

Qualité de l'air intérieur

Bérénice JENNESON/ Aline LANGENFELD

7 juin 2022

REF1 : COM-FE-002_1 REF2: PROJ-EN-119



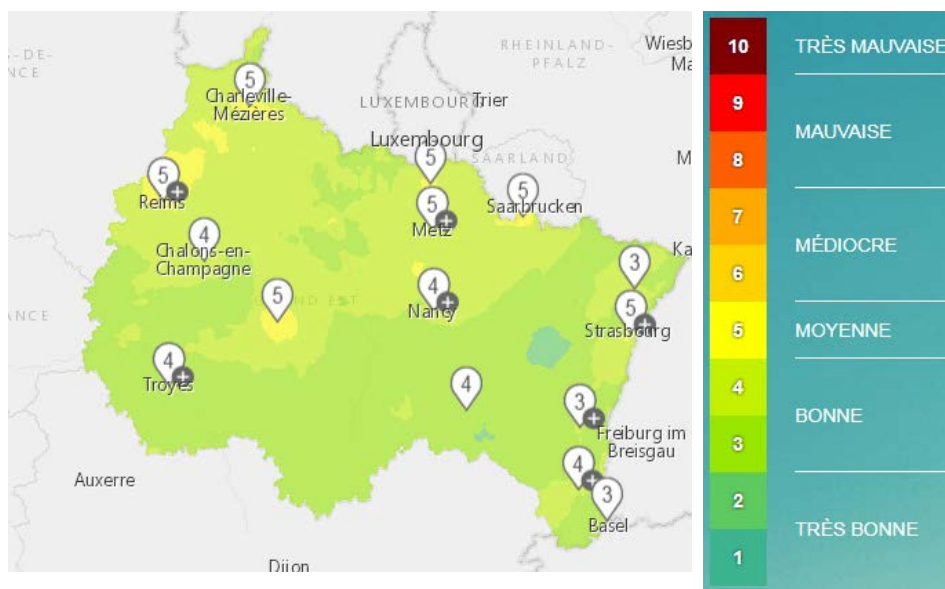
Structure et missions de ATMO GRAND EST

MESURE DE LA
QUALITE DE L'AIR

PREVISION
SIMULATION

EMISSIONS
ENERGIES

INFORMATION
SENSIBILISATION



Administrée par 4 collèges :

- ✓ ETAT
- ✓ COLLECTIVITES
- ✓ EMETTEURS
- ✓ ASSOCIATIONS ET PERSONNALITES QUALIFIEES





➤ **Les enjeux de la qualité de l'air intérieur**



➤ **Les sources de pollution et les moyens de remédiation**





Nous passons **85% de notre temps** dans un **espace clos** ou **semi clos**, en majorité dans l'habitat.

Santé publique

Cette pollution à laquelle nous sommes quotidiennement exposés, peut être à l'origine de simples gênes ou de pathologies aiguës ou chroniques tels que : l'asthme ou les allergies....

Coût socio-économique

- ✓ Prise en charge des soins
- ✓ Prise en charge des pertes de production
- 19 milliards d'€ par an



Effets à court terme

« Manifestations » cliniques, fonctionnelles ou biologiques survenant dans des délais brefs (quelques jours, semaines) suite aux variations journalières des niveaux ambiants de la pollution atmosphérique

Effets à long terme

Affections ou pathologies survenant après une exposition chronique (plusieurs mois ou années) à la pollution atmosphérique ambiante



