents d'agression physiques, chimiques et biologiques soupçonnés de causer le problème sanitaire;
- le rapprochement entre les résultats obtenus lors des étapes 1 et 2 et des informations relatives aux caractéristiques du bâtiment scolaire (conception, matériaux, mobilier, équipement et climat), au comportement des occupants et aux sources de polluants intérieures et extérieures potentielles, qui seront

recueillies grâce à des questionnaires spécifiques, des essais cliniques et d'autres outils.

3.3 Indicateurs, outils, protocoles et lignes directrices pour la surveillance de la QAI et l'évaluation sanitaire dans un environnement scolaire

Au cours des deux dernières décennies, la Commission européenne, l'OMS et quelques États membres de l'Union ont progressivement mis au point des indicateurs, outils, protocoles et lignes directrices pour surveiller la pollution intérieure attribuée à des agents d'agression physiques, chimiques et biologiques et pour évaluer l'état de santé des occupants de divers environnements intérieurs.

En ce qui concerne la pollution de l'air intérieur due à des substances chimiques, en 2010, l'OMS a publié des lignes directrices et recommandations fondées sur des considérations sanitaires pour les substances chimiques liées à l'air intérieur (polluants de l'air) suivantes: benzène, monoxyde de carbone, formaldéhyde, naphtalène, dioxyde d'azote, hydrocarbures aromatiques polycycliques (notamment le benzopyrène), radon, trichloréthylène et tétrachloréthylène. Les substances considérées proviennent de sources intérieures, sont connues pour leurs risques sanitaires, et sont souvent présentes à l'intérieur des bâtiments et des locaux à des niveaux de concentration dommageables pour la santé.

Les valeurs guides de l'OMS pour certaines substances chimiques se fondent sur une évaluation critique de la définition et de l'application de limites d'expositions intérieures dans l'Union qui a été effectuée par la Commission européenne (DG SANCO et DG JRC) dans le cadre du projet INDEX (Kotzias et al., 2005).

Un autre aspect déterminant de la pollution de l'air intérieur a trait aux agents d'agression biologiques. Cette pollution est causée par des centaines d'espèces de bactéries et de champignons, en particulier des champignons filamenteux (moisissures), qui se développent à l'intérieur quand les conditions d'humidité sont suffisantes. En ce qui concerne les endotoxines, de récentes études ont montré que les niveaux d'exposition dans les salles de classe sont plusieurs fois supérieurs à ceux de l'environnement domestique. En 2009, l'OMS a publié un examen complet des preuves scientifiques sur les problèmes de santé associés à l'humidité des bâtiments et aux agents biologiques. L'étude concluait que les effets les plus importants consistent en une prévalence accrue des symptômes respiratoires, des allergies et de l'asthme, ainsi que des cas de perturbation du système immunologique liés à divers agents d'agression microbiologiques. Les résultats de SINPHONIE ont fait apparaître des associations multiples de certains agents microbiens dans la poussière présente à l'intérieur des écoles avec des symptômes récents, des symptômes plus anciens d'affections respiratoires et des mesures cliniques. Il en ressort que les agents microbiens affectent la santé respiratoire des élèves et des professeurs.

Conformément aux lignes directrices et recommandations susmentionnées, le projet SINPHONIE a eu recours à plusieurs indicateurs et a mis en place des outils et des protocoles afin de surveiller la QAI et l'état de santé des occupants des écoles européennes, comme le montrent les tableaux 2 et 3. Leur utilisation est recommandée pour l'analyse du schéma complexe des interrelations entre les facteurs physiques, chimiques et biologiques, l'exposition, les sources/causes et les effets sur la santé des élèves et du personnel. Les annexes B et C présentent des informations plus détaillées sur les principaux agents d'agression physiques, chimiques et microbiologiques à prendre en considération dans l'environnement scolaire du point de vue de la qualité de l'air intérieur, et les mettent en relation avec les sources, les effets sur la santé, les

options de gestion des risques/mesures de contrôle, et les normes/lignes directrices, ainsi que les résultats de SINPHONIE, à titre de comparaison.

Un sous-ensemble des indicateurs et protocoles mentionnés ci-dessus a été ajusté en fonction des objectifs de l'OMS afin de surveiller les polluants de l'air intérieur dans les écoles de la région européenne de l'OMS. Ce sous-ensemble a été établi en 2011 par l'OMS, en étroite collaboration avec les projets PILOT INDOOR AIR MONIT (arrangement administratif n° SI2.582843 entre la DG SANCO et la DG JRC) et SINPHONIE de la Commission européenne. Les indicateurs et protocoles à utiliser pour suivre la mise en œuvre des engagements assortis d'échéances qui ont été pris par les États membres, lors de la cinquième conférence ministérielle de l'OMS sur l'environnement et la santé en 2010, dans le but de réduire les effets des facteurs de risque environnementaux sur la santé des enfants, sont les suivants:

- moisissures et humidité;
- ventilation (mesurée sur la base des concentrations de CO₂).
- exposition à certains polluants de l'air intérieur dans les écoles (principalement le NO₂ et le formaldéhyde et, à titre facultatif, le benzène).



L'indicateur relatif aux moisissures et à l'humidité requiert des inspections dans les écoles, tandis que les indicateurs portant sur la ventilation et sur l'exposition à certaines substances chimiques dans l'air intérieur nécessitent une surveillance de la qualité de l'air dans les écoles. Les protocoles de surveillance de la QAI dans les écoles sont décrits dans le rapport OMS-JRC (2011). Une enquête-pilote a été menée en 2011 et 2012 en Albanie et en Croatie pour tester la faisabilité des protocoles recommandés et de leur application à plus grande échelle dans la région européenne de l'OMS, qui a débuté en 2013.

Il faut souligner que les travaux susmentionnés ont tiré parti des progrès accomplis parallèlement dans le contexte du projet PILOT INDOOR AIR MONIT (2010-2012) de la Commission européenne. Un cadre d'harmonisation des critères, protocoles et techniques a été élaboré pour la surveillance de l'air intérieur dans divers environnements et pour différents objectifs de mesure de la qualité de l'air intérieur. Ces efforts ont débouché sur un ensemble cohérent et fiable d'indicateurs, d'outils et de protocoles de surveillance de la QAI et de la santé dans l'environnement scolaire en Europe et dans les pays de la région européenne de l'OMS, qui s'appuyait sur des échanges mutuellement enrichissants et sur des synergies renforcées entre la Commission européenne (DG SANCO et DG JRC), l'OMS, les 23 pays européens partenaires du projet SINPHONIE, et les programmes de surveillance de la QAI en cours en Europe, comme l'Observatoire français de la QAI (OQAI, 2001) et l'enquête environnementale allemande (GerES).

Tableau 2. Indicateurs adoptés par SINPHONIE pour la surveillance de la QAI dans les écoles européennes

Agents d'agression physiques et chimiques	Agents d'agression microbiologiques
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Benzène ➤ Trichloroéthylène ➤ Tétrachloroéthylène ➤ Formaldéhyde ➤ Naphthalène ➤ Benzopyrène ➤ a-pinène ➤ d-limonène ➤ Particules PM_{2.5} ➤ Particules PM₁₀ ➤ NO₂ ➤ Ozone ➤ CO ➤ Radon 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Endotoxines ➤ Groupes fongiques et bactériens spécifiques <ul style="list-style-type: none"> • Groupe <i>Penicillium/Aspergillus</i> • <i>Cladosporium herbarum</i> • <i>Aspergillus versicolor</i> • <i>Alternaria alternata</i> • <i>Trichoderma viride</i> • <i>Streptomyces</i> spp. • <i>Mycobacterium</i> spp. ➤ Allergènes <ul style="list-style-type: none"> • Acariens • Allergènes du cheval, du chat et du chien

Tableau 3. Outils et protocoles adoptés par SINPHONIE pour la surveillance de la QAI et de la santé dans l’environnement scolaire de l’Union

OUTILS ET PROTOCOLES ADOPTÉS PAR SINPHONIE POUR LA SURVEILLANCE DE LA QAI ET DE LA SANTÉ DANS L'ENVIRONNEMENT SCOLAIRE DE L'UNION			
Type	Finalité	Acteurs/entités concernés	Description
<i>Questionnaires</i>	Questionnaires visant à apprécier l'état de santé respiratoire des élèves et des enseignants et les facteurs de confusion éventuels liés à leur environnement domestique.	Questionnaire adressé aux enfants	Collecte d'informations sur les symptômes/affections respiratoires/allergiques des enfants, la qualité de l'air ressentie à l'intérieur/à l'extérieur de l'école, et l'influence ressentie d'une mauvaise qualité de l'air sur les résultats scolaires. Dans le cas des jardins d'enfants et des écoles élémentaires, le questionnaire est complété par les parents.
		Questionnaire adressé aux parents	Collecte d'informations sur les symptômes/affections respiratoires/allergiques et l'alimentation des enfants, sur les facteurs de risque domestiques les plus courants (par exemple, tabagisme, présence d'animaux de compagnie, moisissures/humidité, système de cuisson des aliments/chauffage, appareils à gaz, produits de nettoyage, etc.) et sur la connaissance des affections respiratoires/allergiques. Ce questionnaire à compléter soi-même a été conçu pour mettre en lumière les symptômes récents ou présents depuis longtemps, les caractéristiques de l'habitation et les styles de vie.
		Questionnaire adressé aux	Collecte d'informations sur les symptômes/affections

		enseignants	respiratoires/allergiques et l'alimentation, la qualité de l'air ressentie à l'intérieur/à l'extérieur de l'école, et l'influence ressentie d'une mauvaise qualité de l'air sur les résultats scolaires, sur les facteurs de risque domestiques les plus courants (par exemple, tabagisme, présence d'animaux de compagnie, moisissures/humidité, système de cuisson des aliments/chauffage, appareils à gaz, produits de nettoyage, etc.), sur la connaissance des affections respiratoires/allergiques, et sur la connaissance/gestion des problèmes scolaires liés à qualité de l'air et à l'asthme chez les enfants.
	Questionnaires visant à apprécier les caractéristiques du bâtiment scolaire et des salles de classe.	Questionnaire à propos du bâtiment scolaire	Collecte d'informations sur les caractéristiques du bâtiment scolaire (par exemple, le système de ventilation), à compléter par le directeur d'école.
		Questionnaire à propos de la salle de classe	Un questionnaire doit être complété pour chaque salle de classe considérée, si possible avec la coopération de tous les enseignants qui y donnent cours, à propos des caractéristiques physiques de la salle de classe, des procédures de nettoyage, du mobilier et de la QAI ressentie.
<i>Test d'attention/ de concentration</i>	Test visant à apprécier la capacité d'attention/ de concentration des élèves en rapport avec divers facteurs affectant leur environnement scolaire intérieur.	Enfants	Le test comprend une série d'épreuves mathématiques et logiques à faire passer lors de la première leçon de la journée et à répéter durant la dernière leçon de la même journée, dans un temps limité.
<i>Outil de mesure de l'absentéisme</i>	Outil visant à apprécier les taux d'absentéisme pour cause de maladie parmi les élèves.	Enfants	L'absentéisme est mesuré au moyen d'un rapport de présence établi par un enseignant (ou un autre membre du personnel qualifié) pour chaque classe, afin de consigner les absences des enfants pour cause de maladie pendant une période définie.

			Les affections respiratoires ont été déterminées selon les questionnaires portant sur l'état de santé.
<i>Protocoles d'essais cliniques et de mesure de biomarqueurs non invasifs</i>	Tests et mesures visant à évaluer la réponse des muqueuses des voies respiratoires à différents environnements scolaires intérieurs et à apprécier l'existence d'une sensibilisation allergique chez les élèves.	Enfants	<p>Les essais cliniques et les mesures de biomarqueurs non invasifs comprennent:</p> <ul style="list-style-type: none"> - mesure de la fonction pulmonaire (spirométrie) - taux de monoxyde d'azote dans l'air expiré (NOe) - taux de monoxyde de carbone dans l'air expiré (COe) - rhinométrie acoustique - lavage nasal - condensat de l'air expiré - mesure du temps de rupture du film lacrymal - tests cutanés

3.4 Orientations pour les stratégies de prévention, de contrôle, d'assainissement et de communication

3.4.1 Orientations en matière d'hygiène générale et d'exigences spécifiques de QAI dans les bâtiments scolaires

- ❖ Les exigences d'hygiène générale concernent la structure du bâtiment scolaire dans son entier, sa situation et les conditions qui prévalent dans la cour de récréation, ainsi que l'utilisation de matériaux de construction qui doivent être garantis pour toute la durée de vie du bâtiment. Il faut en outre éviter les ponts thermiques, qui peuvent causer de l'humidité et des moisissures. Ces exigences d'hygiène s'appliquent également aux différentes salles et parties de l'école, où il convient aussi de veiller au nettoyage régulier et approprié, à la ventilation, au chauffage et à l'utilisation d'équipements à faible taux d'émission.
- ❖ Les équipements spécialisés, comme les photocopieurs et les imprimantes, qui émettent des composés organiques volatils et des particules durant leur fonctionnement, doivent être placés dans des pièces distinctes du bâtiment scolaire, dotées de leur système de ventilation autonome.
- ❖ Les activités ou les cours qui ont lieu dans des espaces spécialisés du bâtiment scolaire doivent se dérouler dans le respect de toutes les mesures de protection pour les élèves et le personnel (par exemple, un nombre suffisant de hottes aspirantes en bon état de fonctionnement et correctement entretenues dans les ateliers et laboratoires de science; les expériences chimiques et la manipulation de toutes les substances cancérigènes, mutagènes et reprotoxiques ou soupçonnées de l'être doivent être effectuées exclusivement par un personnel enseignant spécialisé et bien formé qui utilise l'équipement protecteur requis, comme des masques, des lunettes de protection et des gants, des blouses de laboratoire, etc.). Pour des exemples de mesures de protection dans les espaces spécialisés, voir le document allemand GUV 19.16¹.
- ❖ Le type, les procédures et la fréquence du nettoyage doivent être ajustés en fonction des différents lieux de l'école et des matériaux à nettoyer, afin de réduire l'exposition aux contaminants chimiques et microbiologiques et aux maladies infectieuses dans l'environnement scolaire intérieur (par exemple, un nettoyage approprié au moins une fois par jour est essentiel dans les sanitaires; le hall d'entrée doit être nettoyé quotidiennement, tandis qu'il est recommandé de nettoyer les autres couloirs au moins un jour sur deux et les escaliers au moins trois fois par semaine; les salles de sports et les espaces similaires nécessitent un nettoyage quotidien; les salles de classe et les plateaux des tables doivent faire l'objet d'un nettoyage humide tous les jours pour réduire la concentration de particules; et l'emploi d'un désinfectant est requis pour le nettoyage quotidien des sanitaires).
- ❖ Les salles de classe doivent être correctement ventilées. Cela signifie que le niveau de ventilation se fonde sur des critères sanitaires et est défini et exprimé en litres/seconde par personne et non plus simplement en termes de renouvellements de l'air par heure. Pour calculer l'équivalence entre cette dernière mesure et les l/s par personne, il faut connaître la densité d'occupation de la salle de classe. Le recours à la ventilation mécanique se justifiera selon la

¹ GUV 19.16 (<http://rztlpws50.hbk-bs.de/~vogt/bilder/guv1916.pdf>)

qualité de l'air extérieur entourant un espace scolaire donné, c'est-à-dire qu'il y a lieu de filtrer l'air extérieur qui entre dans les diverses salles de l'école quand il ne satisfait pas aux valeurs guides de l'OMS en matière de qualité de l'air. Lorsqu'un système de ventilation mécanique est installé et opérationnel, il faut veiller à l'inspecter et à l'entretenir régulièrement pour garantir que l'air filtré est toujours propre. La ventilation naturelle doit être conçue et assurée de façon à atteindre le niveau requis de ventilation. Cela suppose, par exemple, un système de ventilation susceptible de garantir que les niveaux de CO₂ n'atteindront pas 1500 ppm en hiver. Des alarmes CO₂ sont utilisées dans les salles de classe de certains pays de l'Union comme un moyen pratique de signaler quand le CO₂ atteint des niveaux inappropriés. Il s'ensuit que le régime de ventilation nominale ne peut être pleinement utilisé que durant les interruptions, dont la durée devra être planifiée en conséquence. Une bonne pratique de ventilation pourrait être, à tout le moins, de ventiler les salles de classe avant que la journée scolaire ne commence et ensuite pendant la durée de chaque interruption, en toute saison. En hiver, il est recommandé que les grilles des radiateurs soient fermées durant la ventilation pour minimiser la perte d'énergie, de préférence au moyen de grilles automatiques commandées par des interrupteurs de contact aux fenêtres. La méthode de ventilation dans les salles de classe (ventilation naturelle, ventilation transversale, ventilation mécanique) dépend de l'étanchéité à l'air du bâtiment, de la zone climatique, de la saison, de la qualité de l'air extérieur et des niveaux de bruit autour du bâtiment scolaire, et de la capacité de réserve du système de chauffage qui doit permettre de ramener rapidement les salles de classe à la bonne température après la ventilation.

3.4.2 Orientations concernant les exigences structurelles applicables aux bâtiments scolaires

Choix des produits et matériaux pour les travaux de construction et de rénovation de bâtiments scolaires:

- ❖ Les produits et matériaux utilisés pour les aménagements intérieurs durant la construction ou la rénovation doivent satisfaire aux exigences sanitaires et environnementales du règlement (UE) n° 305/2011 sur les produits de construction (2011) et doivent porter le label UE (de préférence) ou des labels nationaux. Le tableau 4 ci-dessous donne un aperçu des régimes d'étiquetage privés et volontaires et des orientations sur les émissions chimiques des matériaux et produits de construction dans l'Union.
- ❖ En raison du renforcement des exigences européennes d'efficacité énergétique dans les bâtiments, il est devenu essentiel d'utiliser des produits et matériaux de construction à faible taux d'émission dans les bâtiments scolaires. Cela permet de contrôler la pollution de l'air intérieur et de la maintenir à des niveaux qui minimisent les risques associés pour la santé des élèves et du personnel, tout en rationalisant le recours à la ventilation destinée à dissiper les niveaux inacceptables de polluants dans l'air intérieur. Cette recommandation s'inscrit dans une approche globale et durable de la conception, du fonctionnement et de l'entretien des bâtiments scolaires en Europe. Des efforts sont actuellement consentis en faveur d'innovations qui vont dans le sens de bâtiments durables. Cette dynamique vise: a) à réduire l'impact total de l'environnement bâti sur la santé humaine et sur l'environnement naturel en garantissant une utilisation efficace de l'énergie, de l'eau et d'autres ressources; b) à protéger la santé des occupants et à améliorer la productivité des effectifs; et c) à réduire la

production de déchets, la pollution et la dégradation environnementale. Le tableau 5 présente certaines des initiatives en faveur de bâtiments verts et durables en Europe.

Tableau 4. Matériaux de construction, étiquetage des produits et orientations concernant les émissions chimiques dans l'Union

Matériaux de construction, étiquetage des produits et orientations concernant les émissions chimiques dans l'Union
<ul style="list-style-type: none"> • Écolabel européen (par exemple, revêtements de sol textiles, revêtements de sol en bois, matelas, peintures et vernis d'intérieur et d'extérieur: Europe)² • EMICODE® (colles, enduits, vernis pour parquets et autres produits de construction: Allemagne/Europe)³ • GUT (moquettes: Allemagne/Europe)⁴ • Ange bleu (Allemagne)⁵ • Cygne nordique (Scandinavie)⁶ • Umweltzeichen (Autriche)⁷ • AgBB (spécifications pour les produits de construction: Allemagne)⁸ • M1 (produits de construction: Finlande)⁹ • ANSES (anciennement AFSSET) (produits de construction: France)¹⁰ • CertiPUR (mousse PU pour l'industrie de l'ameublement: Europe)¹¹ • Marque Ü (spécifications liées au marquage CE: Allemagne)¹² • Label danois pour le climat intérieur¹³ • «Byggvarudeklaration» suédoise (produits de construction: Suède)¹⁴ • Natureplus (produits de construction: Allemagne/Europe)¹⁵

² Écolabel européen (<http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/>)

³ EMICODE® (<http://www.emicode.com/index.php?id=1&L=1>)

⁴ Le label GUT (<http://pro-dis.info/86.html?&L=0>)

⁵ Ange bleu (<http://www.blauer-engel.de/en/index.php>)

⁶ Cygne nordique (<http://www.svanen.se/en/Nordic-Ecolabel/>)

⁷ Umweltzeichen (<http://www.umweltzeichen.at/cms/home233/content.html>)

⁸ AgBB (<http://www.umweltbundesamt.de/produkte-e/bauprodukte/agbb.htm>)

⁹ M1

(<http://www.rakennustieto.fi/index/english/emissionclassificationofbuildingmaterials.html>)

¹⁰ ANSES

(http://www.anses.fr/fr/upload/bibliotheque/892980998778406505212938602998/COV_Avis_signe_2009_10.pdf)

¹¹ CertiPUR (<http://www.europur.com/index.php?page=certipur>)

¹² Marque Ü (http://www.dibt.de/index_eng.html)

¹³ Label danois pour le climat intérieur (<http://www.teknologisk.dk/ydelser/dansk-indeklima-maerkning/dim-omfatter/253.2>)

¹⁴ «Byggvarudeklaration» suédoise

(<http://www.byggvarubedomningen.se/sa/node.asp?node=455>)

¹⁵ Natureplus (<http://www.natureplus.org/>)

Tableau 5. Initiatives en faveur de bâtiments verts et durables dans l'UE

<i>Initiatives en faveur de bâtiments verts et durables dans l'Union</i>
<ul style="list-style-type: none">• BREEAM (promotion et certification des bâtiments durables: Royaume-Uni)¹⁶• Démarche HQE (promotion et certification des bâtiments durables: France)¹⁷• DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, promotion et certification des bâtiments durables: Allemagne)¹⁸• VALIDEO (système de certification volontaire en matière de construction durable: Belgique)¹⁹

- ❖ Le choix du revêtement de sol (bois/produits à base de bois, revêtements de sol souples et carrelage) dépendra de l'utilisation à laquelle le lieu est destiné et des normes à respecter. Il convient notamment de prévoir du carrelage partout où les revêtements de sol doivent être résistants, compte tenu d'un usage constant et intensif et d'un nettoyage fréquent (par exemple, les sanitaires). Après de nouveaux travaux de construction ou de rénovation de bâtiments scolaires, il est conseillé de n'utiliser que des revêtements de sol qui peuvent être lavés à l'eau.
- ❖ Les revêtements de sol textiles ne sont pas recommandés dans les bâtiments scolaires du fait du coût relativement élevé de leur nettoyage (en termes de temps et d'argent), et aussi de leur contribution considérable à la remise en suspension de particules dans l'air intérieur.
- ❖ Les colles sans solvant à faible taux d'émission sont préférables pour tous les types de revêtements de sol (revêtements de sol souples, moquettes, parquets).
- ❖ Il convient de n'utiliser dans les bâtiments scolaires que des produits d'ameublement écolabellisés à faible teneur en formaldéhydes ou sans formaldéhyde.
- ❖ Avant de peindre et de vernir une surface, il y a lieu de vérifier si le travail concerné requiert vraiment l'utilisation de vernis, ou s'il est possible de leur substituer des peintures émulsion. Les supports minéraux (murs et plafonds) se prêtent à l'utilisation de peintures émulsion et latex.
- ❖ Les vernis ou vitrificateurs peu polluants conviennent le mieux pour la protection des surfaces de bois non porteuses dans les espaces intérieurs (salles de classe, bureaux). Il existe aussi sur le marché des vernis peu polluants pour protéger les surfaces de composants ou d'objets en bois exposés aux intempéries.
- ❖ Il n'est pas conseillé d'utiliser des agents de traitement de surface à haute teneur en solvant pour le vernissage des parquets, mais plutôt des agents de traitement de surface à base d'eau composés de résine acrylique ou polyuréthane.
- ❖ Les peintures émulsion conviennent pour une application sur de larges surfaces de murs, de plafonds et de façades des bâtiments scolaires. Seules des peintures murales à faible taux d'émission doivent être utilisées dans les espaces

¹⁶ BREEAM (<http://www.breeam.org/>)

¹⁷ Démarche HQE (<http://assohqe.org/hqe/spip.php?rubrique9>)

¹⁸ DGNB (<http://www.dgnb.de/en/>)

¹⁹ VALIDEO (http://www.valideo.org/Public/valideo_menu.php?ID=8641)

intérieurs des bâtiments scolaires (par exemple, des peintures émulsion mates, des peintures latex satinées et brillantes et des peintures émulsion aux silicates).

- ❖ Il convient de prendre note des agents conservateurs mentionnés dans la composition sur les boîtes de peintures à base d'eau, afin de protéger les personnes souffrant d'allergies.

3.4.3 Orientations concernant les exigences en matière de climat intérieur, de ventilation et d'acoustique pour les bâtiments scolaires

- ❖ Dans la mesure du possible, il convient de maintenir des températures opératives physiquement confortables dans les salles de classe tout au long de l'année, selon la saison et la température de l'air extérieur (entre 20° C et 26° C environ).
- ❖ Les murs, sols et plafonds d'un bâtiment scolaire doivent être conçus de façon à prévenir les échanges désagréables de rayonnement thermique avec des surfaces froides.
- ❖ Le risque de surchauffe dans les écoles peut être réduit si la ventilation de refroidissement/purge nocturne utilise davantage de masse thermique interne exposée, ce qui contribue à absorber la chaleur générée à l'intérieur des salles de classe, même quand la température extérieure excède la limite de confort thermique.
- ❖ L'isolation de la structure du bâtiment scolaire de l'extérieur contribuera à améliorer la résistance thermique de l'enveloppe du bâtiment scolaire de façon à prévenir les gains de chaleur extérieure et à maintenir la masse thermique existante pour le refroidissement nocturne.
- ❖ Les bâtiments scolaires dont le ratio baies vitrées/murs est élevé peuvent être améliorés au moyen de vitrages isolés et de protections solaires externes afin d'éviter les gains de chaleur par rayonnement solaire et par conductivité à travers les fenêtres. Des couches à faible émissivité sur le vitrage permettent de réduire sensiblement le rayonnement infrarouge direct et indirect, surtout quand il est difficile d'assurer un ombrage extérieur.
- ❖ Il peut aussi être utile de réduire les gains de chaleur interne pour apporter un confort thermique aux écoliers. L'efficacité énergétique des luminaires, des stratégies en matière d'éclairage et de l'équipement électrique est un moyen d'y parvenir.
- ❖ Le confort thermique adaptatif a dès à présent sa place dans les salles de classe et cette tendance est appelée à s'accroître à l'avenir. La nécessité d'adopter des stratégies adaptatives en matière de confort thermique dans les bâtiments scolaires se fera sentir davantage, en imposant le port de vêtements plus légers par les élèves et le renforcement de la circulation de l'air intérieur, que ce soit de manière passive, par une conception appropriée des fenêtres, ou au moyen de ventilateurs qui favorisent une dissipation rapide de la chaleur corporelle durant la saison estivale.
- ❖ Des méthodes de rafraîchissement économes en énergie sont recommandées pour les zones climatiques chaudes, si les mesures passives à elles seules permettent difficilement d'assurer le confort thermique. Le refroidissement passif par évaporation en créant un courant d'air direct/indirect, les conduits d'aération enterrés, ou l'utilisation de matériaux à changement de phase dans les

unités de conditionnement d'air pour emmagasiner le rafraîchissement nocturne sans dépense d'énergie ne sont que quelques exemples de technologies de refroidissement basse énergie.

- ❖ La conception acoustique de l'ensemble du bâtiment scolaire, ajustée en fonction du lieu concerné (salles de classe générale, salles de musique, installations de sports, espaces communs, etc.), doit permettre d'assurer des conditions de travail et d'apprentissage optimales.

3.4.4 Orientations concernant la gestion des sources de pollution de l'air intérieur

La gestion des sources de pollution de l'air intérieur dans les bâtiments scolaires couvre:

- ❖ La suppression de la source: éliminer les sources de pollution ou empêcher les polluants d'entrer dans le bâtiment scolaire. Cela consiste, par exemple, à dissuader les chauffeurs de cars scolaires de laisser tourner leurs moteurs au ralenti à proximité des bâtiments et à remplacer les matériaux porteurs de moisissures.
- ❖ La substitution de la source: remplacer les sources polluantes. Cela consiste, par exemple, à privilégier les matériaux et les produits à faible taux d'émission dans les bâtiments scolaires.
- ❖ L'isolement de la source: placer une barrière autour de la source, de façon à ce qu'elle libère moins de polluants dans l'air intérieur des bâtiments scolaires. Cela consiste, par exemple, à revêtir les classeurs en bois pressé de surfaces scellées ou laminées ou à utiliser des bâches en plastique pour contenir les polluants lors des travaux de rénovation.
- ❖ Le contrôle de la source à l'extérieur: contrôler la qualité de l'air extérieur qui entre dans l'environnement scolaire en choisissant des zones «sans pollution» pour y construire des écoles, ou en imposant des mesures plus strictes afin d'améliorer les conditions de circulation à proximité des bâtiments scolaires (par exemple, dans un rayon de 1 km).
- ❖ Le contrôle de la source à l'intérieur: éviter l'utilisation excessive de produits parfumés comme les agents nettoyants et les désodorisants à l'école.

3.4.5 Orientations concernant les stratégies de contrôle de l'exposition

- ❖ Ajuster le moment et le lieu d'exposition au polluant. Le contrôle du moment consiste, par exemple, à programmer le décapage et le cirage des sols (en maintenant le système de ventilation en fonctionnement) au cours du week-end (pour autant que l'école ne soit pas utilisée durant cette période). Cela permet aux produits de libérer leurs émanations pendant le week-end, quand l'école est inoccupée. Le contrôle du lieu suppose de placer la source polluante à distance des occupants, voire de transférer ailleurs les occupants vulnérables.
- ❖ Une augmentation temporaire de la ventilation, couplée à une utilisation appropriée du système d'évacuation lors de travaux de peinture ou d'application de pesticides, par exemple, peut être utile pour diluer la concentration d'émanations nocives dans l'air.
- ❖ Il est recommandé d'assurer un niveau de ventilation (par des moyens naturels ou mécaniques) fondé sur des critères sanitaires conformes aux lignes

directrices du projet HEALTHVENT (Carrer et al., 2013), afin de réduire la charge de pollution d'origine intérieure et les risques pour la santé qui en découlent et de maintenir de bonnes conditions de confort.

- ❖ Filtrer les particules et les contaminants gazeux lors du passage de l'air dans l'équipement de ventilation. Ce type de système doit généralement être conçu au cas par cas.
- ❖ Évacuer à l'extérieur les sources ponctuelles de pollution intérieure (au moyen de hottes d'aspiration et d'extracteurs d'air locaux) avant que les polluants ne se dispersent. Cela consiste, par exemple, en systèmes d'extraction dans les sanitaires et les cuisines, les laboratoires de science, les réserves, le local où sont placés les imprimantes et les photocopieurs, et les espaces servant à la formation professionnelle ou industrielle (comme les cabines de soudage et les fourneaux).

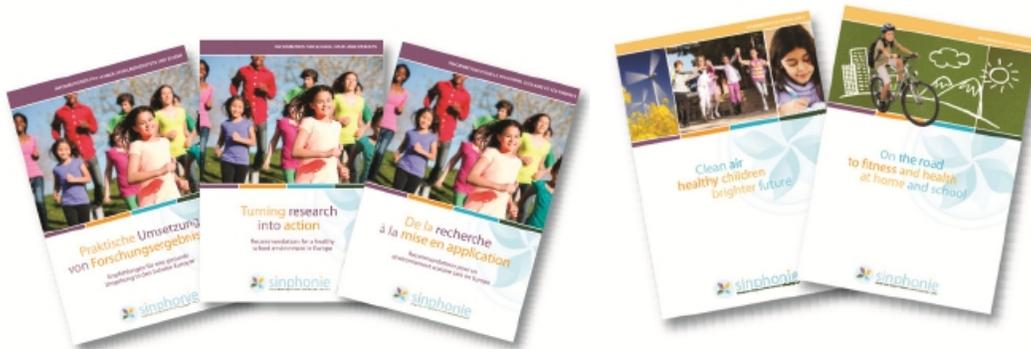
3.4.6 Orientations concernant l'éducation et la communication

Il est essentiel d'éduquer, de former et de sensibiliser les occupants des écoles (enseignants, élèves, autres membres du personnel) aux questions de QAI. Cela contribuera à réduire leur exposition à plusieurs substances nocives dans l'environnement scolaire intérieur en leur dispensant des informations et des conseils élémentaires sur les moyens de prévenir, de supprimer ou de contrôler les risques associés à ces polluants durant leurs activités quotidiennes à l'école. Quelques exemples d'initiatives récentes en Europe sont donnés ci-après.

- ❖ *Dépliants et brochures du projet SINPHONIE (dans 20 langues européennes)*

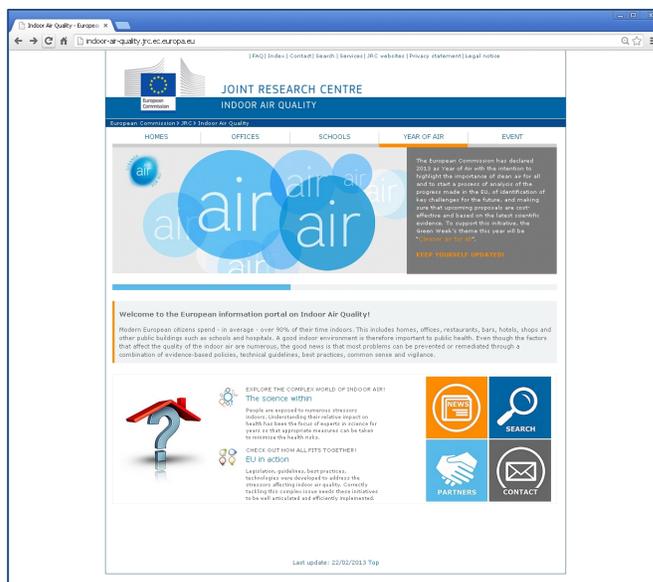
<http://www.sinphonie.eu/publications>

- «De l'air pur, des enfants en bonne santé, un meilleur avenir»
- «Sur le chemin de la forme et de la santé à la maison et à l'école»
- «De la recherche à la mise en application»



- ❖ *Portail d'information de l'Union sur la QAI (<http://indoor-air-quality.jrc.ec.europa.eu/Home>)*

Ce portail d'information de l'Union dispense des conseils pour un environnement scolaire sain selon le lieu spécifique, comme le fait le présent rapport à la section 3.5.



- ❖ *Documents d'orientation et outils à l'usage des collectivités locales et des responsables d'établissements scolaires et de structures d'accueil en France*

- Deux **guides pratiques de gestion de la QAI** ont été publiés en 2010 par le ministère français de la santé et l'Institut de veille sanitaire:

- Un guide de gestion de la QAI dans les bâtiments recevant du public, qui s'adresse aux responsables de ces établissements et qui peut être téléchargé sur le site internet du ministère de la santé, www.sante.gouv.fr, dans la section «Les dossiers» – «La santé de A à Z» – lettre S – «Santé environnement»:

<http://www.sante.gouv.fr/guide-de-gestion-de-la-qualite-de-l-air-interieur-dans-les-etablissements-recevant-du-public.html>

- Un guide pour le diagnostic et la prise en charge des syndromes collectifs inexplicables, qui s'adresse aux services publics chargés de gérer ce type de situation et qui peut être téléchargé sur le site internet de l'Institut de veille sanitaire, www.invs.sante.fr, dans la section «Publications et outils» – «Toutes les publications»:

http://www.invs.sante.fr/display/?doc=publications/2010/syndromes_collectifs_inexpliques/index.html

- La mallette «Ecol'air – Un établissement qui respire, c'est bon pour l'avenir – les outils pour une bonne gestion de la qualité de l'air dans les écoles». Cette mallette contient **une série d'outils destinés aux collectivités locales et aux responsables d'établissements scolaires et de structures d'accueil**, afin de leur donner les moyens de garantir une meilleure qualité de l'air dans ces bâtiments. Elle comprend:

- un guide de diagnostic simplifié des installations de ventilation dans les écoles ;
- un guide d'achat et d'utilisation des produits de nettoyage pour une meilleure qualité de l'air;
- un cahier de recommandations pour la prise en compte de la qualité de l'air intérieur dans les opérations de construction ou de réhabilitation des écoles;
- un poster: *Tous concernés par une meilleure qualité de l'air intérieur !*
- quatre fiches de conseils pratiques.

Les documents peuvent être téléchargés sur le site internet de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME): www.ademe.fr, dans la section «Publications et documents» – «Air intérieur»:

<http://www2.ademe.fr/servlet/getDoc?cid=96&m=3&id=79962&p1=00&p2=01&ref=17597>

- **Un guide technique sur les systèmes de ventilation mécanique dans les écoles**, publié par le CETIAT ([Centre technique des industries aérauliques et thermiques](http://www.cetiat.fr)), le centre technique qui s'occupe des systèmes de chauffage, ventilation et conditionnement d'air: «*Ventilation performante dans les écoles – Guide de conception*» (conception, installation et entretien). Le guide peut être téléchargé sur le site internet: <http://www.cetiat.fr/>.

3.5 Conseils pour un environnement scolaire sain selon le lieu spécifique

Salle de classe



Mobilier

- Il est recommandé de choisir un mobilier à faible taux d'émission.
- Seuls des produits entièrement séchés, scellés pour prévenir toute émission et sans odeurs doivent être utilisés.
- Le nouveau mobilier doit être conservé dans un espace propre, sec et bien ventilé jusqu'à ce que les émanations de COV aient diminué.
- L'installation de mobilier et autres fournitures doit être programmée durant des périodes de non-occupation ou de congés, bien avant la reprise des cours.

Tableau

- Il convient d'enlever les poussières, de passer l'aspirateur équipé d'un filtre efficace ou de nettoyer à l'eau ou à la vapeur dans les salles de classe à la fin de chaque journée scolaire.
- Les tableaux seront nettoyés uniquement avec une éponge humide.
- Le nettoyage et l'entretien doivent s'effectuer après les cours et s'accompagner d'une ventilation abondante durant et après le nettoyage; les agents nettoyeurs utilisés doivent convenir à la tâche concernée et être employés selon les instructions, à une fréquence et dans des quantités raisonnables.
- Il est recommandé d'utiliser de préférence des produits nettoyants à faible taux d'émission.
- Dans la mesure du possible, il faut empêcher les enfants de courir ou de faire du sport dans les salles de classe.