DANGER >> TOXICOLOGIE

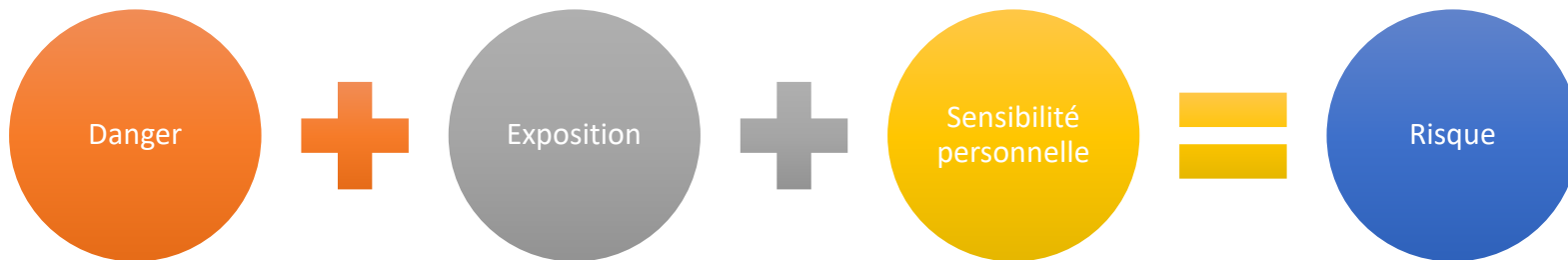
Capacité intrinsèque d'un facteur chimique biologique, physique à causer un dommage, une atteinte à l'intégrité physique ou chimique

RISQUE >> EXPOLOGIE

Eventualité d'une rencontre entre l'homme et un danger

RISQUE = DANGER X Exposition X Sensibilité individuelle

Le risque et son acceptabilité se caractérise par la probabilité de survenue de dommage et la gravité du dommage



Des données validées par différentes études



- Jusqu'à 14% des cancers du poumon : exposition au radon résidentiel
- Exposition permanente aux concentrations de benzène (habitations en Europe) : 10 cas de leucémie pour 100 000 hab.

- Etudes des 6 villes : 108 écoles primaires
L'exposition à des concentrations élevées de particules et de COV : augmentation de l'asthme et des rhinites chez les enfants scolarisés (surtout les jeunes allergiques)



SINPHONIE
Pollution intérieure et santé dans les écoles
Réseau d'observation en Europe
Résumé exécutif du rapport final



sinphonie
Schools Indoor Pollution and Health: Observatory Network in Europe

L'étude des 6 villes : contribution française à l'étude ISAAC



Les 6 grandes villes incluses dans l'étude ISAAC (volet français)

Instituts
thématiques

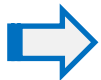


Inserm

Institut national
de la santé et de la recherche médicale

Une mauvaise qualité de l'air intérieur peut :

- avoir des effets sanitaires sur la santé respiratoire, entrainer un syndrome collectif inexpliqué...
- et affecter directement les **performances** des élèves (sommolence, perte d'attention...)



Enquête Européenne : portant sur 800 enfants dans huit écoles a montré que les scores des élèves aux tests de concentration diminuaient lorsque les niveaux de CO₂ augmentaient.



Enquête Danoise : Etude des performances des élèves dans différentes conditions de ventilation
Augmentation des performances des enfants de 15% soit l'équivalent d'une année d'enseignement par un doublement de la ventilation dans les salles de classe/ Amélioration des performances avec un abaissement de la température (20°C au lieu de 23,5°C).

* Wargocki and Wyon (2007) The effects of moderately raised classroom temperatures and classroom ventilation rate on the performance of schoolwork by children (RP-1257), HVAC&R Research, 13(2), 193-220.

** Myhrvold, A.N., E.Olsen, and O. Lauridsen 1996. Indoor Environment in Schools—Pupils' Health and Performance in regard to CO₂ Concentrations. In Indoor Air '96. The Seventh International Conference on Indoor Air Quality and Climate. Vol 4, pp. 369–371.

Effets sur la santé aussi nombreux que variés

- odeurs
- irritations et inflammation des muqueuses respiratoires, oculaires et cutanées (formaldéhyde)
- malaises généraux (maux de tête, nausées, fatigue, troubles du sommeil, sick building syndrome, etc.)
- altération des performances
- allergies et asthme, bronchites chroniques obstructives : acariens, moisissures, allergènes, etc
Doublement de la prévalence des maladies allergiques respiratoires en 20 ans.
10% des adolescents présentent un asthme chronique
- effets sur le système nerveux (solvants organiques, pesticides)
- intoxication au CO
- effets cancérogènes : fumée de tabac environnementale, radon (cancer du poumon) , benzène (leucémie) , amiante et formaldéhyde (cancer rhino-pharynx)

Les enjeux

Personnes à risques

- Populations sensibles : femmes enceintes, bébés, enfants, personnes âgées
- Personnes souffrant de problèmes cardio-vasculaires et d'hypersensibilité aux polluants de l'environnement

Etude exploratoire du coût socio-économique de la QAI



Méthode exploratoire visant à chiffrer les conséquences qu'une partie des polluants de l'air intérieur engendre pour la santé de la population et pour l'économie, en France

Coût estimé à 19 milliards d'euros/an en France

Les 6 polluants considérés

- benzène
- trichloroéthylène
- radon
- monoxyde de carbone
- particules
- fumée de tabac environnementale



Création en 2001 de l'OQAI
Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur

www.air-interieur.org



Plan National Santé et Environnement
PNSE 2004-2008

Un des 8 enjeux prioritaires : prévenir les risques liés aux expositions dans l'habitat et les autres bâtiments recevant du public



Plan National Santé et
Environnement PNSE 2009-2013

5 grands axes d'actions visant à limiter les pollutions intérieures



Plan National Santé et
Environnement 2015-2019



Grenelle de l'environnement

Principe de surveillance de la qualité de l'air dans les lieux clos ouverts au public
Etiquetage sanitaire des matériaux

Plan d'action pour la qualité
de l'air intérieur 2013

Simplification du dispositif de surveillance réglementaire (décret 2015-15 du 17/08/2015)

Cette surveillance est renouvelée tous les sept ans

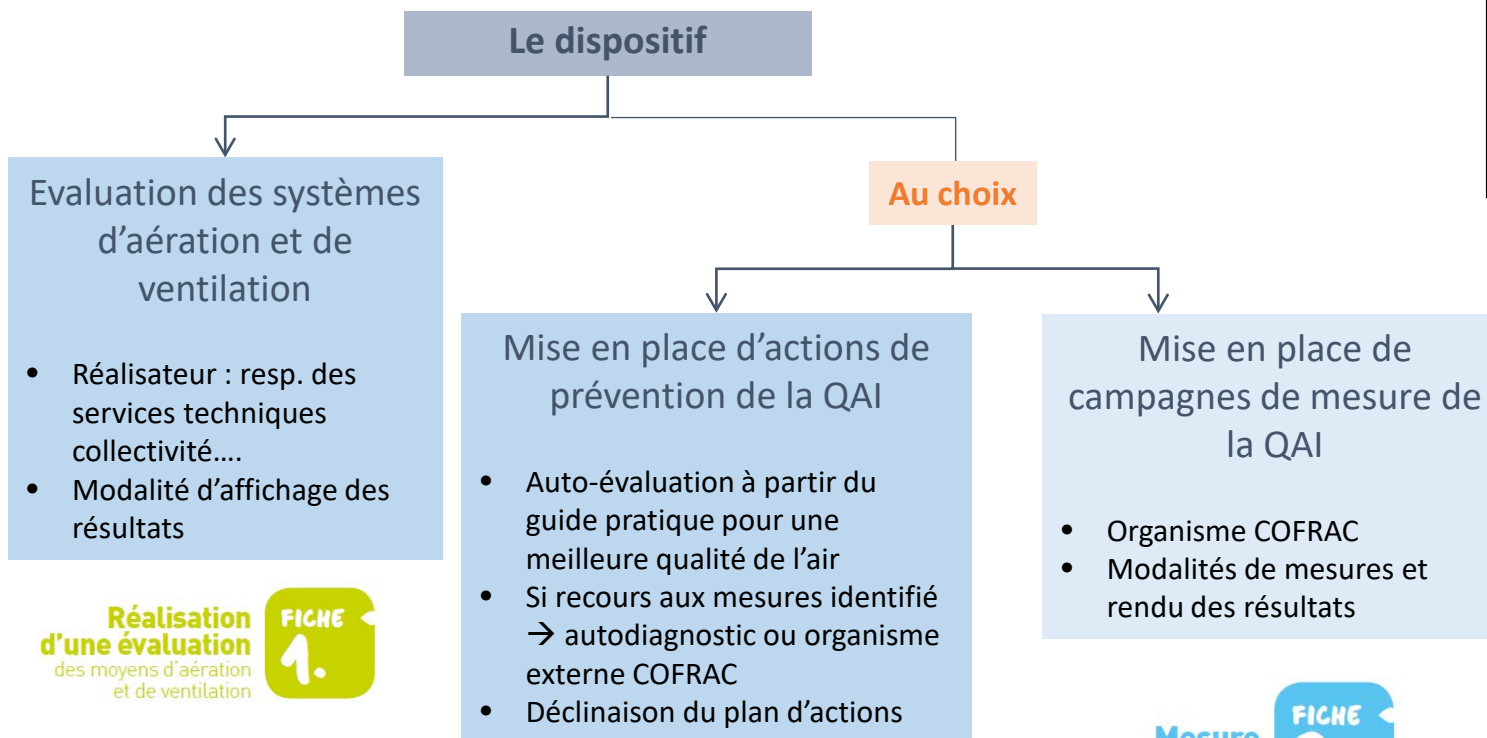
Structures concernées et calendrier :