Ventilation

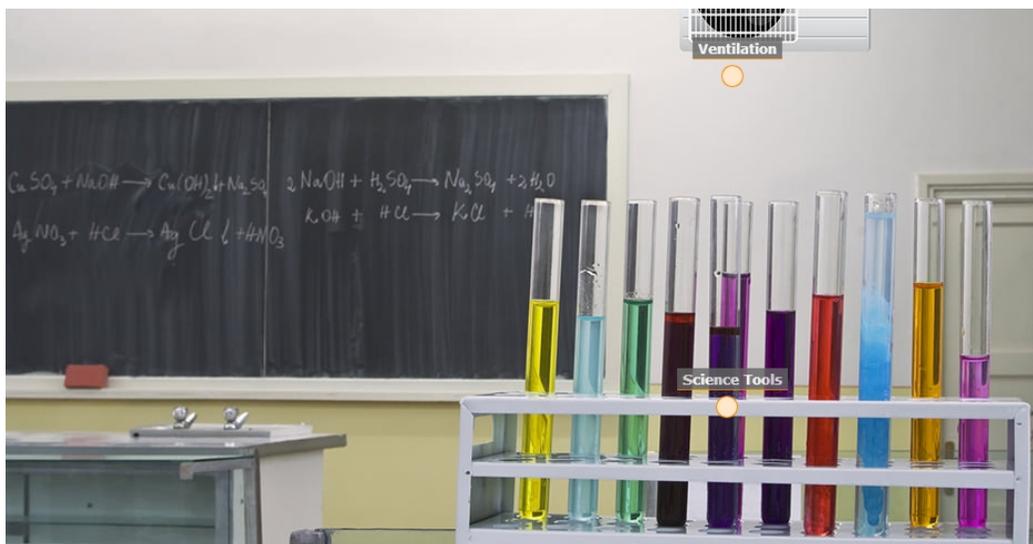
- Si aucun système de ventilation mécanique n'est installé, la première option à envisager pour apporter de l'air frais est de recourir à la ventilation naturelle (c'est-à-dire d'ouvrir les fenêtres); il convient d'ouvrir systématiquement les fenêtres avant les cours et durant les interruptions.
- S'il n'est pas possible, ou autorisé, d'ouvrir les fenêtres, à cause des conditions météorologiques, des niveaux de pollution de l'air extérieur, du bruit ou pour des raisons de sécurité, une ventilation mécanique (avec un apport d'air contrôlé) doit être envisagée. Les niveaux de ventilation seront calculés en fonction de l'occupation des salles de classe, de leurs dimensions et de leur agencement. Il y a lieu de vérifier les normes européennes ou les codes nationaux pour garantir que le système de ventilation est adapté à la situation spécifique de l'école.
- Afin d'éviter l'infiltration d'air extérieur et de radon, il est important de veiller à ce que la pression atmosphérique à l'intérieur des bâtiments ventilés mécaniquement soit plus élevée qu'à l'extérieur.
- Les salles de classe doivent être équipées d'alarmes CO₂ qui signalent quand le niveau de CO₂ devient trop élevé (par exemple, plus de 700 ppm) et quand il est par conséquent nécessaire de ventiler.
- La ventilation doit être régulièrement adaptée afin de maintenir une température et des taux d'humidité stables et confortables.
- Il convient de poursuivre l'élaboration des technologies de contrôle de la ventilation, des algorithmes et pratiques d'optimisation qui s'adaptent aux changements de température, de taux d'humidité et de pollution.

- Les systèmes de ventilation doivent être régulièrement inspectés et entretenus selon un plan de maintenance établi avec la collaboration d'un personnel technique professionnel.
- Les filtres doivent être changés régulièrement et les bacs de récupération de l'eau de condensation doivent être vérifiés de façon à garantir qu'ils se vident correctement.
- Il convient d'attirer l'attention des enseignants et des élèves sur le fait qu'une ventilation adéquate est essentielle, que les unités de ventilation ne doivent pas être obstruées par des livres, papiers et autres objets et que la ventilation mécanique ne doit pas être coupée.

Sol

- Lors de la construction d'une école, il convient de tenir compte de l'utilisation des locaux pour proposer un type de revêtement de sol.
- Les concepteurs du projet doivent expressément prendre en considération le nettoyage et l'entretien quand ils spécifient les finitions des sols.
- Il est recommandé de sélectionner les produits de revêtement de sol qui présentent le moins de risque et les taux d'émission les plus bas.
- Les concepteurs doivent aussi prévoir des systèmes de tapis d'entrée dont la conception et la taille conviennent pour retenir la terre, les polluants et l'humidité qui, sinon, se répandraient dans tout bâtiment scolaire (et leur utilisation doit être imposée par la direction de l'école).
- Il convient de nettoyer les moquettes avec des aspirateurs équipés d'un filtre HEPA (filtre à particules à très haute efficacité).
- Lorsqu'une moquette doit être remplacée, il est recommandé d'envisager plutôt du linoléum, du parquet ou du carrelage.

Laboratoire de science



Instruments scientifiques

- L'équipement scientifique dangereux ne doit pas être laissé à portée de main ou sans surveillance.
- Il convient de définir des règles à l'intention des élèves concernant l'utilisation et l'entretien de l'équipement scientifique.
- Les expériences effectuées par les élèves doivent se dérouler sous une supervision étroite.
- Des dispositifs de sécurité doivent être installés dans chaque laboratoire, et régulièrement inspectés et entretenus.

Ventilation

- Il convient d'installer un système de ventilation approprié selon l'utilisation du local, ses dimensions et son taux d'occupation.
- Les conduits de ventilation doivent extraire l'air directement à l'extérieur et ne pas le remettre en circulation dans le système général de ventilation de l'école.
- Le système de ventilation doit être régulièrement inspecté, entretenu et nettoyé.
- Les récipients contenant des substances volatiles ne doivent pas être laissés ouverts sur les tables durant les interruptions ou plus longtemps que nécessaire.
- Les élèves porteront des masques et d'autres équipements protecteurs lors d'expériences spécifiques.
- Les éléments chauffants et les becs bunsen ne doivent pas rester allumés quand ils ne sont pas utilisés.
- Des détecteurs de CO₂ doivent être installés et le niveau de ventilation doit être augmenté si une alarme se déclenche.

Salle de gymnastique



Matériel sportif

- L'équipement sportif doit être épousseté régulièrement durant les périodes scolaires (avant ou après les cours).
- Il ne doit être fait usage de désinfectants pour le nettoyage que dans des circonstances exceptionnelles, comme une augmentation de la prévalence de maladies infectieuses dans l'école.
- Il est déconseillé d'utiliser des agents nettoyants, surtout juste avant un cours de gymnastique.
- Après le cours, les élèves seront invités à se laver/désinfecter les mains.
- Avant le début d'une nouvelle période scolaire, la salle de gymnastique doit être nettoyée à fond et désinfectée. Il convient de le faire assez tôt pour laisser aux émanations des agents nettoyants le temps de dissiper.

Agents nettoyants

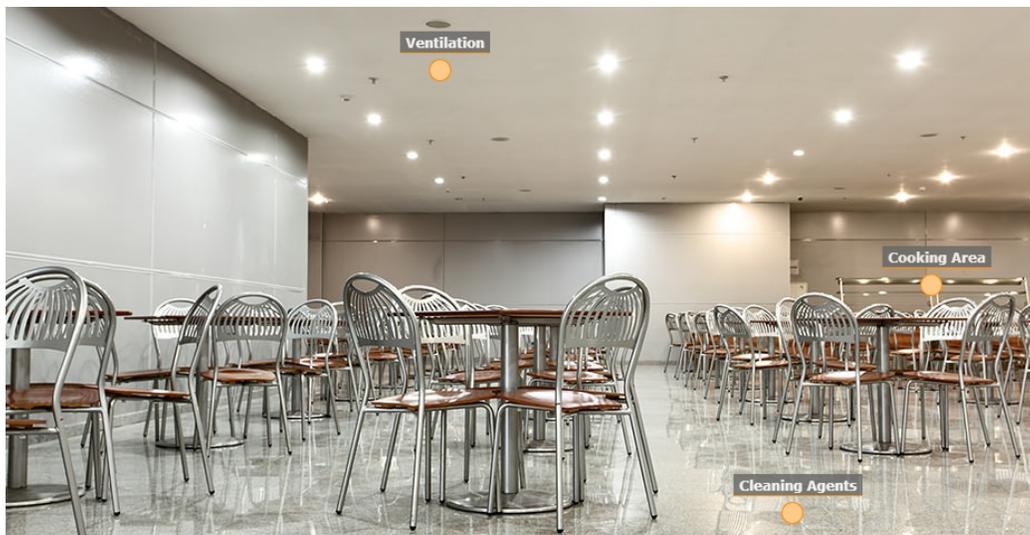
- Lors de la spécification des finitions des sols, il convient de prendre en considération les besoins en matière de nettoyage et d'entretien.
- Il arrive qu'il ne soit pas suffisant de passer l'aspirateur ou de nettoyer à l'eau, par exemple après des jeux ou des exercices intenses.
- Il est recommandé d'utiliser de préférence des produits nettoyants à faible taux d'émission.
- Les produits nettoyants doivent être choisis en fonction des surfaces spécifiques à nettoyer pour éviter des mélanges inappropriés. Il convient de se conformer aux instructions d'utilisation sur l'étiquette.
- Les désodorisants doivent être évités ou utilisés avec modération.
- Si nécessaire, des agents nettoyants plus puissants peuvent être utilisés, mais uniquement après les cours et en augmentant les niveaux de ventilation.

Ventilation

- Si la conception du bâtiment scolaire le permet, la salle de gymnastique doit être située près de la cours de récréation ou d'un espace vert. Il est conseillé de recourir à la ventilation naturelle (ouverture des fenêtres) autant et aussi souvent que possible, surtout durant les cours de gymnastique.
- Si les fenêtres ouvertes donnent sur la rue, la ventilation naturelle est moins recommandée, dès lors que des particules provenant du trafic routier et d'autres polluants atmosphériques dangereux pour la santé pourraient entrer dans le bâtiment scolaire.
- Si la ventilation naturelle ne peut être utilisée, la conception du système de ventilation, en termes de choix technologique et de niveau de ventilation, dépendra de la qualité de l'air extérieur, de la taille et de la capacité de la salle de gymnastique, des conditions climatiques et de l'horaire des cours de gymnastique.
- Le système de chauffage, de ventilation et de conditionnement d'air doit être régulièrement inspecté, entretenu, nettoyé et réparé.
- Les grilles de ventilation ne doivent pas être obstruées par le mobilier, l'équipement sportif ou des vêtements.

- Il faut éviter d'obturer les arrivées d'air avec du ruban adhésif pour arrêter les courants d'air. Les ajustements ou les réparations doivent être effectués de manière appropriée.
- Les élèves ne doivent pas être autorisés à ajuster ou rediriger eux-mêmes le système de ventilation, car la circulation de l'air dans toute l'école pourrait s'en trouver affectée.

Cantine



Espace cuisine

- Des extracteurs locaux (équipés de filtres) doivent être installés, et la pression atmosphérique dans l'espace de préparation des plats doit être contrôlée.
- Les conduits de ventilation doivent être adaptés de telle façon que les fumées et les odeurs provenant de l'espace de préparation des plats ne soient pas injectées dans le système principal de ventilation de l'école.
- Dans la mesure du possible, l'espace de préparation des plats (c'est-à-dire la cuisine) devrait être isolé de la cantine.
- Les aliments exposés doivent être protégés autant que possible. Des hottes d'extraction seront installées et doivent être nettoyées régulièrement.

Agents nettoyeurs

- Il convient d'apprendre aux enfants à veiller aussi attentivement que possible à ne pas renverser d'aliments et de boissons et, si cela se produit, à le signaler sans attendre.
- Dans les locaux de grandes dimensions, des agents nettoyeurs à faible taux d'émission doivent être utilisés, conformément aux instructions figurant sur l'étiquette et dans des quantités appropriées. Les locaux devront être bien ventilés durant le nettoyage. En cas de nécessité, des agents nettoyeurs plus puissants peuvent être utilisés après les cours, en assurant une ventilation adéquate.

- Il est conseillé d'opter pour un revêtement de sol résistant, compte tenu de la probabilité que des boissons et des aliments soient renversés; lors de la spécification des finitions des sols pour les cantines, il convient de prendre en considération les besoins en matière de nettoyage et d'entretien.
- Il convient de se débarrasser des cartons immédiatement après la livraison, et les sachets et autres emballages ne doivent pas être conservés. Les poubelles doivent être enlevées dès que possible pour prévenir l'infestation par les cafards.
- Les plats, ustensiles et surfaces doivent être nettoyés à la fin de la journée pour éviter de créer un habitat favorable aux organismes nuisibles. Si des pesticides sont nécessaires, il faut préférer un traitement ponctuel, et uniquement après les cours.

Ventilation

- La pression atmosphérique relative de la cantine et son système de ventilation doivent être conçus de façon à assurer automatiquement la circulation de l'air, le contrôle du taux d'humidité, l'évacuation des impuretés et des vapeurs, conformément aux besoins spécifiques de l'espace concerné.
- Dans certaines conditions météorologiques, la ventilation devient inefficace pour le contrôle du taux d'humidité intérieur car elle est elle-même source d'humidité; des systèmes de ventilation mécaniques sont nécessaires pour supprimer l'humidité de l'air extérieur entrant ou de l'air remis en circulation.
- Le système de ventilation utilisé dans la cantine doit être séparé de celui des salles de classe.
- Il convient de procéder régulièrement à des recherches pour explorer les nouvelles technologies et les matériaux et revêtements avancés qui préviennent la formation de moisissures.
- Les dommages provoqués par l'humidité doivent être traités dès qu'ils sont repérés. En cas de retard pour remédier à un problème d'humidité, il est prudent d'éliminer les moisissures.
- Le matériel contaminé par des champignons, notamment des moisissures dans les dépôts de poussière, doit être enlevé de façon efficace et sûre.

Vestiaires et sanitaires



Vestiaires

- Le système de ventilation prévu doit être approprié selon les dimensions et la localisation des vestiaires et être régulièrement inspecté et entretenu.
- Il convient de donner des instructions aux élèves pour qu'ils veillent à fermer les portes, ou d'installer un système de fermeture automatique, afin d'éviter la circulation d'air humide dans d'autres locaux du bâtiment scolaire.
- Les fuites d'eau ou les extracteurs cassés doivent être réparés aussi rapidement que possible.
- Il convient de donner des instructions aux élèves pour qu'ils ne laissent pas de vêtements ou de serviettes humides dans les vestiaires.
- Il faut nettoyer les vestiaires et passer l'aspirateur après les heures de cours. Si possible, les portes des vestiaires resteront ouvertes pendant toute la nuit afin d'en assurer la ventilation.
- Si des moisissures apparaissent, elles doivent être éliminées immédiatement.
- Si des désinfectants ou des biocides sont utilisés pour éliminer les moisissures, cela doit toujours se faire en dehors des heures de cours. Les toilettes doivent être ventilées et l'air doit être extrait vers l'extérieur. L'eau de javel ne doit jamais être mélangée à d'autres solutions nettoyantes ou à des détergents contenant de l'ammoniaque, car cela peut entraîner des émanations toxiques.

Douches/W.-C.

- Lors de la spécification des finitions des sols dans les douches et les W.-C., il faut prendre expressément en considération les besoins en matière de nettoyage et d'entretien.
- Il convient de donner des instructions aux élèves à propos des règles d'hygiène: les mains doivent être lavées avec du savon/désinfectant; les enfants ne doivent pas boire au robinet (des fontaines d'eau potable séparées devraient être prévues), etc.

- Les douches et les W.-C. doivent être nettoyés à fond à la fin de chaque journée scolaire.
- Il est recommandé d'utiliser de préférence des produits nettoyants à faible taux d'émission ou à base de plantes.
- Les produits nettoyants doivent être choisis en fonction des surfaces spécifiques à nettoyer pour éviter des mélanges inappropriés. Il convient de se conformer aux instructions d'utilisation sur l'étiquette.
- Si nécessaire, des agents nettoyants plus puissants peuvent être utilisés, mais uniquement après les cours et en augmentant les niveaux de ventilation.
- Les installations de production d'eau chaude doivent être réglées à une température supérieure 50° C (qui tue la légionelle). Des robinets mélangeurs ou thermostatiques doivent être installés pour éviter que les élèves ne se brûlent.
- Les conduites d'eau doivent être régulièrement inspectées, entretenues et nettoyées.
- Les robinets doivent être détartrés et désinfectés tous les six mois.

Environnement extérieur



- Si possible, les écoles devraient être situées à l'écart des rues et des routes où le trafic est important.
- Il convient d'inciter les conducteurs de véhicules à ne pas laisser tourner leur moteur au ralenti près des bâtiments scolaires, et en particulier à proximité des prises d'air extérieur.
- Le recours à la ventilation naturelle (c'est-à-dire l'ouverture des fenêtres), bien qu'étant encore l'option la plus recommandée (surtout dans les salles de classe qui accueillent un grand nombre d'élèves), doit être envisagé avec précaution, en prenant en considération l'implantation de l'école et le moment de la journée (par exemple, à proximité d'un important trafic routier ou quand les parents viennent déposer ou chercher leurs enfants en laissant tourner le moteur de leur

voiture), les conditions météorologiques (par exemple, le smog, la densité pollinique, le taux d'humidité) et les exigences en matière d'efficacité énergétique selon la saison.

- Si possible, il convient d'assurer la ventilation en évitant d'ouvrir les fenêtres donnant sur la rue.
- Si possible, les aires où les parents viennent chercher leurs enfants en voiture ne devraient pas être situées près des portes ou des fenêtres de l'école.
- La ventilation mécanique ne doit pas se limiter à extraire l'air intérieur pollué et à le remplacer par de l'air extérieur, mais doit aussi filtrer et dissiper l'air extérieur contaminé.

4. Critères de transposition des lignes directrices pour des environnements sains dans les écoles européennes dans la législation nationale

Quatre critères sont proposés pour aider les autorités nationales et locales à apprécier, selon leur situation, quelles sont les mesures relatives à l'application des lignes directrices pour des environnements scolaires sains dans les écoles européennes les plus appropriées.

Ces critères sont décrits ci-après:

1) Efficacité

Le critère d'efficacité se rapporte à l'estimation des changements escomptés, en termes de risques ou d'impacts, quand une action ou une mesure politique est mise en œuvre. Autrement dit, il devrait être possible d'exprimer l'efficacité attendue d'une mesure en termes de capacité de réduction des risques. Dans le cas d'un environnement scolaire, il est important de faire la distinction entre l'impact au niveau de la population en général et l'impact au niveau d'une sous-population, comme un groupe vulnérable (par exemple, les asthmatiques). Bien qu'il ne soit pas possible d'établir une séparation stricte, il est important de savoir si une mesure vise à améliorer la santé des enfants, leurs résultats scolaires ou les deux à la fois (puisque'il est très probable qu'un enfant en meilleure santé réussira mieux à l'école, aussi).

2) Proportionnalité

Le critère de proportionnalité suppose de se faire une idée générale des coûts et des avantages en termes d'amélioration de la situation sanitaire. La connaissance des coûts et des bénéfices aidera les autorités nationales et locales à évaluer les mesures et à mieux juger de leur faisabilité économique. L'appréciation des coûts peut s'effectuer par des méthodes fondées sur des analyses coûts-bénéfices, comme celles décrites par Fisk et al. (2011). À cet effet, on se sert généralement d'informations sur l'absentéisme pour cause de maladie parmi le personnel enseignant et les élèves. La faisabilité technique joue aussi un rôle, bien que ce critère soit censé s'appliquer principalement au bâtiment scolaire concerné plutôt qu'au pays. Pour citer un exemple, on pourrait évoquer les systèmes de ventilation mécanique utilisés pour améliorer la QAI dans les bâtiments scolaires. De nombreux bâtiments scolaires existants en Europe ont été conçus de telle façon qu'il n'est pas rentable de procéder à des modifications ultérieures de la structure des bâtiments pour les équiper de systèmes de ventilation mécanique. Cependant, cela dépend aussi dans une large mesure des options retenues en matière de ventilation. Certaines options – comme une évacuation contrôlée par des grilles de ventilation placées dans les châssis – peuvent se révéler plus faciles à réaliser d'un point de vue technique et donc d'un meilleur rapport coût-efficacité.

3) Praticabilité

Le critère de praticabilité concerne l'appréciation des possibilités de mise en œuvre, d'exécution et de gestion des lignes directrices ou des recommandations. Par exemple, les politiques nationales peuvent prévoir un contrôle obligatoire des environnements scolaires intérieurs, mais en l'absence de stratégies d'exécution appropriées et d'instructions à suivre en cas de manquements à certaines

réglementations ou normes nationales, de telles dispositions ne sont ni très pratiques ni efficaces.

4) *Suivi*

Le critère de suivi se rapporte à l'évaluation des impacts directs (par exemple, en termes de niveaux d'exposition, de normes d'hygiène) et indirects (par exemple, en termes de symptômes sanitaires comme le nez qui coule et la toux, ou de taux de prévalence à plus long terme de l'asthme) des mesures prises, et à l'obtention d'un aperçu général des coûts des contrôles.

4.1 Relation entre le coût des mesures et les avantages en termes de santé

Ainsi qu'il a été indiqué à propos du critère de proportionnalité, chaque mesure prise implique des coûts. Il est donc recommandé d'apprécier au préalable quelles sont les mesures qui sont censées produire un bénéfice sanitaire. Il est important de garder à l'esprit que le bénéfice sanitaire et les coûts ne vont pas toujours de pair. Les solutions les moins coûteuses sont parfois celles qui engendrent le plus grand bénéfice sanitaire. La figure 3 ci-dessous illustre ce principe.

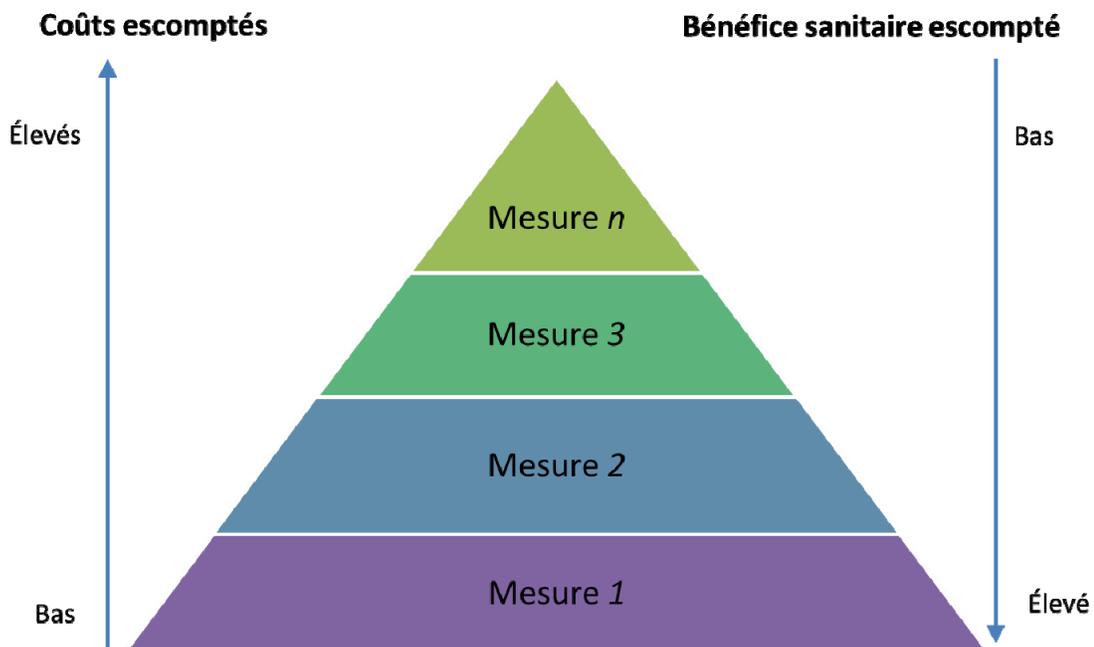


Figure 3. Diagramme représentant la relation entre les coûts escomptés de mesures nationales et le bénéfice sanitaire correspondant

La théorie qui sous-tend le concept illustré par la figure 3 est que la mesure 1 est supposée introduire une solution peu coûteuse, mais débouche sur un bénéfice sanitaire considérable. Toutefois, si le bénéfice sanitaire n'atteint pas le niveau désiré, des mesures supplémentaires, dont le coût sera probablement plus élevé, devraient être envisagées et adoptées afin de continuer à améliorer les conditions sanitaires. Cette figure constitue une illustration théorique très simpliste de la relation entre les coûts escomptés et les bénéfices sanitaires correspondants. En réalité, cette relation est bien plus complexe, dès lors que la façon dont sont évalués les coûts et les bénéfices

sanitaires influence grandement leur relation. La finalité de cette figure est cependant d'illustrer la relation entre les mesures, les coûts et les bénéfices sanitaires²⁰. Il est important aussi de se demander quelles sont les parties prenantes qui auront à supporter ou partager les coûts: par exemple, les autorités nationales ou locales, les écoles, les parents, etc.

La relation entre les bénéfices sanitaires des mesures et les coûts associés peut être quantifiée au moyen d'indicateurs appropriés, comme le montre le tableau 6.

Tableau 6. Indicateurs de la relation entre les bénéfices sanitaires des mesures et les coûts associés (*Source: lignes directrices de l'US EPA, «Voluntary Guidelines for States: Development and Implementation of a School Environmental Health Program»*)

Type d'indicateur	Exemple d'indicateur
Indicateur de santé	<ul style="list-style-type: none"> - Pourcentage de réduction du nombre de visites à l'infirmerie de l'école au cours d'une année. - Pourcentage de diminution des problèmes d'asthme constatés au cours d'une année. - Pourcentage de réduction de l'absentéisme. - Pourcentage de diminution du nombre de cas d'autres affections respiratoires signalés.
Indicateur de coût	<ul style="list-style-type: none"> - Moins de demandes d'indemnisation liées à la QAI introduites par le personnel de l'école. - Réduction des coûts énergétiques liés à des bâtiments et équipements scolaires bien entretenus.
Indicateur social	<ul style="list-style-type: none"> - Réactions positives des syndicats d'enseignants et des associations de parents. - Couverture favorable dans les médias. - Confiance accrue au sein de la collectivité.

L'examen des lignes directrices et recommandations existantes au niveau national en matière d'environnements scolaires permet de regrouper les mesures envisageables dans les six groupes suivants:

Groupe 1: Exigences d'hygiène relatives aux procédures de nettoyage et à leur fréquence. Un nettoyage de base – avec une utilisation raisonnable de produits nettoyants – est surtout censé contribuer à éviter les maladies infectieuses.

Groupe 2: Sensibilisation. Il semble que l'hygiène intérieure puisse être grandement améliorée par une stratégie de sensibilisation structurelle, notamment par l'éducation des (nouveaux) membres du personnel scolaire, du personnel d'entretien, des parents et des élèves. L'adjectif «structurel» suppose ici que la sensibilisation ne consiste pas en une action ponctuelle mais dans un mécanisme qui se répète régulièrement au cours d'une période donnée. L'éducation en matière de nettoyage, le fait de ne pas fumer, l'adoption de bonnes pratiques d'hygiène, les caractéristiques de certains produits de construction, etc., peuvent avoir une influence positive sur le comportement et améliorer la santé. À titre d'exemples, on peut citer une initiative néerlandaise qui a

²⁰ On trouvera davantage d'informations sur les méthodes, ainsi que des documents sur le rapport coût-efficacité en relation avec la protection sanitaire à l'adresse <http://kosteneffectiviteit-preventie.rivm.nl/algemene-hta-literatuur/richtlijn-kea-onderzoek/>.

débouché sur la publication d'une fiche consacrée au climat intérieur dans les écoles primaires (<http://www.ggd Kennisnet.nl/groep/7/documenten/1189>) et le matériel pédagogique belge disponible pour les écoles primaires (<http://www.lekkerfris.be>) et secondaires (<http://www.airatschool.be>). Dans le cas de l'expérience belge, le suivi a fait apparaître des améliorations de la QAI grâce à l'utilisation du matériel pédagogique.

Groupe 3: Bonnes pratiques de ventilation. Il a été démontré que les bonnes pratiques de ventilation dans les salles de classe (naturelle, comme l'ouverture des fenêtres dans les classes; ou mécanique) font baisser les concentrations de CO₂ dans l'air, réduisent les concentrations de polluants produits à l'intérieur des locaux et ont une influence favorable sur les capacités d'apprentissage des enfants.

Groupe 4: Utilisation des produits/matériaux. Ce type de mesures est étroitement lié au groupe 2. Le fait de savoir que les matériaux de construction, le mobilier (d'après les éléments qui le composent) et des produits comme les colles, les peintures, etc. contiennent et émettent certaines substances permet de prendre des décisions en connaissance de cause, afin d'éviter l'utilisation de produits donnés, de les remplacer par d'autres qui ne contribuent pas à une mauvaise QAI et donc de réduire les risques associés pour la santé. La réalisation de cet objectif pourrait être grandement facilitée par l'utilisation de matériaux de construction et de produits de consommation à faible taux d'émission, par l'étiquetage des produits et par des réglementations en matière d'émissions par les matériaux.

Groupe 5: Interventions techniques, comme la conception de (nouveaux) bâtiments scolaires ou la rénovation (partielle) de bâtiments scolaires existants, en portant une attention particulière aux conditions d'hygiène intérieures. Il pourrait s'agir, par exemple, de l'installation d'une ventilation mécanique et de ses spécifications techniques (conception des niveaux de circulation de l'air, prévention des nuisances sonores, etc.). Les mesures techniques sont généralement de nature à entraîner des coûts plus élevés, tandis que leurs bénéfices sanitaires sont difficiles à quantifier. Il peut arriver, cependant, que les coûts de ces mesures techniques soient relativement réduits par rapport aux coûts de rénovation totaux. Par conséquent, dans le cas de rénovations déjà prévues, la mise en œuvre de mesures techniques pourrait être rentable.

Groupe 6: Surveillance de la QAI. Une liste succincte d'indicateurs peut être établie afin de surveiller régulièrement la QAI dans un nombre limité de salles de classe choisies au hasard. Ces indicateurs doivent être définis sur la base des lignes directrices disponibles en matière de QAI (par exemple, celles de l'OMS), de la faisabilité des évaluations et du caractère raisonnable des coûts.

Le tableau 7 donne des exemples de descriptions qualitatives de mesures possibles en vue d'améliorer la QAI dans les écoles sur la base des critères décrits au chapitre 4 et de la relation entre les coûts et les bénéfices sanitaires dont il a été question à la section 4.1.1.

Tableau 7. Exemples de descriptions qualitatives des critères de transposition de mesures spécifiques

Mesure		Critères			
	Description	Efficacité	Proportionnalité	Praticabilité	Suivi
Hygiène	Nettoyage des toilettes	Plus grande pour les jeunes enfants par rapport aux élèves plus âgés du fait du contact du haut du corps (mains) avec les toilettes et du comportement consistant à porter les mains à la bouche.	Peu de coûts supplémentaires sont à prévoir. (Ré)éducation du personnel d'entretien et du personnel enseignant.	L'inspection visuelle des toilettes est possible. Listes de contrôle où le personnel d'entretien note la date et l'heure du dernier nettoyage.	Cette mesure peut faire l'objet d'un suivi régulier (par exemple, annuel) au moyen d'un questionnaire sur le niveau de satisfaction distribué aux élèves (les plus âgés).
Sensibilisation	Ouverture des fenêtres	Dans les locaux dépourvus de ventilation mécanique, sensibilisation à l'utilité de maintenir le CO ₂ et les COV à des niveaux assez bas dans les salles de classe en ouvrant fréquemment les fenêtres. Les capacités de concentration et d'apprentissage des élèves en sont renforcées. Cette mesure est aussi profitable au bon développement du cerveau.	L'éducation du personnel de l'école, des parents et des élèves demande du temps, de même que le changement des comportements. Il faut élaborer le matériel pédagogique et le traduire dans la langue locale. Cependant, les coûts devraient être limités dans la mesure où le même matériel peut être utilisé pendant plusieurs années.	Des programmes de sensibilisation pourraient être déployés et coordonnés via des mesures politiques; ils pourraient être instaurés dans les écoles sur une base volontaire ou même obligatoire.	Le nombre d'écoles qui suivent des programmes de sensibilisation peut faire l'objet d'un suivi.
Utilisation des produits/matériaux	Éviter d'utiliser des peintures et des colles contenant des solvants	les enfants ne seront plus exposés à des solvants nocifs. Bien que la capacité de réduction des risques soit difficile à quantifier, le fait d'éviter une exposition fréquente aux solvants reste bénéfique.	Le changement de produits ne devrait pas entraîner d'augmentation sensible des coûts.	L'école peut modifier les critères d'achat des produits ou changer de fournisseurs. Une inspection visuelle par le personnel de l'établissement est facultative.	Sans objet
	Éviter d'utiliser des matériaux de construction connus pour	Si certains matériaux de construction ne sont plus utilisés, les occupants des	Les coûts dépendent du prix des matériaux de construction de	L'utilisation de matériaux qui ne provoquent pas de réactions asthmatiques	À long terme, l'effet sur la prévalence de l'asthme pourrait faire l'objet d'un suivi dans les

	émettre certaines substances qui provoquent des réactions asthmatiques ²¹	bâtiments ne seront plus exposés à certaines substances qui provoquent des réactions asthmatiques. Selon le choix du matériau de construction de remplacement, il est possible de réduire les risques.	remplacement. En comparaison des coûts sociaux du traitement de l'asthme, les coûts des matériaux de construction de remplacement devraient être relativement peu élevés.	pour la rénovation et la construction de (nouveaux) bâtiments scolaires pourrait être imposée par la législation nationale, et des inspections permettraient de veiller au respect de cette mesure.	bâtiments construits ou rénovés avec des matériaux de substitution. À plus long terme, les coûts du suivi de la prévalence de l'asthme, par exemple, sont difficiles à estimer, mais ils devraient être inférieurs à ceux du traitement de l'asthme.
<i>Mesures techniques</i>	Installation d'un équipement de contrôle du CO ₂ dans la salle de classe comme indicateur de la QAI (par exemple, des «feux de signalisation CO ₂ » aux Pays-Bas ou des lampes témoin en Belgique).	Le fait de maintenir un bon niveau de CO ₂ améliore les capacités de concentration et d'apprentissage des élèves et est aussi profitable au bon développement du cerveau.	L'acquisition d'un système de contrôle du CO ₂ constitue une solution peu coûteuse.	La praticabilité de la mesure dépend du choix du moyen de faire baisser la concentration de CO ₂ si le niveau recommandé est dépassé. Cela coûte (beaucoup) plus cher d'installer une ventilation mécanique que d'ouvrir les fenêtres.	L'installation d'un système de contrôle du CO ₂ dans chaque salle de classe permet au personnel enseignant et aux élèves de surveiller les concentrations de CO ₂ . Les coûts devraient être peu élevés.
<i>Surveillance de la QAI</i>	Vérification du respect des lignes directrices existantes en matière de QAI.	Identification de situations critiques (sources de pollution intérieure, air vicié dans les classes, etc.).	Les coûts de la surveillance devraient être moins élevés que ceux du traitement de l'asthme et de la diminution de la capacité d'apprentissage.	Utilisation d'échantillonneurs passifs et de systèmes de contrôle du CO ₂ .	Pourcentage des écoles ou des salles de classe où les niveaux fixés dans les lignes directrices sur la QAI ne sont pas respectés; évolution au fil des années.

²¹ «Healthy Environments. A Compilation of Substances linked to Asthma» (2012). Ce récent rapport (8 août 2012) donne un aperçu général des substances contenues dans les matériaux de construction qui peuvent entraîner ou aggraver des réactions asthmatiques. Son objectif est de faciliter l'identification des déclencheurs de l'asthme et des agents asthmogènes et de contribuer à l'adoption de mesures visant à réduire leur utilisation dans les matériaux de construction et le mobilier:
http://transparency.perkinswill.com/assets/whitepapers/NIH_AsthmaReport_2012.pdf.

5. Défis et recommandations en termes de mise en œuvre

Le cadre des lignes directrices pour des environnements sains dans les écoles européennes proposé dans le présent rapport vise à préparer et promouvoir l'élaboration de programmes durables en faveur d'un environnement scolaire sain en Europe. Un tel objectif peut être atteint en privilégiant une démarche préventive, d'un bon rapport coût-efficacité, plutôt qu'une attitude attentiste, qui ne cherche à résoudre les problèmes qu'après leur apparition. Dans cette optique, il est recommandé d'inscrire la formulation de programmes durables en faveur d'un environnement scolaire sain dans une stratégie globale et aisément applicable qui intègre des mesures préventives et qui s'attaque aux problèmes sanitaires liés à l'environnement en encourageant le bon entretien des bâtiments et terrains scolaires. Ces programmes devraient favoriser un environnement scolaire propice à l'apprentissage, qui protège la santé des élèves et du personnel. En plus d'améliorer l'environnement physique et de minimiser les risques potentiels pour la santé, des programmes durables en faveur d'un environnement scolaire sain en Europe devraient aussi contribuer à la coordination des efforts des autorités nationales et locales pour choisir des solutions sûres et d'un bon rapport coût-efficacité qui répondent aux priorités sanitaires de chaque environnement scolaire. Les bénéfices escomptés sont notamment: l'amélioration de la santé des élèves; des taux d'absentéisme moins élevés parmi les élèves et les enseignants; de meilleurs résultats et une participation accrue des élèves aux activités scolaires; une motivation et une satisfaction professionnelle plus grande des enseignants; et des économies réalisées grâce à la réduction de la consommation d'énergie et d'eau, et à l'amélioration de l'entretien des installations.

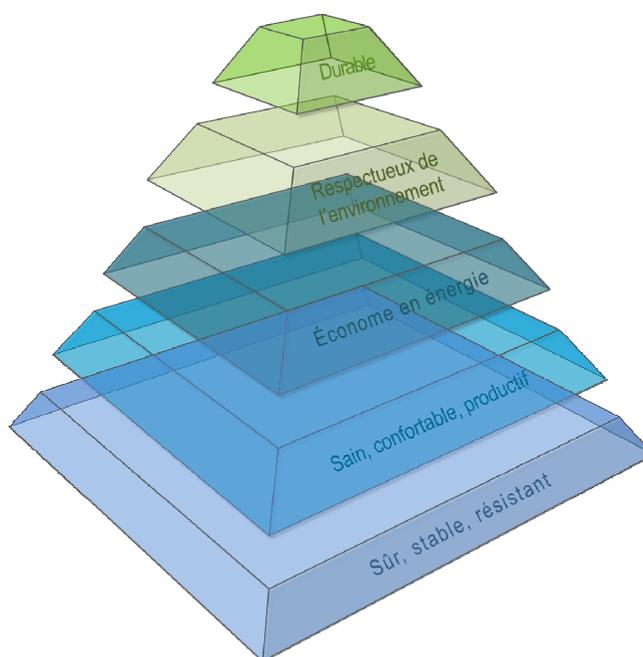


Figure 4. Le concept global d'un «Bâtiment efficace»

Une importante condition préalable pour un programme durable en faveur d'un environnement scolaire sain tient à la conception de bâtiments scolaires qui intègrent harmonieusement les progrès de l'architecture et de l'ingénierie, les conditions climatiques et les valeurs culturelles régionales ou locales, ainsi que les avancées les

plus récentes en matière de découplage des fonctions de chauffage/rafraîchissement et de ventilation. La ventilation ne doit plus être perçue comme une panacée, mais comme une solution pour maintenir l'exposition aux agents d'agression physiques, chimiques et biologiques affectant l'environnement scolaire intérieur sous des niveaux sûrs. Il est par conséquent recommandé de tout faire pour éviter d'introduire la pollution de l'air extérieur dans le bâtiment scolaire et pour garder à des niveaux peu élevés les polluants émis ou générés à l'intérieur du bâtiment. Par exemple, des émissions excessives de CO₂ comme celles constatées dans le cadre de l'enquête de SINPHONIE, imputables à des défauts dans la conception, la construction, le fonctionnement et l'entretien du bâtiment et à l'utilisation de certains matériaux et produits dans les salles de classe et les autres locaux, représentent clairement l'un des défis à relever dans la mise en œuvre des lignes directrices. De même, les niveaux de particules en suspension doivent être réduits et les bâtiments scolaires existants doivent être réaménagés pour respecter les exigences et les normes actuelles de performance énergétique.

En termes de ventilation, les méthodes naturelles ne peuvent plus être recommandées pour assurer une QAI acceptable dans les bâtiments scolaires. Un changement de modèle visant à favoriser la mise en œuvre pratique des lignes directrices fondées sur des critères sanitaires qui ont récemment été formulées en matière de ventilation dans le contexte du projet HEALTHVENT (2010-2012) financé par l'Union (Carrer et al., 2013) pourrait se révéler crucial pour garantir durablement des environnements scolaires sains en Europe. Dans ces nouveaux programmes, il appartient aux organes compétents, tant au niveau national qu'à l'échelon local, d'encourager, de coordonner et de déployer des solutions appropriées sur le plan technique et des interventions échafaudées à la lumière des éléments scientifiques et des moyens technologiques les plus récents.