- Établissements d'accueil collectif d'enfants de moins de 6 ans (crèches, haltes-garderie, jardins d'enfants, etc.), écoles maternelles et élémentaires **1^{er} janvier 2018**
- Centre de loisirs et établissements d'enseignements ou de formations professionnelles de 1^{er} et 2nd degré : **1^{er} janvier 2020**
- Etablissements sanitaires et sociaux prenant en charge les mineurs éloignés de leur famille : **1^{er} janvier 2023**

La surveillance est à la charge du propriétaire de l'établissement



www.developpement-durable.gouv.fr



Réalisation d'une évaluation des moyens d'aération et de ventilation **FICHE 1.**

FICHE 2. Mise en œuvre d'un programme d'actions de prévention dans l'établissement

Mesure de la qualité de l'air intérieur **FICHE 3.**

Perspectives d'évolution de la réglementation

Tous les ans

Evaluation des systèmes d'aération et de ventilation

- Réalisateur : resp. des services techniques collectivité, architectes, organismes extérieurs....
- Modalité d'affichage des résultats

+

Mesures ponctuelles de CO₂

Tous les 4 ans

Autodiagnostic la QAI

- Identification et réduction des sources d'émission
- Entretien des systèmes de ventilation et d'aération
- Diminution de l'exposition

+

7 mois après une étape clé

Mesures de la qualité de l'air intérieur après une étape clé de la vie du bâtiment

- Mesures réglementaires COFRAC Le type de polluant mesuré varie en fonction des travaux
- Exemple d'étapes clés: gros travaux, changement système de ventilation, des fenêtres, travaux sols, parois, plafond, changement aux niveaux des parois

Remise à jour annuelle du plan de prévention de la QAI



- **Equipements**
(ameublement, chauffage, ventilation...)
- **Bâtiment**
(matériaux de construction, revêtements...)
- **Hommes et activités**
(tabagisme, ménage, bricolage, traitement des plantes...)



Humidité, température et CO₂



Air extérieur, sols pollués



**Activités
Comportements**



**Matériaux, mobilier,
décoration**



Animaux, plantes



Equipements

L'humidité: un paramètre à contrôler

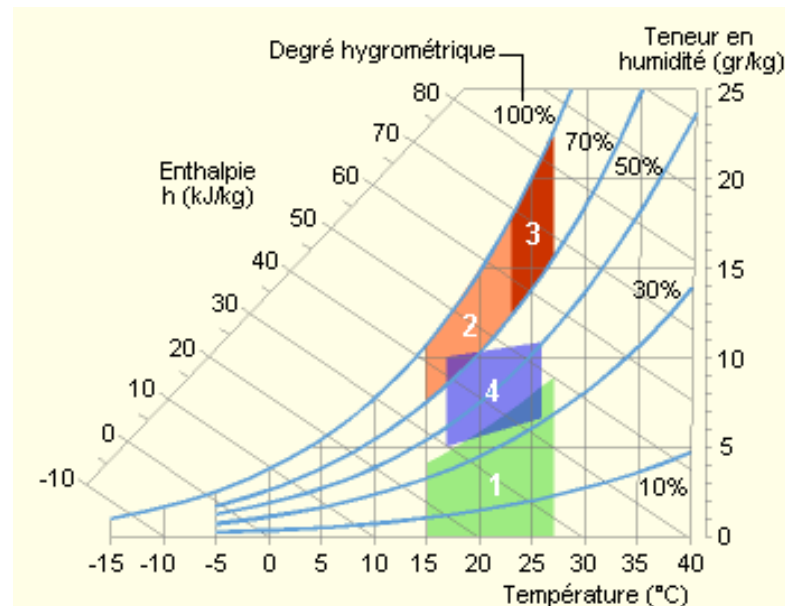
- Source : extérieur, douches, sèche-linge, cuisine, plantes, animaux, poêle à pétrole,
- Air sec (< 30% d'humidité relative) : sécheresse des voies respiratoires.
- Air humide (> 60% d'humidité relative) : moisissures, inconfort, dégradation des matériaux.
- Réguler l'humidité : aération et ventilation générale permanente efficace.