Des programmes durables en faveur d'un environnement scolaire sain en Europe peuvent:

- *promouvoir des initiatives*, notamment dans le domaine législatif, afin de réglementer la conception des bâtiments scolaires, leur construction, les matériaux utilisés, les procédures de nettoyage et d'entretien, mais aussi d'interdire de fumer dans les écoles, de faire en sorte d'éviter la présence d'allergènes et d'imposer des normes de ventilation fondées sur des critères sanitaires;
- *promouvoir des campagnes de sensibilisation et de formation* à l'intention des élèves et de leurs familles, du personnel, des corps de métiers, des décideurs et de l'opinion publique en faveur d'un environnement scolaire sain;
- *promouvoir la recherche et l'innovation* en vue de formuler des mesures durables destinées à améliorer la QAI dans l'environnement scolaire et à en récolter les fruits en termes de santé publique, grâce à des approches d'un bon rapport coût-efficacité qui bénéficient des dernières avancées scientifiques et technologiques dans le domaine de l'environnement bâti.

Les recommandations suivantes constituent une liste non exhaustive d'actions, d'initiatives et d'évolutions qui peuvent être envisagées, dans une perspective européenne, pour favoriser durablement les environnements scolaires sains au niveau national et local:

- ❖ Mettre au point et appliquer un ensemble d'outils à plusieurs niveaux pour un environnement scolaire sain dans l'Union (indicateurs, questionnaires types,

outils, protocoles et essais cliniques pour la surveillance de la QAI, l'audit des bâtiments scolaires, l'évaluation des conditions sanitaires dans l'environnement scolaire et la quantification des bénéfices sanitaires des mesures par rapport aux coûts associés). De plus, il conviendrait de formuler des exigences en matière de contrôle périodique, d'audit et de mesure de la QAI et des paramètres sanitaires dans les écoles, conformément au cadre d'harmonisation du projet PILOT INDOOR AIR MONIT et aux méthodes et outils standard de SINPHONIE.

- ❖ Mettre en place un système européen de surveillance médicale pour le dépistage des problèmes de santé parmi les élèves et les membres du personnel, avec des orientations concernant la gestion des problèmes d'asthme. Un tel système pourrait s'appuyer sur une mise à jour de la base de données de SINPHONIE en y intégrant les données de surveillance de la QAI et d'analyses sanitaires provenant de campagnes menées à l'avenir dans les écoles européennes et en mettant à disposition par l'intermédiaire de l'initiative IPChem (plateforme d'information sur la surveillance chimique) de la DG ENV, soutenue par la DG JRC (<http://ies.jrc.ec.europa.eu/index.php?page=80>).
- ❖ Formuler des orientations pour la mise en œuvre de programmes nationaux en faveur d'un environnement scolaire durable dans les pays européens: a) qui se basent sur les dernières technologies de construction et sur des stratégies de QAI visant à promouvoir le contrôle à la source des produits et matériaux de construction et le découplage des fonctions de chauffage/rafraîchissement dans les écoles européennes selon l'approche fondée sur des critères sanitaires en matière de ventilation mise au point par le projet HEALTHVENT financé par l'Union; b) qui prennent dûment en considération les spécificités géographiques, climatiques et culturelles des États membres; et c) qui permettent un ajustement et une adaptation des réglementations, des politiques, des orientations et des moyens économiques nationaux existants de façon à économiser les ressources.
- ❖ Formuler des orientations pour une gestion de l'environnement scolaire qui intègre des considérations concernant la santé et la sécurité des élèves et du personnel dans toutes les pratiques relatives à la conception, à la construction, à la rénovation, au fonctionnement et à l'entretien des bâtiments et terrains scolaires, ainsi qu'une utilisation durable des ressources (eau, énergie, matériel pédagogique, produits et procédures de nettoyage, etc.).
- ❖ Dresser un inventaire européen des meilleures pratiques en matière de QAI et de santé des élèves en usage dans les écoles.
- ❖ Élaborer et évaluer des mesures d'atténuation d'un bon rapport coût-efficacité pour les écoles où des problèmes ont été constatés, en mettant à profit les résultats de l'enquête de SINPHONIE et les expériences des réseaux nationaux existants de surveillance de la QAI et de la santé dans les écoles des pays européens.
- ❖ Promouvoir une gestion adéquate de la pollution de l'air extérieur (due au trafic routier et aux activités urbaines et industrielles) et d'autres sources de contamination à proximité ou dans le sous-sol des bâtiments scolaires, afin de respecter les valeurs imposées par la législation de l'Union applicable et les

lignes directrices et recommandations de l’OMS.

- ❖ Interdire de fumer et imposer l’utilisation de matériaux et produits à faible taux d’émission écolabellisés dans l’environnement scolaire partout en Europe.
- ❖ Mettre en œuvre des stratégies adéquates de prévention et d’atténuation de la pollution par le radon qui s’inspirent des recommandations du projet RADPAR (2009-2011) financé par l’Union (<http://web.jrc.ec.europa.eu/radpar/documents.cfm>).
- ❖ Mettre en œuvre des mesures visant à prévenir l’humidité et les moisissures dans les bâtiments scolaires et à réduire l’exposition aux sources d’allergène, en prenant en considération les lignes directrices et recommandations de l’OMS applicables.
- ❖ Formuler des orientations pour des procédures de nettoyage et d’entretien efficaces de l’enveloppe des bâtiments scolaires, de leurs systèmes de chauffage et de ventilation et d’autres équipements.
- ❖ Donner une formation appropriée en matière de QAI et de problèmes sanitaires aux enfants, à leurs parents, aux enseignants et au personnel chargé de la gestion, de l’entretien et du nettoyage des bâtiments scolaires.

6. Références

Carrer, P., Wargocki, P., De Oliveira Fernandes, E., Kephelopoulos, S., et al. (2013). *Guidelines for health-based ventilation in Europe*, Commission européenne, rapport de l’ECA n° 30, DG Centre commun de recherche, Luxembourg, Office des publications de l’Union européenne (en préparation).

Règlement sur les produits de construction (2011). Règlement (UE) n° 305/2011 du Parlement européen et du Conseil du 9 mars 2011 établissant des conditions harmonisées de commercialisation pour les produits de construction et abrogeant la directive 89/106/CEE du Conseil.

Csobod, E., Rudnai, P., Vaskovi, E. (2010). *School Environment and Respiratory Health of Children* (SEARCH), Szentendre, Hongrie.

Csobod, E., Annesi-Maesano, I., Carrer, P., Kephelopoulos, S., Madureira, J., Rudnai, P., De Oliveira Fernandes, E., Barrero-Moreno, J., Beregszaszi, T., Hyvärinen, A., Moshhammer, H., Norback, D., Paldy, A., Pandics, T., Sestini, P., Stranger, M., Täubel, M., Varró, M., Vaskovi, E., Ventura, G., Viegi, G. (2013). *SINPHONIE* (Schools Indoor Pollution and Health Observatory Network in Europe) rapport final du projet (SANCO/2009/C4/04, contrat SI2.570742), Commission européenne, direction générale de la santé et des consommateurs (en préparation), <http://www.sinphonie.eu/>.

De Oliveira Fernandes, E., Jantunen, M., Carrer, P., Seppänen, O., Harrison, P., Kephelopoulos, S. (2008). *EnVIE Co-ordination Action on Indoor Air Quality and Health Effects: Final Activity report*, projet n° SSPE-CT-2004-502671, IDMEC, Porto, Portugal.

Directive 2010/31/UE du Parlement européen et du Conseil du 19 mai 2010 sur la performance énergétique des bâtiments (refonte).

<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:FR:P DF>.

Fédération européenne des associations de l'asthme et des allergies (EFA) (2000). *Indoor air pollution in schools*, publications de l'EFA. <http://www.efanet.org>.

Fisk, W.J., Black, D., Brunner, G. (2011). «Benefits and costs of improved IEQ in U.S. offices», *Indoor Air* 21(5), p. 357 à 367.

France (2010). Le Grenelle Environnement. http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Grenelle_Loi-2_GB_.pdf.

GerES (enquête environnementale allemande sur la santé et l'hygiène environnementale), Allemagne. <http://www.umweltbundesamt.de/gesundheit-e/survey/>.

HEAL (2009). Répertoire par pays de l'Union des agences fournissant des informations au public sur l'humidité et les moisissures. http://www.vzbb.sk/sk/urad/narodne_centra/nrc_vo/Directory_of_agencies_July09.pdf

Jantunen, M., De Oliveira Fernandes, E., Carrer, P., Kephelopoulos, S. (2011). *Promoting actions for healthy indoor air (IAIAQ)*, Luxembourg, Commission européenne, Direction générale de la santé et des consommateurs. http://ec.europa.eu/health/healthy_environments/docs/env_iaiaq.pdf.

Société internationale de la qualité de l'air intérieur et du climat (ISIAQ) (2001). Rapport du groupe de travail de l'ISIAQ, *Creation of a healthy indoor environment in schools*, http://www.isiaq.org/publications/TF_Schools_Creation_of_Healthy_Indoor_Environment_in_Schools.pdf/view.

Kephelopoulos, S., Kotzias, D., Arvanitis, A., Jantunen, M., De Oliveira Fernandes, E., Madureira, J., Silva, G., De Brouwere, K., Molhave, L., Schneider, T., Mandin, C., Fromee, H., Kettrup, A., Samoli, E., Katsouyanni, K., Carrer, P., Fossati, S., Ruggeri, L., Cavallo, D., Nevalainen, A., Haverinen-Shaughnessy, U., Forastiere, F., Cesaroni, G., Koistinen, K. (2012). Rapport de l'ECA n° 28, *Health risks from indoor particulate matter (INDEX-PM)*, Commission européenne, DG Centre commun de recherche, Luxembourg, Office des publications de l'Union européenne, EUR 25588 EN, 2012.

Kephelopoulos, S., Crump, D., Dauemling, C., Winter-Funch, L., Horn, W., Keirsbulck, M., Maupetit, F., Sateri, J., Saarela, K., Scutaru, A.M., Tirkkonen, T., Witterseh, T., Sperk, C. (2012). Rapport de l'ECA n° 27, *Harmonisation Framework for Indoor Products Labelling Systems in EU*, Commission européenne, DG Centre commun de recherche, Luxembourg, Office des publications de l'Union européenne, EUR 25276 EN, 2012.

Kotzias, D., Koistinen, K., Kephelopoulos, S., Schlitt, C., Carrer, P., Maroni, M., et al. (2005), *The INDEX project – Critical Appraisal of the Setting and Implementation of Indoor Exposure Limits in the EU*, rapport final, EUR 21590 EN, Commission européenne, DG Centre commun de recherche.

OQAI (Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur) (2001). France. <http://www.oqai.fr/obsairint.aspx>.

Perkins+Will (2012). *Healthy Environments – A Compilation of Substances linked to Asthma*, National Institutes of Health, Office of Research Facilities, Division of Environmental Protection. http://transparency.perkinswill.com/assets/whitepapers/NIH_AsthmaReport_2012.pdf

UBA (Agence fédérale allemande de l'environnement) (2008). *Guidelines for Indoor Air Hygiene in School Buildings*, Umweltbundesamt, Berlin. <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4113.pdf>.

Agence des États-Unis pour la protection de l'environnement. Site internet sur la création d'environnements intérieurs sains dans les écoles.

<http://www.epa.gov/iaq/schools/>.

Guide référence de l'US EPA, *Indoor Air Quality Tools for Schools*.

http://www.epa.gov/iaq/schools/pdfs/kit/reference_guide.pdf.

Organisation mondiale de la santé (2005), *Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air: particules, ozone, dioxyde d'azote et dioxyde de soufre – Mise à jour mondiale 2005*, Bureau régional de l'OMS pour l'Europe.

Organisation mondiale de la santé (2009). *WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould*, Copenhague, Bureau régional de l'OMS pour l'Europe.

<http://www.euro.who.int/en/what-we-publish/abstracts/who-guidelines-for-indoor-air-quality-dampness-and-mould>.

Organisation mondiale de la santé (2010). *WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Selected pollutants*, Copenhague, Bureau régional de l'OMS pour l'Europe.

http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0009/128169/e94535.pdf.

Organisation mondiale de la santé. Déclaration de Parme sur l'environnement et la santé, 2010.

http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/78611/E93619.pdf

OMS-JRC (2011). *Report on methods for monitoring indoor air quality in schools*.

http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0011/147998/e95417.pdf.

7. ANNEXES

ANNEXE A – Vue d'ensemble des informations relatives aux initiatives politiques (réglementations, lois, lignes directrices, programmes) pour des environnements scolaires sains dans les pays européens

État membre de l'Union	Mesures nationales (réglementations, lois, lignes directrices, programmes)				
	Type	Description générale	Spécifications (paramètres)	Parties prenantes/ public cible	Référence/ source d'information
<i>Albanie</i>	Pas de lignes directrices.	-	-	-	-
<i>Autriche</i>	Lignes directrices sur les exigences d'hygiène dans les écoles.	Lignes directrices générales décrivant les mesures d'hygiène dans les écoles.	Contiennent des recommandations en matière de nettoyage et d'hygiène personnelle, d'hygiène alimentaire, etc. Il est prévu d'inclure un chapitre sur la QAI dans les écoles lors de mises à jour futures.	Personnel des écoles.	http://www.bmukk.gv.at/schulen/unterricht/hygieneplan.xml
	Lignes directrices sur l'air intérieur dans les maisons.	Lignes directrices sur l'évaluation de l'air intérieur dans les maisons. Ces lignes directrices s'appliquent aussi aux écoles.	Contiennent des recommandations pour l'évaluation des agents chimiques et biologiques et des exigences en matière de ventilation (champignons, formaldéhyde, CO ₂ , toluène, styrène, tétrachloroéthylène, total des COV) et décrivent des valeurs limites fondées sur des critères sanitaires.	-	http://www.innenraumanalytik.at/richtwerte.html
	Lignes directrices allemandes pour l'hygiène de l'air intérieur dans les bâtiments scolaires.	Lignes directrices allemandes détaillées pour l'hygiène de l'air intérieur dans les bâtiments scolaires; fréquemment utilisées en Autriche aussi.	Voir l'Allemagne ci-après pour une description détaillée.	-	www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3689.pdf
<i>Belgique</i>	Réglementation et	Lignes directrices et	Contiennent des exigences en matière de	-	http://www.lekkerfrij.be

	décisions flamandes relatives au climat intérieur [ARAB, KB (12 août 1993), KB (27 mars 1998, 3 mai 1999, 11 mars 2002 et 17 juillet 2002)], - Décision du gouvernement flamand (8 décembre 2006, 11 juin 2004, 19 novembre 2010 et 1 ^{er} juin 1985).	recommandations pour un environnement intérieur sûr et sain, incluant le décret flamand sur la QAI dans l'environnement intérieur.	température, d'humidité, de ventilation, de systèmes de chauffage, d'utilisation et de stockage des agents nettoyants, et de QAI en termes de valeurs guides d'intervention pour les agents chimiques, physiques et biologiques. La Belgique a aussi des programmes pour les écoles primaires et secondaires, axés sur la sensibilisation à la ventilation des salles de classe au moyen de l'ouverture des fenêtres. Leur efficacité a été démontrée par des mesures de la QAI dans les écoles participantes.		s.be/ , www.airatschool.be
<i>Chypre</i>	Pas de lignes directrices.	-	-	-	-
<i>République tchèque</i>	Législations sur la protection et la promotion de la santé publique concernant l'environnement scolaire (couvrant les bâtiments publics, hormis les appartements) (décret du ministère de la santé CR n° 6/2003 Ld. et décret du ministère de la santé CR n° 410/2005 Ld.).	Ces législations décrivent les exigences en matière d'hygiène pour les environnements intérieurs en général (CR n° 6/2003 Ld.) et pour les locaux des établissements d'éducation accueillant des enfants et des jeunes (n° 410/2005 Ld.).	Contiennent des exigences relatives aux agents chimiques, physiques et biologiques dans l'environnement intérieur des lieux d'habitation (CR n° 6/2003 Ld.), et à la ventilation, l'isolation, l'éclairage, le mobilier, le nettoyage, etc. (n° 410/2005 Ld.).	-	-
<i>Finlande</i>	Recommandations et lignes directrices	Recommandations contraignantes sur le climat		-	-

	générales sur divers aspects de la QAI dans tous les bâtiments.	<p>intérieur et la ventilation des bâtiments [Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet (2012)].</p> <p>Recommandations sur les conditions sanitaires des logements (Asumisterveysopas Sosiaali- ja teveysministeriö).</p> <p>Orientations pour les problèmes d'humidité et de moisissures dans les bâtiments scolaires. (Koulurakennusten kosteus- ja homevauriot. Opas ongelmien selvittämiseen (en finlandais]).</p>	Contiennent des recommandations sur les conditions physiques, comme la température, le bruit et l'éclairage, les niveaux de concentration des composés chimiques et des microbes (valeurs acceptables). Les orientations portent sur la résolution des problèmes d'humidité.		
<i>France</i>	Législation sur la surveillance obligatoire de la QAI dans les écoles (décret n° 2011-1728) et législation donnant plus de précisions à propos de la surveillance (décret n° 2012-14).	Les deux législations prescrivent des stratégies obligatoires de surveillance de l'air intérieur dans les écoles primaires et secondaires et les structures d'accueil des enfants. Les trois indicateurs ciblés portent sur le benzène, le	Les écoles primaires et les structures d'accueil des enfants doivent mettre en place une procédure de surveillance de la QAI avant janvier 2018. Cette procédure doit ensuite être répétée tous les sept ans, sauf en cas de dépassement des valeurs guides pour des indicateurs ciblés. Dans ce cas, les mesures doivent être répétées dans les deux ans.	Ministères, municipalités, écoles, organismes accrédités.	http://www.legifrance.gouv.fr/

		formaldéhyde et le dioxyde de carbone. Une évaluation des moyens d'aération est aussi prévue.			
	Arrêté d'exécution des législations sur la QAI dans les écoles (DEVP1200916A).	L'arrêté décrit les conditions applicables en matière d'évaluation de la QAI et d'inspection des moyens d'aération.	Les mesures et l'évaluation des moyens d'aération doivent être effectuées par des organismes et des laboratoires accrédités. L'agrément est délivré par le Comité français d'accréditation (COFRAC).	Ministères, municipalités, écoles, organismes accrédités.	http://www.cofrac.fr/
<i>Allemagne</i>	Lignes directrices pour l'hygiène de l'air intérieur dans les bâtiments scolaires (2008).	Orientations détaillées décrivant les mesures à prendre pour créer un climat intérieur sain dans les écoles.	Les lignes directrices contiennent des recommandations détaillées sur: a) les exigences en matière d'hygiène dans les écoles, notamment pour le nettoyage et la ventilation et les petits travaux de construction et de rénovation; b) les polluants de l'air intérieur et leurs effets sur la santé (agents chimiques, physiques et biologiques); c) les exigences applicables aux bâtiments, y compris certains matériaux de construction, le mobilier et les conditions acoustiques; d) les procédures visant à remédier aux problèmes de pollution intérieure constatés; et e) un aperçu des lignes directrices existantes en matière de rénovation/d'assainissement.	Enseignants, élèves, parents, directeurs d'écoles, autorités compétentes en matière d'éducation, services d'urbanisme, services chargés de la santé et de l'environnement, catégories professionnelles concernées par la conception, la construction, la rénovation ou la modernisation des bâtiments scolaires.	www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4113.pdf
<i>Grèce</i>	Il n'y a pas de réglementations	La Grèce a deux réglementations relatives à	Recommandations sur la performance énergétique des bâtiments (calcul de la	Les réglementations	http://www.epbd-ca.eu/

	<p>spécifiques concernant la QAI ou la ventilation.</p>	<p>l'efficacité énergétique des bâtiments qui prennent en considération la ventilation. Toutes deux portent principalement sur l'énergie. La QAI dans les bâtiments scolaires peut être concernée [loi grecque n° 3661/2008 (KENAK, Αρ. Φύλλου 407) et Guides techniques de la Chambre technique de Grèce (TOTEE)].</p>	<p>consommation d'énergie des bâtiments, exigences minimales en matière de performance énergétique et délivrance obligatoire d'un certificat de performance énergétique, inspection des chaudières et des systèmes de conditionnement d'air et instauration d'une agence nationale des inspecteurs de l'énergie, conformément à la directive européenne 2002/91/CE), caractéristiques des matériaux qui composent la structure des bâtiments et contrôle de l'efficacité de l'isolation thermique.</p> <p>Recommandations sur la ventilation dans les bâtiments résidentiels (la ventilation naturelle est envisagée selon les spécifications TOTEE) et les bâtiments du secteur tertiaire, traitant de la ventilation mécanique, du niveau de ventilation en fonction du nombre de personnes que les locaux sont censés accueillir et du volume d'air minimal par personne nécessaire pour maintenir un niveau minimal d'air frais.</p> <p>La loi KENAK propose des règles en matière de taux de renouvellement de l'air selon le type d'utilisation des locaux, mais n'inclut pas les écoles. Le taux de ventilation est calculé au moyen d'une formule type.</p>	<p>s'adressent principalement aux ingénieurs et aux inspecteurs qui délivrent les certificats de performance énergétique. Les autres parties prenantes comprennent: les catégories professionnelles concernées par la conception, la construction ou la rénovation des bâtiments scolaires, le ministère de l'environnement, de l'énergie et du changement climatique et ceux de la santé, de l'éducation et du travail.</p>	<p>http://kenakteetdk.files.wordpress.com (en grec)</p> <p>http://portal.tee.gr/portal/page/portal/tptee/totee/FEK%20407-B-2010%20-%20KENAK.pdf</p>
--	---	---	---	--	---

<i>Hongrie</i>	Pas de lignes directrices concernant spécifiquement la QAI. Il existe des normes en matière de température.	Les normes prévoient une température à respecter dans les bâtiments des écoles primaires.	Contiennent une recommandation préconisant le recours à la ventilation naturelle, sauf dans les espaces qui accueillent un grand nombre de personnes. Là, une circulation constante de l'air doit être assurée, sans engendrer trop de bruit ou de courants d'air.	-	-
<i>Italie</i>	Gazzetta Ufficiale n° 252. Lignes directrices pour la prévention des facteurs de risques d'allergies et d'asthme dans l'environnement intérieur (2010).	Lignes directrices sur des mesures d'hygiène dans les écoles, incluant des recommandations en matière de construction et d'entretien des bâtiments.	Contiennent des recommandations sur la sécurité alimentaire, la conception/construction et la gestion des bâtiments, les normes/valeurs guides pour les polluants de l'air intérieur, l'assainissement/la rénovation des bâtiments (suppression des sources polluantes), l'hygiène (nettoyage), le conditionnement d'air (contrôles, entretien), la prévention du tabagisme/tabagisme passif, la sensibilisation des enfants/familles/membres du personnel des écoles et la promotion de styles de vie sains.	Divers ministères, personnel des écoles, élèves et leurs familles.	-
<i>Lituanie</i>	Norme d'hygiène (HN21:2011).	La norme prévoit que les bâtiments scolaires doivent être conçus pour être équipés de systèmes de chauffage, ventilation et/ou conditionnement d'air, adaptés et réglés selon les conditions microclimatiques et des paramètres de qualité de l'air.	Contient des recommandations en matière de température: la température moyenne dans les salles de classe doit se situer entre 18 et 20° C; de taux d'humidité: l'humidité de l'air dans les bâtiments scolaires doit se situer entre 35 et 60 %; de ventilation: les salles de classe et autres locaux d'enseignement doivent permettre une ventilation naturelle par l'ouverture des fenêtres. Les salles de classe et autres locaux d'enseignement qui ne sont pas	-	-

			équipés d'un système de ventilation mécanique doivent être aérés après chaque cour en ouvrant les fenêtres. Des systèmes de ventilation séparés doivent équiper les salles de classe, locaux d'éducation, ateliers, salles de sport, magasins, cuisines, toilettes et douches. Valeurs limites pour le CO ₂ : la concentration moyenne de CO ₂ dans les salles de classe durant les cours ne doit pas dépasser 1 500 ppm; la valeur limite pour une concentration ponctuelle est de 5 000 ppm.		
	Norme sur les valeurs limites des polluants atmosphériques dans les écoles (HN34:2007).	Cette norme fixe des valeurs pour une série de polluants atmosphériques.	Contient des valeurs limites pour les niveaux de certains agents chimiques et physiques, dont le NO ₂ , l'ozone, le CO, le formaldéhyde, le benzène, le trichloroéthylène, le tétrachloroéthylène, les particules PM ₁₀ , PM _{2,5} . Des contrôles de la pollution de l'air ne sont effectués dans les écoles que si une plainte est déposée auprès de l'autorité compétente.	-	-
<i>Malte</i>	Lignes directrices en matière de réduction des déchets dans les écoles 2011.	La finalité de ces lignes directrices est de donner aux enseignants et aux élèves des informations à propos du lancement d'une campagne en faveur de la réduction des déchets dans leur école.	Contiennent des recommandations pour la réduction des déchets papiers et autres matières organiques. Donnent aussi des orientations pour l'achat des fournitures de bureau et le compostage des déchets.	Personnel des écoles et élèves.	http://www.ekoskola.org.mt/uploads/2011/11/Printable-Version-of-Waste-reduction-Guidelines-for-a-Whole-School-Approach.pdf
<i>Pays-Bas</i>	Lignes directrices et recommandations	Les lignes directrices décrivent des mesures	Contiennent des valeurs guides en matière de ventilation (principal indicateur de la	Personnel des écoles.	http://www.scsb.nl/images/stories/model

	pour un environnement intérieur sûr.	d'hygiène pour la conception et la construction de bâtiments scolaires.	qualité générale de l'air), d'acoustique, d'éclairage, de température, de nettoyage et d'assainissement (amiante). Des orientations sont aussi fournies pour la construction de nouvelles écoles bénéficiant d'un environnement intérieur sain.		len/naslagwerk_definitief_binnenmilieu.pdf http://www.agentschapnl.nl/content/brochure-eeen-nieuwe-frisse-school http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/609021044.pdf Conseils pour un environnement intérieur sain dans les nouveaux bâtiments scolaires Fiches pour l'amélioration de la ventilation dans les écoles primaires Directive du Service sanitaire municipal sur la médecine environnementale
<i>Portugal</i>	Réglementation portugaise contraignante en matière de QAI et note technique donnant	La réglementation décrit les conditions d'évaluation de la QAI et d'inspection des systèmes de ventilation.	Contient des exigences portant sur le CO ₂ , les particules PM ₁₀ , le CO, l'HCOH, l'O ₃ , les COVT, le radon, le niveau de ventilation, les bactéries, les champignons et la légionelle, et spécifie leurs concentrations	Municipalités, écoles, laboratoires et organismes certifiés.	http://dre.pt/pdf1sdi/2006/04/067A00/24162468.pdf http://dre.pt/pdf1sdi

	<p>plus de précisions sur la surveillance. Depuis janvier 2009, le SCE est obligatoire pour tous les bâtiments: nouvelles constructions, rénovations majeures de bâtiments existants, bâtiments publics et tous les bâtiments mis en vente ou en location.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Décret-loi n° 78/2006 (2006). Système national de certification énergétique et de QAI des bâtiments (en portugais: Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios – SCE). • Décret-loi n° 79/2006 (2006). Règlement des systèmes énergétiques de chauffage, de ventilation et de conditionnement d’air dans les bâtiments (en portugais: Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios –RSECE). • Décret-loi n° 80/2006. (2006). Règlement des caractéristiques du comportement thermique des bâtiments (en portugais: Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios – RCCTE). 	<p>maximales respectives.</p> <p>Les mesures et l’audit du système de ventilation devraient être effectués par des organismes et des laboratoires accrédités.</p>		<p>p/2006/04/067A00/24682513.PDF</p> <p>http://dre.pt/pdf1sdi/p/2006/04/067A00/24112415.PDF</p> <p><u>Note:</u> Le Portugal est le pays de l’Union qui a accompli les plus grands progrès en intégrant des mesures de la QAI dans les audits de l’efficacité énergétique des bâtiments.</p>
Roumanie	Lignes directrices sur	Les lignes directrices	Contiennent des recommandations	Services de santé	http://80.96.57.20/fi

	la qualité de l'air intérieur (loi n° 1955/1995).	décrivent les exigences en matière d'hygiène dans le cadre d'un programme réglementant les conditions d'hygiène des bâtiments scolaires.	portant sur des aspects comme le traitement des eaux usées, les besoins nutritifs (en calories), le chauffage, l'éclairage, la ventilation, les conditions (de température et d'humidité) dans les locaux, les normes en matière d'activité physique, les exigences (sanitaires) concernant le nettoyage et le mobilier.	publique régionaux et locaux, Inspection scolaire/ personnel des écoles	siere/Ordin_1955.pdf
<i>Serbie</i>	Pas de lignes directrices.	-	-	-	-
<i>Slovaquie</i>	Législation sur la protection, la promotion et l'amélioration de la santé publique en ce qui concerne l'environnement intérieur et la qualité de l'air dans les bâtiments publics (loi n° 355/2007 et décret n° 259/2008).	Les mesures prescrivent des exigences relatives aux conditions microclimatiques, au chauffage et à la ventilation, à l'éclairage et à la QAI dans les bâtiments publics, y compris les écoles.	Contiennent des exigences et des recommandations en matière de microclimat hydrothermique (température et humidité), de chauffage, de ventilation, d'éclairage et de nettoyage. La qualité de l'air est couverte par le décret n° 259/2008 qui définit des exigences relatives aux agents chimiques et physiques, y compris les odeurs [CO, PM ₁₀ , NO ₂ , O ₃ , SO ₂ , HCHO, NH ₃ , C ₇ H ₈ , C ₄ H ₄ (CH ₃) ₂ , C ₈ H ₈ , C ₂ Cl ₄ , CS ₂ , H ₂ S et amiante].	Autorités administratives de l'État, collectivités, autres personnes morales et physiques: entrepreneurs, architectes, gestionnaires et utilisateurs des bâtiments scolaires.	http://jaspi.justice.gov.sk/jaspiw1/htm_zak/jaspiw_mini_zak_vyber_hl1.asp?clear=N http://www.zbierka.sk
	Décret du ministère de la santé n° 259/2008 Coll. relatif aux exigences sur l'environnement intérieur des bâtiments.	Les mesures décrivent des exigences spécifiques contraignantes applicables à l'environnement intérieur, notamment les locaux des établissements qui accueillent des enfants, des écoliers et des jeunes.	Contiennent des valeurs cibles pour la QAI/la pollution de l'air intérieur: valeurs limites pour la pollution de l'air intérieur par des agents chimiques, microbiologiques et biologiques, exigences en matière de particules/de climat intérieur, de chauffage, de ventilation, d'isolation, d'éclairage et de conditionnement d'air. La présence de moisissures visibles dans l'environnement	Autorités administratives de l'État, collectivités, autres personnes morales et physiques: entrepreneurs, architectes, gestionnaires et utilisateurs des	http://www.zbierka.sk

			intérieur est interdite.	bâtiments scolaires.	
	Décret du ministère de la santé n° 257/2007 Coll.	Les mesures décrivent des exigences spécifiques contraignantes relatives à la protection de la santé des enfants et des jeunes dans les établissements qu'ils fréquentent (structures d'accueil des enfants, écoles, etc.).	Contiennent des réglementations sur la conception des locaux qui accueillent des enfants et des jeunes: par exemple, nombre de m ² /enfant dans les locaux des structures d'accueil, dans les salles de classe des écoles primaires et secondaires selon leur spécialisation, équipement sanitaire, exigences en matière de chauffage et de ventilation, et obligation pour la direction de l'école d'établir un programme spécifiant les tâches de nettoyage et de désinfection et leur fréquence, et pratiques de ventilation (naturelle). Les autorités slovaques responsables de la santé publique veillent au respect des réglementations au titre de ces mesures et des réglementations générales légalement contraignantes.	Autorités administratives de l'État, collectivités, autres personnes morales et physiques: entrepreneurs, architectes, gestionnaires et utilisateurs des bâtiments scolaires.	http://www.zbierka.sk

ANNEXE B – Agents d’agression physiques et chimiques à prendre en considération dans l’environnement scolaire (sources, effets sur la santé, options de gestion des risques/mesures de contrôle, normes/lignes directrices/résultats de SINPHONIE à titre de comparaison)

Agent d’agression	Description	Sources	Effets sur la santé	Options de gestion des risques et mesures de contrôle	Normes/ lignes directrices/résultats de SINPHONIE à titre de comparaison
AGENTS D’AGRESSION PHYSIQUES ET CHIMIQUES EN RELATION AVEC L’AIR INTÉRIEUR					
Particules (PM_{2,5} et PM₁₀)	<p>Les particules en suspension dans l’air se composent de centaines de substances différentes sous forme de particules extraordinairement hétérogènes en termes de composition chimique et de taille, avec un haut degré de variabilité spatiale et temporelle.</p> <p>Une composante importante des particules fines (PM_{2,5}) est la suie. La suie se</p>	<p>Les concentrations de particules dans l’air intérieur dépendent des sources extérieures et intérieures. À l’extérieur, les particules issues de la combustion proviennent des émissions industrielles, des gaz d’échappement des véhicules routiers (diesel/essence), ou non routiers (par exemple, bateaux, engins de construction, engins agricoles et locomotives), des évacuations des systèmes de chauffage (au</p>	<p>Les études épidémiologiques indiquent que l’exposition à la pollution de l’air par les particules est associée à des effets à court et long termes sur la santé humaine. En particulier, les particules entraînent un risque plus grand de morbidité et de mortalité du fait de maladies cardiovasculaires, d’affections pulmonaires, d’asthme, et d’autres problèmes</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Éviter que les conducteurs laissent tourner le moteur de leur véhicule au ralenti à proximité des bâtiments scolaires. ❖ Utiliser des technologies efficaces pour réduire les émissions de particules liées au trafic routier, comme des filtres et de pots catalytiques sur les véhicules. 	<p>Il n’existe pas de normes concernant les particules PM_{2,5} et PM₁₀ qui s’appliquent spécifiquement à l’air intérieur des environnements scolaires dans l’Union.</p> <p>Les lignes directrices de 2005 de l’OMS relatives à la qualité de l’air ambiant pour les particules PM_{2,5} (25 µg/m³ en teneur moyenne journalière, et 10 µg/m³ en teneur moyenne annuelle afin de prévenir respectivement les effets à court terme et à long terme)</p>

	<p>trouve dans les gaz d'échappement des moteurs diesel et son diamètre est inférieur à 2,5 microns.</p>	<p>charbon ou au bois), des feux de forêts et autres feux ou incinérations en plein air (par exemple, brûlage des déchets de jardin et incinération des détritux).</p> <p>La mesure dans laquelle ces particules d'origine extérieure affectent l'air intérieur d'un bâtiment scolaire dépend de la localisation du bâtiment, de la proximité des sources extérieures, de la direction générale du vent par rapport aux sources, du type de ventilation utilisé, de la proportion d'air provenant de l'extérieur dans l'air intérieur, et de l'emplacement des prises d'air.</p> <p>Les sources intérieures de particules issues de la combustion sont notamment les appareils de chauffage, les photocopieurs, les cuisinières et la fumée de</p>	<p>respiratoires.</p> <p>Dans certaines sous-populations, comme les enfants, les personnes âgées et les personnes souffrant d'affections respiratoires (par exemple, pneumopathie obstructive chronique, bronchite aiguë, asthme, pneumonie), le risque d'effets sur la santé de l'exposition aux particules est encore augmenté.</p> <p>Les enfants sont particulièrement vulnérables à la pollution de l'air parce qu'ils inspirent 50 % d'air en plus par kilo de poids corporel que les adultes.</p> <p>Les particules PM_{2,5} représentent le risque sanitaire le plus élevé et peuvent aggraver des pathologies respiratoires existantes, comme l'asthme et la</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Analyser soigneusement les sources potentielles de particules (trafic routier et industrie) dans le voisinage du lieu de construction d'une nouvelle école. ❖ Recommander l'adoption de lignes directrices fondées sur des critères sanitaires en matière de ventilation (projet HEALTHVENT) pour contrôler l'exposition au NO₂ provenant de sources intérieures et extérieures dans les bâtiments scolaires. 	<p>et PM₁₀ (50 µg/m³ en teneur moyenne journalière et 20 µg/m³ en teneur moyenne annuelle) sont recommandées pour l'air intérieur dans les environnements scolaires.</p> <p>Il y aura peut-être lieu de reconsidérer à l'avenir ces valeurs guides à la lumière de données récentes (Kephelopoulos et al., 2012), qui semblent indiquer que les particules générées à l'intérieur peuvent être plus bioactives que les particules dans l'air ambiant, en raison souvent de la présence d'endotoxines et d'autres composantes pro-inflammatoires dans les particules d'origine intérieure.</p> <p><u>Écoles couvertes par SINPHONIE:</u></p> <p>Il est à noter que SINPHONIE s'intéressait aux concentrations moyennes de PM_{2,5} pendant</p>
--	--	--	---	---	--

		tabac.	<p>bronchite. Elles sont directement associées à une augmentation des admissions à l'hôpital et des visites aux urgences pour des problèmes cardiaques et pulmonaires, de la prévalence de la diminution de la fonction pulmonaire et des décès prématurés.</p> <p>L'exposition à court terme peut entraîner des symptômes comme le souffle court, l'irritation des yeux et des poumons, la nausée, les vertiges, et des aggravations possibles des allergies.</p>		<p>les heures de cours, plutôt qu'aux moyennes journalières, puisque les enfants ne sont présents que durant les cours et que la différence entre les deux niveaux peut atteindre 50 %.</p> <p>Au total, 40 % seulement des élèves étaient exposés à moins de 10 µg/m³, 47 % entre 10 et 25 µg/m³; et 13 % à plus de 25 µg/m³, ce qui présente un risque d'effets à long terme sur la fonction cardiovasculaire-respiratoire et de mortalité due au cancer du poumon.</p>
Benzène	Le benzène est un liquide incolore à température et pression ambiantes. Il est volatil en raison d'un point d'ébullition bas et d'une pression de vapeur élevée, et hautement inflammable, avec une	Le benzène présent dans l'air intérieur provient de l'air extérieur (gaz d'échappement de sources mobiles) et de sources intérieures comme la combustion (chauffage, cuisine, encens, fumée de tabac, etc.), les garages	<p>Le benzène cause des dommages au système nerveux central à la suite d'une exposition aiguë.</p> <p>L'exposition chronique au benzène peut entraîner une dépression de la moelle</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Réduire la teneur en benzène autorisée dans tous les matériaux et produits de consommation utilisés dans les bâtiments scolaires. ❖ Éviter de construire 	Le benzène est classé par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) comme un cancérigène avéré pour l'homme. Par conséquent, aucun niveau d'exposition sûr ne peut être recommandé et sa concentration dans l'air