1. Problèmes de sécheresse.

2 et 3. Bactéries et microchampignons.

3. Développements d'acariens.

4. Polygone de confort hygrothermique.



R. Fauconnier, Diagramme des plages de confort température-humidité - article « L'action de l'humidité de l'air sur la santé dans les bâtiments tertiaires » - numéro 10/1992 de la revue Chauffage Ventilation Conditionnement - 1992.

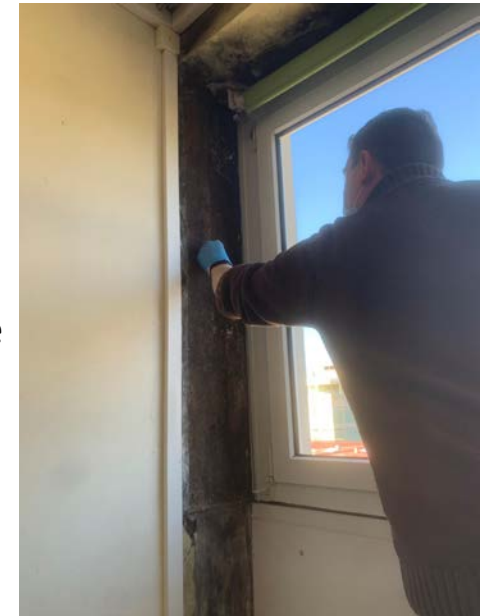
Les moisissures

Les moisissures sont **des champignons microscopiques**. Le développement fongique dépend de la présence d'humidité (au-delà de 60%), ensuite de la chaleur (entre 20 et 35°C) et des nutriments organiques (cellulose, placo, papiers peints, etc...).

Certaines moisissures libèrent des polluants dans l'air (mycotoxines, spores, COV ...).

D'où provient l'humidité ?

- Des dégâts des eaux, infiltrations ou remontées capillaires
- De ponts thermiques dans certains locaux
- De certaines activités produisant beaucoup d'humidité
- D'une aération insuffisante
- Précaution à prendre en cas de travaux d'isolation ou de changement de fenêtres



Exemples

Apparition de moisissures due à la difficulté de séchage des supports (renforcement de l'étanchéité à l'air et à l'absence de ventilation).



Apparition de moisissures dans une cave privée de ventilation naturelle après rénovation



Le dioxyde de carbone

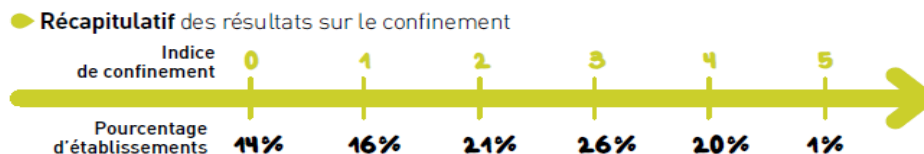
Le dioxyde de carbone (CO₂), également appelé gaz carbonique, est émis par la respiration des personnes présentes et son accumulation au sein de locaux traduit le manque de renouvellement de l'air.

La mesure du CO₂ dans l'air permet donc de déterminer facilement si le renouvellement de l'air est suffisant ou non. Par ailleurs, la visualisation des données permet une sensibilisation des personnels et des élèves à l'importance de l'aération.