	<p>odeur aromatique caractéristique.</p> <p>Le benzène est utilisé comme solvant industriel dans un grand nombre d'applications, comme les peintures, les vernis, les laques, les diluants et l'essence (1 à 4 %). Il peut aussi servir comme matière première (produit chimique intermédiaire) dans la synthèse du styrène, du phénol, du cyclohexane, de l'aniline et d'alkylbenzènes pour la fabrication de divers plastiques, résines et détergents, ou pour la synthèse de pesticides et de produits pharmaceutiques. Il est aussi présent comme impureté dans des mélanges chimiques de l'industrie du pétrole.</p>	<p>atteinants, les matériaux de construction, les revêtements de sol en vinyle, en caoutchouc et en PVC, les tapis en nylon, le mobilier et le stockage de solvants.</p>	<p>osseuse.</p> <p>Le risque sanitaire majeur associé à de faibles niveaux d'exposition au benzène est la leucémie et l'association la plus forte chez les humains concerne la leucémie aiguë myéloblastique (LAM). Le niveau d'exposition le plus faible auquel une incidence accrue de LAM a été constatée de façon fiable parmi les travailleurs exposés semble se situer entre 32 et 80 mg/m³.</p> <p>Le risque unitaire estimé de leucémie pour 1 µg/m³ est de 6 × 10⁻⁶, et des concentrations de 17, 1,7 et 0,17 µg/m³ présentent respectivement un risque marginal sur la durée de vie de 1/10 000, 1/100 000 et 1/1 000 000.</p>	<p>des garages attenants aux écoles.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Veiller à entretenir/inspecter régulièrement tous les appareils à combustion utilisés dans les bâtiments scolaires. ❖ L'interdiction de fumer devrait être appliquée dans tous les locaux des bâtiments scolaires des États membres de l'Union. ❖ Il est recommandé d'adopter des lignes directrices fondées sur des critères sanitaires en matière de ventilation (projet HEALTHVENT) pour contrôler l'exposition au NO₂ provenant de sources intérieures et extérieures dans les bâtiments 	<p>intérieur doit être maintenue aussi bas qu'il est raisonnablement possible – en tout état de cause, elle ne doit pas dépasser les concentrations extérieures.</p> <p>Dans la directive sur la qualité de l'air (2008/CE/50) (88), une valeur limite pour les niveaux ambiants de benzène est fixée à 5 µg/m³ (moyenne annuelle).</p> <p><u>Écoles couvertes par SINPHONIE</u>: environ 25 % des élèves sont exposés à des niveaux supérieurs à 5 µg/m³, avec des pourcentages plus élevés dans les pays d'Europe centrale et orientale.</p>
--	---	--	--	--	--

				scolaires.	
NO₂	<p>Le dioxyde d'azote (NO₂) est un gaz brun-rouge dont le point d'ébullition se situe à 21,2° C et dont la masse moléculaire est de 46,01 g/mol.</p> <p>Il est émis par des processus de combustion et produit par des réactions photochimiques.</p> <p>C'est un puissant oxydant à l'odeur âcre caractéristique.</p>	<p>Les principales sources intérieures de NO₂ sont notamment les appareils au gaz, les poêles au kérosène, les poêles à bois et les foyers sans conduit de dégagement.</p> <p>L'air ambiant (gaz d'échappement) est un important contributeur des concentrations de NO₂ à l'intérieur.</p> <p>Les principales sources ambiantes d'oxydes d'azote (NO_x) sont notamment l'intrusion de NO_x stratosphériques, l'activité bactérienne et volcanique et la foudre. Les centrales électriques alimentées par des combustibles fossiles, les véhicules à moteur et les appareils de combustion ménagers émettent du monoxyde d'azote (NO), un composé réactif qui forme du NO₂ par oxydation.</p>	<p>Le NO₂ est un agent oxydant très irritant pour les muqueuses, qui provoque un grand nombre d'effets sanitaires. La plupart des études font apparaître des altérations notables de la fonction pulmonaire chez les adultes en bonne santé à des concentrations de NO₂ de 2 ppm ou plus.</p> <p>Les asthmatiques semblent réagir à partir d'environ 0,5 ppm et des plaintes subjectives ont été rapportées à ce niveau.</p> <p>Le NO₂ augmente la réactivité bronchiale mesurée par des agents bronchoconstricteurs pharmacologiques chez les sujets normaux et les sujets asthmatiques, même à des niveaux qui n'affectent pas</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Contrôler l'exposition au NO₂ dans les cuisines de l'école au moyen d'une ventilation appropriée par des hottes aspirantes. ❖ Il est recommandé d'adopter des lignes directrices fondées sur des critères sanitaires en matière de ventilation (projet HEALTHVENT) pour contrôler l'exposition au NO₂ provenant de sources intérieures et extérieures dans les bâtiments scolaires. ❖ Interdire (de préférence) les poêles au gaz sans dégagement qui pourraient être encore en usage dans les bâtiments 	<p>Il est recommandé de suivre les lignes directrices sur l'air intérieur de 2010 de l'OMS et celles de 2005 et 2009 du projet INDEX de l'Union et de limiter les concentrations de NO₂ à 40 µg/m³ (moyenne annuelle et hebdomadaire) et 200 µg/m³ (sur une heure) pour l'air intérieur dans les environnements scolaires.</p> <p><u>Écoles couvertes par SINPHONIE:</u></p> <p>À l'exception de quelques salles de classe où des niveaux élevés de NO₂ ont été observés à l'intérieur, les élèves étaient en général exposés à des niveaux inférieurs à la valeur guide de 40 µg/m³.</p>

			<p>directement la fonction pulmonaire en l'absence d'un bronchoconstricteur.</p> <p>Les études épidémiologiques indiquent que les enfants exposés à des contaminants issus de la combustion émanant de poêles au gaz présentent des taux plus élevés de symptômes et d'affections respiratoires que les autres enfants.</p> <p>Il est à craindre que les enfants en bas âge courent un risque plus grand de présenter des symptômes liés à des niveaux élevés de NO₂ dans l'air intérieur du fait de leur taux respiratoire plus élevé par rapport à la taille du corps et de la proportion importante du temps qu'ils passent à l'intérieur.</p>	<p>scolaires européens, ou assurer une ventilation suffisante par des extracteurs locaux.</p> <p>❖ Veiller à entretenir/inspecter régulièrement tous les appareils à combustion utilisés dans les bâtiments scolaires.</p>	
--	--	--	--	--	--

<p>Formaldéhyde</p>	<p>Le formaldéhyde (HCHO) est un gaz dont la masse moléculaire est de 30,03 et dont le point d'ébullition se situe à -21° C.</p> <p>Il se classe parmi les principales substances chimiques produites en grandes quantités: en 2004, sa production dans l'Union et en Norvège s'élevait à 10,7 millions de tonnes (FormaCare, 2008).</p>	<p>Le formaldéhyde se dégage de la plupart des matériaux à base de bois. Il est abondamment utilisé comme conservateur, désinfectant et biocide et entre dans la composition de colles, de vernis, de matériaux d'impression, de traitements textiles, de marqueurs permanents, d'équipements automobiles et de dizaines d'autres produits.</p> <p>Il est aussi libéré par les processus de combustion, la fumée du tabac en particulier, par les réactions chimiques dans l'air des terpènes contenus dans les parfums et désodorisants, et en particulier par l'hydrolyse des résines à base de formaldéhyde (principalement les résines urée-formaldéhyde, phénol-formaldéhyde, et</p>	<p>Le formaldéhyde a une odeur âcre et des propriétés irritantes qui entraînent un inconfort. Les symptômes qui apparaissent après une exposition à court terme au formaldéhyde sont: irritation des yeux, du nez et de la gorge, assortie d'un inconfort qui dépend du degré d'exposition, larmoiements, étournements, toux, nausée et dyspnée. Il a été constaté que les enfants sont plus sensibles à l'exposition au formaldéhyde.</p> <p>En décembre 2012, le système européen harmonisé de classification et d'étiquetage a classé le formaldéhyde comme un cancérigène de catégorie 1B.</p> <p><u>Note:</u> Une substance de la catégorie 1 a des</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Minimiser les émissions de formaldéhyde à partir des matériaux de construction, des produits et du mobilier dans les bâtiments scolaires. ❖ Dans les écoles, utiliser des matériaux de construction, des produits et du mobilier labellisés selon des systèmes d'étiquetage existants au niveau national et européen. ❖ Il est recommandé d'assurer des niveaux de ventilation fondés sur des critères sanitaires dans les environnements intérieurs des écoles, conformément à l'approche du projet 	<p>Les lignes directrices sur la QAI de 2010 de l'OMS et celles de la mise à jour de 2009 du projet INDEX de l'Union recommandent respectivement des valeurs guides de 120 µg/m³ et 90 à 120 µg/m³ (en moyenne sur 30 minutes) afin de prévenir l'irritation sensorielle dans la population en général.</p> <p>Ces valeurs guides sont valables pour toute période de 30 minutes et préviennent aussi les effets de l'exposition à long terme sur la fonction pulmonaire ou le risque de cancer du nasopharynx.</p> <p><u>Écoles couvertes par SINPHONIE:</u></p> <p>Il faut souligner que les valeurs guides susmentionnées ne peuvent être directement comparées avec les valeurs mesurées dans les écoles couvertes par le projet SINPHONIE, étant donné que ces</p>
----------------------------	--	---	--	--	---

		<p>mélamine-formaldéhyde).</p> <p>En raison de la multitude de ses sources intérieures, le formaldéhyde est ubiquitaire dans presque tous les environnements intérieurs (et donc aussi dans les bâtiments scolaires) à des niveaux dix fois supérieurs ou davantage encore, aux concentrations extérieures.</p> <p>Les concentrations intérieures de formaldéhyde sont influencées par la température, l'humidité, le niveau de ventilation, l'âge du bâtiment, l'utilisation des produits, la présence de sources de combustion, et les habitudes des occupants en termes de tabagisme.</p>	<p>effets potentiellement cancérigènes ou mutagènes connus ou présumés sur la santé humaine.</p> <p>Pour la catégorie 1A, l'appréciation se fonde principalement sur des données humaines; pour la catégorie 1B, l'appréciation repose essentiellement sur des études animales.</p>	<p>HEALTHVENT.</p>	<p>dernières se rapportent à une période d'échantillonnage longue d'une semaine.</p> <p>Les résultats des mesures de la concentration de formaldéhyde dans l'air intérieur des écoles couvertes par SINPHONIE vont de 1,3 à 66,2 µg/m³, avec des différences considérables entre les pays participants. Les niveaux étaient sensiblement plus élevés dans les pays d'Europe occidentale et d'Europe centrale et orientale que dans les pays du Nord et du Sud.</p>
Naphtalène	<p>Le naphtalène est une poudre blanche cristalline à l'odeur aromatique. C'est un</p>	<p>Le naphtalène est un intermédiaire utilisé pour la production de plastifiants à base de</p>	<p>Les principales préoccupations sanitaires liées à l'exposition au</p>	<p>❖ Restreindre l'utilisation de produits contenant du naphtalène (par</p>	<p>Une valeur guide à long terme de 10 µg/m³ a été retenue comme moyenne annuelle afin de prévenir</p>

	<p>hydrocarbure bicyclique isolé à partir du goudron de houille, dont le point d'ébullition se situe à 218° C et dont la masse moléculaire est de 128,18 g/mol. Le naphthalène a une demi-vie de trois à huit heures dans l'atmosphère.</p>	<p>phtalates, de résines synthétiques, de phthaléines, de teintures, de produits pharmaceutiques, de conservateurs, de celluloïd, de noir de carbone, de poudre sans fumée, d'antraquinone, d'indigo, de pérylène, et d'hydronaphtalènes.</p> <p>Le naphthalène cristallin est utilisé comme antimite et comme bloc désodorisant pour les toilettes. Il sert aussi à la production d'insecticides. Les fumées issues de la combustion du bois, du fioul et de l'essence contiennent aussi du naphthalène.</p> <p>Les dégagements de naphthalène dans l'atmosphère proviennent principalement des émissions fugitives et des gaz d'échappement des véhicules. Les déversements dans le sol et l'eau durant le</p>	<p>naphthalène concernent des lésions des voies respiratoires et notamment des tumeurs dans leur partie supérieure.</p> <p>Sur la base du classement du CIRC, le naphthalène est considéré comme un agent peut-être cancérigène pour l'homme (groupe 2B).</p>	<p>exemple, des blocs désodorisants pour les toilettes) dans les bâtiments scolaires.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Éviter d'utiliser des poêles au kérosène sans dégagement et interdire de fumer dans les bâtiments scolaires. ❖ Il est recommandé d'assurer des niveaux de ventilation fondés sur des critères sanitaires dans les environnements intérieurs des écoles, conformément à l'approche du projet HEALTHVENT. 	<p>les risques pour la santé associés à l'exposition au naphthalène (OMS, 2010). La même valeur a aussi été recommandée par le projet INDEX de l'Union en 2005 et 2009.</p> <p><u>Écoles couvertes par SINPHONIE:</u></p> <p>Les concentrations de naphthalène dans l'air intérieur des écoles couvertes par SINPHONIE variaient de 0 à 30,8 µg/m³. Les pays d'Europe centrale et orientale et les pays du Sud de l'Europe présentent des concentrations sensiblement plus élevées de naphthalène dans l'air intérieur, bien que les valeurs moyennes des quatre régions de l'Union soient largement inférieures à la valeur guide de l'OMS.</p> <p>Environ 5 % des élèves étaient exposés à des niveaux de plus de 10</p>
--	---	--	---	--	---

		<p>stockage, le transport et l'élimination du fioul et du goudron de houille sont perdus et se dégagent dans l'atmosphère sous l'effet de la volatilisation, de la photolyse, de l'adsorption et de la biodégradation.</p> <p>Les sources intérieures habituelles du naphthalène sont les poêles au kérosène sans dégagement et la fumée de tabac.</p>			<p>$\mu\text{g}/\text{m}^3$ de naphthalène.</p> <p>La plupart des élèves étaient exposés à des niveaux très bas (moins de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$).</p>
Monoxyde de carbone	<p>Le CO est un gaz incolore, inodore et non réactif, qui résulte d'une combustion incomplète, bien que certains processus industriels et biologiques puissent aussi en produire.</p>	<p>Dans une large mesure, le CO est généré à l'intérieur par des appareils de combustion sans dégagement, surtout s'ils sont en fonctionnement dans des pièces mal ventilées.</p> <p>La fumée de tabac est aussi une source importante de pollution de l'air intérieur par le CO.</p>	<p>L'exposition à des niveaux élevés de monoxyde de carbone est une cause fréquente d'accidents mortels.</p> <p>À des niveaux plus bas, l'exposition entraîne une diminution de la capacité d'effort et un risque accru de maladie cardiaque ischémique.</p> <p>Des études épidémiologiques portant sur de grands groupes de population,</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Tout équipement de combustion utilisé à l'intérieur des bâtiments scolaires doit rejeter ses gaz dans des cheminées/hottes/ conduits donnant sur l'extérieur. ❖ Il est recommandé de mettre en place dans tous les pays européens des contrôles réguliers obligatoires et 	<p>Les lignes directrices sur la QAI de 2010 de l'OMS recommandent une série de valeurs guides afin de prévenir les effets des pics d'exposition (les temps moyens sont indiqués entre parenthèses):</p> <ul style="list-style-type: none"> - $100 \text{ mg}/\text{m}^3$ (15 min) - $60 \text{ mg}/\text{m}^3$ (30 min) - $30 \text{ mg}/\text{m}^3$ (1 h) - $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ (8 h) - $7 \text{ mg}/\text{m}^3$ (24 h)

			<p>où les niveaux d'exposition au monoxyde de carbone étaient généralement relativement bas, ont démontré des incidences accrues de poids faible à la naissance, de malformations congénitales, de mortalité infantile et adulte, d'admissions aux services de soins cardio-vasculaires, d'insuffisance cardiaque congestive, d'accident vasculaire cérébral, d'asthme, de tuberculose et de pneumonie (OMS 2010).</p>	<p>certifiés des équipements de combustion utilisés à l'intérieur des bâtiments scolaires.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Il est hautement recommandé d'imposer dans tous les pays européens des dispositifs de contrôle/ d'alarme CO dans les espaces intérieurs des bâtiments scolaires qui contiennent des équipements de combustion. ❖ Il est recommandé d'assurer des niveaux de ventilation fondés sur des critères sanitaires dans les environnements intérieurs des écoles, conformément à l'approche du projet HEALTHVENT. 	<p><u>Écoles couvertes par SINPHONIE:</u></p> <p>À une exception près, les enfants des écoles couvertes par SINPHONIE étaient exposés dans tous les cas à des niveaux inférieurs à la valeur guide de 7 mg/m³ (24 h).</p>
Ozone	L'ozone (O ₃) est un gaz	À l'extérieur, en	L'ozone est un puissant	❖ Garder les	La valeur guide définie par

	<p>créé naturellement à l'extérieur par des réactions de photo-oxydation sous l'effet de la lumière solaire et artificiellement sous la forme de sous-produit des activités humaines aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur.</p>	<p>particulier dans les zones urbaines proches d'un trafic routier important, les niveaux d'ozone peuvent augmenter suffisamment pour provoquer des problèmes de santé, surtout chez les individus vulnérables, comme les personnes âgées ou les asthmatiques. Dans la mesure où l'air extérieur entre dans les bâtiments par les systèmes de ventilation ou les fenêtres ouvertes, des niveaux d'ozone extérieurs élevés peuvent entraîner des niveaux élevés à l'intérieur.</p> <p>Plusieurs sources intérieures peuvent encore renforcer davantage les niveaux d'ozone. Les principales sources d'ozone à l'intérieur sont les équipements de bureaux (en particulier le matériel électrique), les</p>	<p>oxydant qui peut avoir divers effets physiologiques sur la fonction respiratoire, dont une diminution de la fonction pulmonaire, des taux d'échange de l'air et de la perméabilité des voies respiratoires.</p> <p>L'ozone peut aussi avoir une action irritante.</p> <p>Les effets sanitaires d'une exposition à des niveaux élevés d'ozone sont notamment l'irritation des yeux, le souffle court (dyspnée), la toux, l'asthme, la production excessive de mucus, l'irritation des muqueuses et des douleurs à la poitrine lors de l'inhalation.</p> <p>Les sujets asthmatiques ou souffrant de rhinite allergique peuvent être particulièrement sensibles aux effets de niveaux d'ozone élevés.</p>	<p>imprimantes laser et les photocopieurs à l'écart des salles de classe et des bureaux, dans des locaux spécifiques pourvus d'un système de ventilation approprié et autonome à l'intérieur du bâtiment scolaire.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Éviter ou réduire l'activité physique des élèves dans les espaces extérieurs les jours où les niveaux d'ozone dépassent la valeur guide de l'OMS. ❖ Il est recommandé d'assurer des niveaux de ventilation fondés sur des critères sanitaires dans les environnements intérieurs des écoles, conformément à 	<p>l'OMS en 2005 (destinée à réduire le risque d'un grand nombre de symptômes respiratoires associés à l'exposition à l'ozone) est de 100 µg/m³ (8 h).</p> <p><u>Écoles couvertes par SINPHONIE:</u></p> <p>Dans les écoles couvertes par SINPHONIE, les valeurs constatées pour l'ozone allaient de 0 à 141 µg/m³.</p>
--	---	---	---	---	---

		ordinateurs, les imprimantes laser et les photocopieurs. Des densités élevées de ces équipements et/ou des déficiences des systèmes de ventilation peuvent entraîner des niveaux d'ozone élevés susceptibles d'avoir des effets nocifs pour la santé.		l'approche du projet HEALTHVENT.	
d-limonène		Le d-limonène est largement utilisé comme agent parfumant dans plusieurs produits de consommation utilisés dans les environnements intérieurs.	<p>Les risques potentiels liés à l'exposition au d-limonène sont l'irritation des yeux et celle des voies respiratoires.</p> <p>Les données scientifiques donnent à penser que les réactions entre les composés volatils insaturés (par exemple, le limonène, l'α-pinène, le styrène) et l'ozone ou les radicaux hydroxyles (OH) produisent des substances chimiquement réactives plus susceptibles de provoquer une irritation</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Limiter l'utilisation de produits de consommation contenant du d-limonène, comme les désodorisants, dans les bâtiments scolaires. ❖ Éviter l'utilisation excessive d'agents nettoyants parfumés dans les bâtiments scolaires. ❖ Il est recommandé d'assurer des niveaux de ventilation fondés sur des critères sanitaires dans les 	<p>Une valeur limite d'exposition de 450 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a été recommandée par le projet INDEX de l'Union en 2005.</p> <p>Il a toutefois été précisé qu'il n'était pas possible de recommander cette valeur d'exposition à long terme comme valeur guide pour le d-limonène faute de données toxicologiques suffisantes.</p> <p><u>Écoles couvertes par SINPHONIE:</u></p> <p>Les concentrations de d-limonène dans</p>

			<p>des yeux ou des voies respiratoires que les COV chimiquement non réactifs ordinairement mesurés à l'intérieur.</p> <p>Il est donc à prévoir que les effets sanitaires seront exacerbés par la présence concomitante d'ozone dans les environnements intérieurs.</p>	<p>environnements intérieurs des écoles, conformément à l'approche du projet HEALTHVENT.</p>	<p>l'environnement intérieur des écoles couvertes par SINPHONIE allaient de 0 à 671 µg/m³, avec des niveaux sensiblement plus élevés dans les pays d'Europe orientale que dans ceux du Sud et de l'Ouest de l'Europe, et des niveaux très bas dans les pays du Nord.</p> <p>La majorité des élèves étaient exposés à des niveaux de d-limonène très faibles (moins de 100 µg/m³).</p>
Trichloroéthylène	<p>Le trichloroéthylène (TCE) est un solvant industriel largement utilisé. C'est un liquide incolore volatil, dont l'odeur douceâtre rappelle celle du chloroforme. Son point de fusion se situe à -84,8° C; son point d'ébullition à 86,7° C; sa constante de Henry est de 1,03 x 10⁻² atm·m³/mol à 20° C; sa pression de vapeur de</p>	<p>Les consommateurs peuvent être exposés au TCE en utilisant des teintures pour bois, vernis, finitions, lubrifiants, colles, liquides correcteurs pour machine à écrire, décapants et certains nettoyants qui utilisent du TCE comme solvant.</p> <p>L'eau ou le sol contaminés peuvent aussi contribuer à la pollution de l'environnement intérieur</p>	<p>L'exposition au TCE augmente les risques de cancer du foie, du rein et des testicules, ainsi que de lymphomes non hodgkiniens. Dès lors qu'il existe suffisamment d'éléments indiquant que le TCE est un cancérigène génotoxique, tous les niveaux d'exposition à l'intérieur sont considérés comme pertinents et aucun seuil</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Restreindre l'utilisation des produits de consommation contenant du TCE dans les bâtiments scolaires. ❖ Surveiller la présence de TCE dans l'eau et le sol dans la zone où se trouve l'école afin d'éviter une pollution intérieure possible dans les 	<p>D'après les lignes directrices de l'OMS pour la qualité de l'air intérieur (2010), le risque unitaire estimé est de 4.3 x 10⁻⁷ par µg/m³.</p> <p>Les concentrations de TCE dans l'air associées à un risque marginal de cancer sur la durée de vie de 1:10 000, 1:100 000 et 1:1 000 000 sont respectivement de 230, 23 et 2,3 µg/m³.</p>

	<p>7,8 kPa à 20° C; sa solubilité dans l'eau de 1,1 g/l à 20° C et son log K_{oe} (coefficient de partage octanol/eau) de 2,29.</p> <p>Le TCE est principalement utilisé pour le dégraissage à la vapeur et le nettoyage à froid des pièces de métal manufacturées (80 à 95 % de la consommation). D'autres applications sont notamment le nettoyage à sec industriel, l'imprimerie, la production d'encre d'imprimerie, les procédés d'extraction, la production de peintures et l'impression textile.</p>	par le TCE.	<p>ne peut être déterminé.</p> <p>Le CIRC a classé le TCE comme un agent probablement cancérigène pour l'homme (groupe 2A) sur la base d'observations suffisantes chez l'animal et de données humaines limitées.</p>	<p>bâtiments scolaires par le TCE contaminant l'eau (bain/douche) et le sol.</p> <p>❖ Il est recommandé d'assurer des niveaux de ventilation fondés sur des critères sanitaires dans les environnements intérieurs des écoles, conformément à l'approche du projet HEALTHVENT.</p>	<p><u>Écoles couvertes par SINPHONIE:</u></p> <p>Dans les écoles couvertes par SINPHONIE, les valeurs mesurées varient considérablement (de 0 à 126 µg/m³), avec des niveaux de TCE dans l'air intérieur sensiblement moins élevés dans les pays de l'Ouest et du nord par rapport à ceux du Sud et l'Est.</p> <p>Seuls 10 % des enfants étaient exposés dans les écoles à des niveaux de TCE supérieurs à 5 µg/m³.</p>
Tétrachloroéthylène	<p>Le tétrachloroéthylène (TCA) (numéro de registre CAS: 127-18-4; C₂Cl₄) est un liquide incolore très volatile,</p>	<p>Les produits de consommation susceptibles de contenir du TCA sont notamment les colles, les parfums, les</p>	<p>L'exposition au TCA peut affecter le système nerveux central, les yeux, les reins, le foie, les poumons, les</p>	<p>❖ Restreindre l'utilisation des produits de consommation contenant du TCA</p>	<p>Les lignes directrices sur la QAI de 2010 de l'OMS recommandent une valeur guide de 250 µg/m³ pour l'exposition tout au long de</p>

	<p>dont l'odeur ressemble à celle de l'éther. Ses principales propriétés physiques et chimiques sont les suivantes: masse moléculaire de 165,83 g/mol; densité (à 20° C) de 1,6227 g/ml; point de fusion situé à environ -22° C; point d'ébullition à 121° C; solubilité dans l'eau (à 25° C) de 150 mg/litre; pression de vapeur de 18,47 mmHg à 25° C, 1,9 kPa à 20° C, 3,2 kPa à 30° C et 6,0 kPa à 40° C; constante de Henry de 0,018 atm·m³/mol à 25 °C; log K_{oe} (coefficient de partage octanol/eau) de 3,40 (valeur mesurée) et de 2,97 (valeur estimée); et log K_{oc} (coefficient de partage octanol/carbone) de 177~350 (valeur mesurée).</p>	<p>détachants, les finitions textiles, les agents hydrofuges, les agents nettoyants pour bois, les agents nettoyant pour véhicules à moteur et les tissus nettoyés à sec. Les produits de consommation décrits ci-dessus sont des sources intérieures d'exposition au TCA.</p> <p>L'eau de distribution contaminée peut être une source intérieure d'exposition au TCA quand on prend une douche ou quand on lave la vaisselle.</p>	<p>muqueuses et la peau.</p> <p>Le pouvoir cancérigène n'est pas utilisé comme point de référence, car rien n'indique que le TCA soit génotoxique et il règne une certaine incertitude quant aux observations épidémiologiques et à la pertinence pour la santé humaine des données relatives au pouvoir cancérigène chez l'animal. Cependant, eu égard à l'incertitude qui demeure concernant son pouvoir cancérigène, le TCA doit être maintenu sous surveillance.</p> <p>Le CIRC a conclu qu'il existe des éléments dénotant des associations invariablement positives entre l'exposition au TCA et les risques de cancer de l'œsophage et du col de l'utérus et de lymphomes non hodgkiniens. Le TCA est</p>	<p>dans les bâtiments scolaires.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Surveiller l'eau de distribution dans les bâtiments scolaires afin de garantir qu'elle n'est pas contaminée par du TCA et d'éviter toute exposition en prenant une douche ou en lavant la vaisselle dans les bâtiments scolaires. ❖ Il est recommandé d'assurer des niveaux de ventilation fondés sur des critères sanitaires dans les environnements intérieurs des écoles, conformément à l'approche du projet HEALTHVENT. 	<p>l'année au TCA.</p> <p><u>Écoles couvertes par SINPHONIE:</u></p> <p>Aucun élève n'était exposé au TCA à des niveaux supérieurs à 250 µg/m³.</p> <p>Seuls 10 % des enfants étaient exposés dans les écoles à des niveaux de TCA supérieurs à 3,3 µg/m³.</p>
--	--	---	--	--	--

			classé par le CIRC comme un agent cancérigène du groupe 2A (probablement cancérigène pour l'homme).		
Radon	<p>Le gaz radon (^{222}Rn) est une source importante de rayonnement ionisant d'origine naturelle et un contributeur majeur de la dose de rayonnement ionisant reçue par la population en général dans divers environnements intérieurs (domicile, école, lieu de travail).</p> <p>En dehors de la radiothérapie et des irradiations accidentelles, le radon est le contributeur le plus important et le plus variable de la dose annuelle moyenne de rayonnement reçue par la population dans</p>	La principale source intérieure de radon est le radon produit par la désintégration du radium dans le sous-sol d'un bâtiment.	<p>La principale voie d'exposition au radon et à ses produits de désintégration est l'inhalation.</p> <p>Le CIRC l'a classé comme agent cancérigène pour l'homme de groupe 1 en 1988, tandis que l'OMS considère qu'il représente la deuxième cause de cancer du poumon après la cigarette.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Les niveaux de radon dans les bâtiments scolaires doivent être contrôlés au moyen de diverses options des technologies de construction, comme l'installation de puisards actifs et de membranes pare-radon dans les fondations des bâtiments scolaires. ❖ Il est recommandé d'adopter dans les pays européens des stratégies de réglementation des activités de construction visant à faire baisser les niveaux moyens de radon dans les nouvelles constructions, y 	<p>Le risque marginal de décès imputable au cancer du poumon induit par le radon sur la durée de vie est de 6×10^{-4} par Bq/m³.</p> <p>Eu égard aux dernières données scientifiques sur les effets sanitaires du radon dans l'environnement intérieur, l'OMS (2010) a recommandé un niveau de référence national de 100 Bq/m³ dans les bâtiments résidentiels.</p> <p>Si ce n'est pas possible, le niveau de référence choisi ne devrait pas dépasser 300 Bq/m³.</p> <p>Dans le cas des enfants, un niveau de référence de 167 Bq/m³ peut être utilisé, associé à un risque marginal sur la durée de vie</p>

	le monde.			<p>compris les bâtiments scolaires, sous les niveaux moyens nationaux actuels.</p> <p>❖ Les États membres de l'Union sont encouragés à consulter le large éventail de recommandations sur les stratégies de prévention et d'assainissement relatives au radon publiées en 2012 dans le cadre du projet RADPAR financé par l'Union (http://web.jrc.ec.europa.eu/radpar/).</p>	<p>de 1×10^{-3}.</p> <p><u>Écoles couvertes par SINPHONIE:</u></p> <p>Les résultats des mesures du radon dans l'environnement intérieur des écoles couvertes par SINPHONIE font apparaître des valeurs de 0 à 9 186 Bq/m³ (valeur moyenne 100,9 Bq/m³), avec des niveaux sensiblement plus élevés dans les pays d'Europe centrale et orientale et dans les pays du Sud, par rapport aux pays du Nord et de l'Ouest de l'Europe. La proportion des enfants exposés à plus de 100 Bq/m³ était de 50 %.</p>
--	-----------	--	--	--	---

ANNEXE C – Agents d’agression microbiologiques en relation avec l’air intérieur (sources, effets sur la santé, options de gestion des risques/mesures de contrôle, normes/lignes directrices/résultats de SINPHONIE à titre de comparaison)

Agent d’agression	Description	Sources	Effets sur la santé	Options de gestion des risques et mesures de contrôle	Normes/ lignes directrices/résultats de SINPHONIE à titre de comparaison
AGENTS D’AGRESSION MICROBIOLOGIQUES EN RELATION AVEC L’AIR INTÉRIEUR					
<p>Endotoxines</p> <p>Espèces/groupes fongiques, par exemple:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Groupe <i>Penicillium/Aspergillus/Paecilomyces</i> spp. ❖ <i>Aspergillus versicolor</i> ❖ <i>Alternaria alternata</i> <p>Groupes bactériens, par exemple:</p>	<p><u>Les endotoxines</u> font partie intégrante de la membrane externe des bactéries Gram négatives et se composent de protéines, de lipides et de lipopolysaccharides.</p> <p><u>Les espèces/groupes fongiques</u> sont ubiquitaires dans l’environnement, tant à l’intérieur qu’à l’extérieur. Ce sont des organismes eucaryotes uni- ou pluricellulaires</p>	<p>Les principales sources de bactéries et de champignons dans l’environnement intérieur sont l’air extérieur, les personnes (directement ou indirectement par l’introduction de matériau extérieur, comme de la terre, sur les vêtements) et la prolifération microbienne due à l’humidité sur les surfaces et les</p>	<p>Les principaux effets d’une exposition à ces polluants sont la prévalence accrue de symptômes respiratoires, d’allergies et d’asthme, ainsi qu’une perturbation du système immunitaire. Cependant, les recherches en vue de démontrer la causalité entre l’exposition microbienne et la santé respiratoire</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ L’humidité persistante et la prolifération microbienne sur les surfaces intérieures et les structures des bâtiments scolaires doivent être évitées ou minimisées. ❖ Un contrôle périodique et une inspection minutieuse des bâtiments scolaires 	<ul style="list-style-type: none"> - Lignes directrices de l’OMS sur l’humidité et les moisissures (2009) - Brochure d’information de l’OMS sur l’humidité et les moisissures (Risques pour la santé, prévention et assainissement) (2009) - Interventions et actions de l’OMS contre l’humidité et les moisissures: présentation d’études

<p>❖ <i>Streptomyces</i> spp.</p> <p>❖ <i>Mycobacterium</i> spp.</p>	<p>comprenant des milliers d'espèces différentes. Beaucoup de champignons sont susceptibles de produire des mycotoxines, qui sont des biomolécules à faible masse moléculaire relative, dont certaines sont toxiques pour l'animal et pour l'homme.</p> <p><u>Les bactéries</u> sont des organismes procaryotes unicellulaires ubiquitaires, qui comprennent de très nombreuses espèces. Elles sont présentes dans l'air et la poussière, ainsi que sur les surfaces de tous les bâtiments, y compris ceux qui n'ont pas de problèmes d'humidité. Ces organismes produisent aussi divers composés bioactifs, dont certains</p>	<p>structures intérieures.</p> <p>Les endotoxines présentes dans l'air sont ordinairement associées à des particules de poussières ou à des aérosols aqueux. La taille des particules varie considérablement, mais les niveaux d'endotoxine peuvent être plus élevés dans la fraction grossière.</p> <p>La littérature scientifique fait apparaître que l'exposition aux endotoxines dans les salles de classe dépasse clairement l'exposition au domicile. On peut s'attendre à des tendances similaires pour d'autres contaminants</p>	<p>sont encore en cours.</p> <p>Les relations entre l'humidité, l'exposition microbienne très diverse et les effets sur la santé sont difficiles à quantifier précisément. Par conséquent, aucune valeur guide fondée sur des critères sanitaires ni aucun seuil quantitatif ne peuvent être recommandés comme niveaux acceptables de contamination des environnements intérieurs par les micro-organismes.</p> <p>De nombreuses espèces de champignons produisent des allergènes de type I. La sensibilisation de l'immunoglobuline E (Ig)E aux espèces fongiques les plus</p>	<p>doivent être effectués afin d'identifier les problèmes potentiels d'humidité intérieure et de prolifération microbienne et d'assainir les locaux concernés.</p> <p>❖ Conception, construction et entretien corrects des bâtiments scolaires et contrôle de la température et de la ventilation afin d'éviter l'excès d'humidité et la condensation de surface sur les matériaux des bâtiments scolaires.</p> <p>❖ La ventilation doit être</p>	<p>de cas (2008)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Répertoire HEAL par pays de l'Union des agences fournissant des informations au public sur l'humidité et les moisissures (2009) - Se reporter à l'approche la plus récente définie par SINPHONIE en matière d'échantillonnage et d'analyse des agents microbiologiques dans les environnements intérieurs des écoles (2013). <p><u>Écoles couvertes par SINPHONIE:</u></p> <p>L'ensemble de données de SINPHONIE contient des informations sur la distribution de l'exposition aux agents d'agression</p>
--	--	--	---	---	---

	sont potentiellement dangereux pour la santé humaine.	microbiens.	communes à l'intérieur et à l'extérieur, comme <i>Alternaria</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Aspergillus</i> et <i>Cladosporium</i> spp., est associée à des affections respiratoires allergiques, en particulier l'asthme.	répartie efficacement dans tous les espaces du bâtiment scolaire, et les zones d'air stagnant doivent être évitées.	microbiologiques dans l'environnement scolaire européen et fait apparaître d'importantes associations préjudiciables entre des concentrations élevées d'agents microbiens et des symptômes respiratoires chez les élèves et les enseignants, ainsi que des mesures cliniques dans le cas du NO dans l'air expiré.
--	---	-------------	---	---	---

Europe Direct est un service destiné à vous aider à trouver des réponses aux questions que vous vous posez sur l'Union européenne
Un numéro unique gratuit (*): 00 800 6 7 8 9 10 11

(*) Certains opérateurs de téléphonie mobile ne permettent pas l'accès aux numéros 00 800 ou peuvent facturer ces appels.

De nombreuses autres informations sur l'Union européenne sont disponibles sur l'internet.
Elles peuvent être obtenues via le serveur Europa <http://europa.eu>.

Comment obtenir des publications de l'UE

Nos publications peuvent être obtenues sur le site EU Bookshop (<http://bookshop.europa.eu>),
où vous pouvez passer commande à l'agent de vente de votre choix.

L'Office des publications dispose d'un réseau mondial d'agents de vente.

Vous pouvez obtenir leurs coordonnées en adressant une télécopie au n° (352) 29 29-42758.

Commission européenne

EUR 26726 FR – Centre commun de recherche – Institut pour la santé et la protection des consommateurs

Titre: Lignes directrices pour des environnements sains dans les écoles européennes

Auteurs: Stylianos Kephelopoulos (Commission européenne, Centre commun de recherche), Eva Csobod (REC, Hongrie),
Yuri Bruinen de Bruin (RIVM, Pays-Bas), Eduardo de Oliveira Fernandes (IDMEC-FEUP, Portugal)

Contributeurs: Paolo Carrer (UMIL, Italie), Corinne Mandin (CSTB, France), Marianne Stranger (VITO, Belgique), Isabella Annesi-Maesano (UPMC Paris 06, France), Marcia Giacomini (UBA, Allemagne), Ellen Koudijs (RIVM, Pays-Bas), Hans Moshammer (Université Médicale de Vienne, Autriche), Peter Rudnai (NIEH, Hongrie), Joana Madureira (IDMEC-FEUP, Portugal), Dejan Mumovic (UCL, Royaume-Uni), Dainius Martuzevičius et Edvinas Krugly (KUT, Lituanie), Anne Hyvärinen, Martin Täubel et Kati Järvi (THL, Finlande), Zorica Zivkovic (USMS, Serbie), Helena Kazmarová (SZU, République tchèque), Michal Jajcaj et Henrieta Savinová (UVZSR, Slovaquie), Vasiliki Assimakopoulos et Margarita-Niki Assimakopoulos (UOA, Grèce), John Bartzis et Krystallia Kalimeri (UOWM, Grèce), Eugen S. Gurzau et Iulia Neamtii (EHC, Roumanie), Peter van den Hazel (VGGM, Pays-Bas), Stephen Montefort (WALDONET, Malte), Adamos Hadjipanayis (Hôpital général de Larnaca, Chypre), Eduart Cani (REC, Albanie)

La présente publication a été élaborée dans le cadre du projet SINPHONIE (*Schools Indoor Pollution and Health – Observatory Network in Europe*) mené pour le compte de la Commission européenne (contrat SANCO/2009/c4/04) et financé par le Parlement européen. Le travail a été réalisé par un consortium de 25 pays (parmi les États membres et certains pays en voie d'adhésion et pays candidats) sous la direction du Centre régional de l'environnement pour l'Europe centrale et orientale, en Hongrie.

Le document doit être cité comme suit:

Lignes directrices pour des environnements sains dans les écoles européennes

Kephelopoulos, S., Csobod, E., Bruinen de Bruin, Y., De Oliveira Fernandes, E., coédité par les DG Santé et consommateurs et Centre commun de recherche de la Commission européenne, Luxembourg, 2014.

Ce document est associé à deux autres documents du projet SINPHONIE (rapport final SINPHONIE et résumé SINPHONIE).

Les trois documents peuvent être téléchargés à partir de la Plateforme scientifique du Centre commun de recherche (<https://ec.europa.eu/jrc/en/research-topic/human-exposure>) et du site web du projet SINPHONIE (<http://www.sinphonie.eu/>).

Luxembourg: Office des publications de l'Union européenne

2014 – 90 pp. – 21.0 x 29.7 cm

EUR – Série Recherche scientifique et technique – 1831-9424 (en ligne)

ISBN 978-92-79-39154-5 (PDF)

doi: 10.2788/90224