- 85 % des écoles sont aérées par ouverture des fenêtres ou ventilation naturelle
- Campagne pilote nationale (2009-2011) : $\frac{1}{5}$ des établissements français présentent des problèmes de confinement



Les résultats de la campagne pilote nationale (2009-2011)



- Lors de la campagne 2018-2019 dans 10 lycées du Grand Est, seulement 34 % des salles de classe présentaient des indices de 0 à 2. 52 % montraient un problème de confinement avec des indices de 4 à 5.

Solution : Agir sur la ventilation/aération des pièces

La **ventilation** permet de renouveler l'air en assurant une circulation générale et permanente.

Elle peut être **naturelle** ou **mécanique** et a plusieurs rôles :

- Apporter de l'air neuf,
- Diluer les contaminants,
- Réduire le confinement,
- Évacuer l'air vicié,
- Lutter contre l'humidité et les condensations causes de développement fongique et de dégradation du bâti,
- Procurer fraîcheur ou chaleur nécessaire.

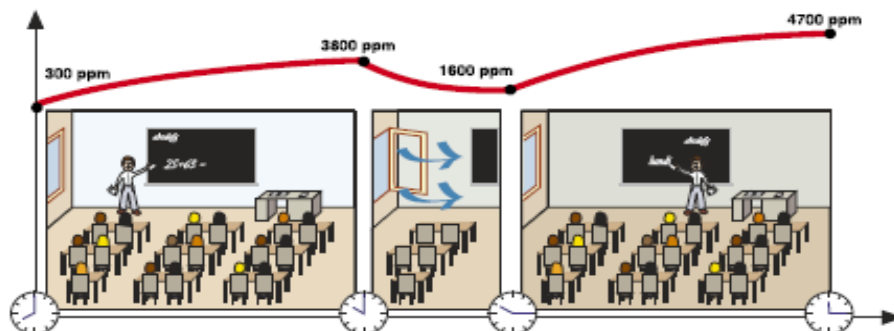
L'aération peut assurer ces mêmes rôles, mais **l'action humaine** est indispensable (ouvertures fenêtres, portes, tout ouvrant donnant sur l'extérieur).



Exemple d'évolution de concentration en CO₂ :

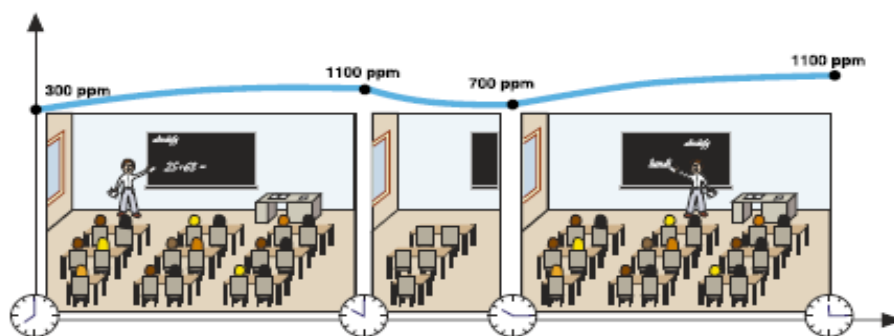
Classe de 25 élèves, 2h cours -> 1/4h interours -> 2h cours

Source : Ventilation performante dans les écoles - CETIAT



Cas " sans ventilation " : infiltrations 0.2Vol/h (interours 4Vol/h)

Remarque : sans aération à l'interours, on atteindrait la valeur de 6200 ppm au bout de la période considérée (4h15).



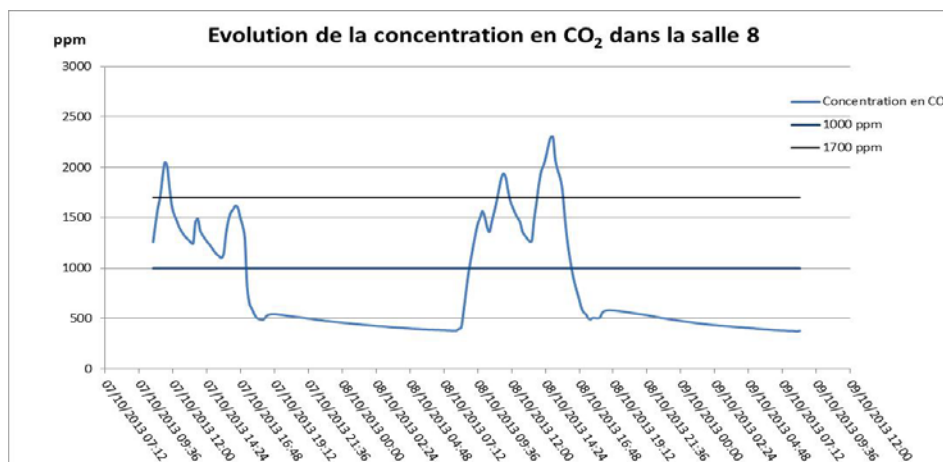
Cas " avec ventilation " : 18m³/h/pers->2.6Vol/h (en permanence)

Attention : des taux élevés de CO₂ (5000, 10000 ppm,...) peuvent entraîner des migraines, sensations d'étouffement, nausées. Les conséquences sur la santé et le travail des élèves et professeurs ne sont pas négligeables.

Exemple: dans une commune de Grand Nancy

Ecole	Salle de classe	Valeur brute de l'indice de confinement	Valeur retenue de l'indice de confinement	Nature du confinement
Maternelle Saint-Exupéry	Salle de classe des Petits	4,88	5	Extrême
	Salle de classe des grands	4,56	5	Extrême
Maternelle Cressot	Salle de classe 6	2,17	2	Moyen
	Salle de classe 9	3,65	4	Très Elevé

Situation de confinement liée à l'absence de réglottes sur les fenêtres et/ou comportement des occupants

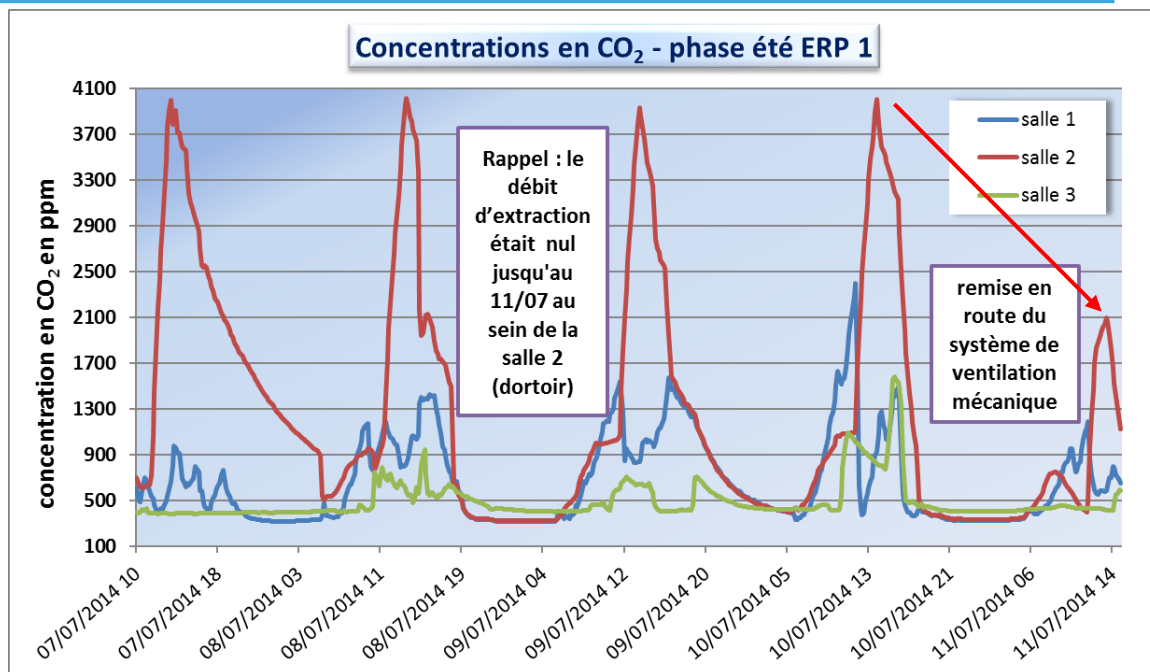


Indices de confinement et évolution du CO₂ dans une école

Exemple

Suivi de la QAI au sein d'une maison de l'enfance à Strasbourg

- ✓ Dans le cadre de l'étude Prebat – OQAI-BPE : **indice de confinement extrême (5/5)** dans le dortoir instrumenté en juillet 2014.
- ✓ Les mesures de ventilation soulignent un **dysfonctionnement majeur du système de ventilation mécanique contrôlé double flux** avec notamment une absence totale d'insufflation (pour toutes les pièces vérifiées) au niveau du rez-de-chaussée et des débits d'extraction limités voire nuls dans les dortoirs.
- ✓ Remise en route du système à partir de la fin de semaine → nette baisse des teneurs en CO₂

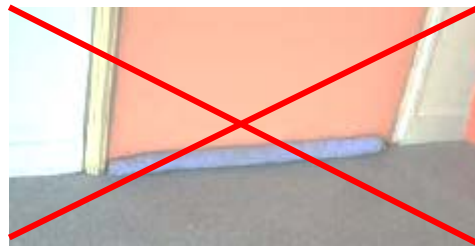


QUE FAIRE ? Généralités

- S'assurer que le débit de renouvellement d'air des pièces sont conformes au règlement sanitaire départemental type RSDT-1985 et/ou code du travail CDT-1987;
- S'assurer que le taux d'occupation est adapté à la taille de la pièce.

Et surtout (comportements humains) :

- **Ne pas obstruer les bas des portes. L'air doit pouvoir circuler.**
- **Ne pas obstruer les bouches d'extraction ou de soufflage et les entrées d'air.**
- **Libérer l'espace devant ces dispositifs.**



QUE FAIRE ? Cas de la ventilation mécanique

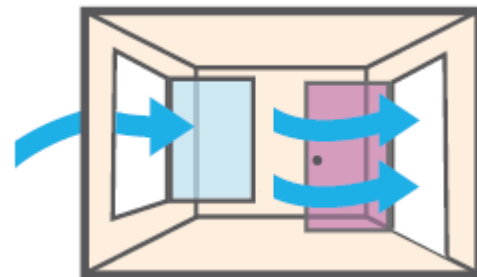
- Entretien/nettoyage des bouches/grilles d'air (démontage et aspiration/lavage) ;
- Nettoyage des gaines ;
- Remplacement des filtres (cas de VMC double flux) ;
- Vérification du fonctionnement et du sens de circulation des bouches : test très simple proposé dans le cadre de la surveillance réglementaire des ERP avec feuille de papier (si bouche d'extraction: le papier colle, si bouche de soufflage : il s'envole) ;
- Vérification des débits d'air.



QUE FAIRE ? Cas de l'aération

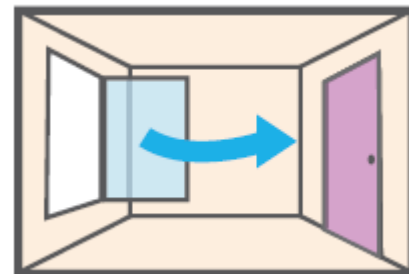
➤ L'aération transversale

L'aération transversale permet un échange de l'air très rapide. L'air est complètement renouvelé en 2 à 4 minutes seulement. Pour cela, toutes les portes et fenêtres doivent être ouvertes afin de générer un courant d'air.



➤ L'aération en grand

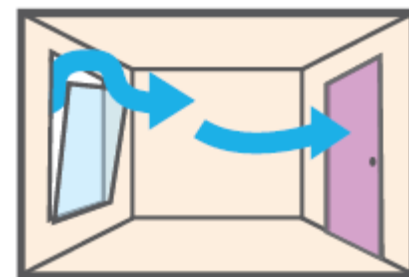
Une manière efficace de renouveler l'air est d'aérer en grand. Le battant de la fenêtre est entièrement ouvert et l'air est renouvelé en l'espace de **4 à 10 minutes**. Aérer en grand permet également de minimiser les pertes d'énergie. Du fait du renouvellement très rapide de l'air, les composants ne refroidissent pas.



➤ L'aération par entrebâillement

Lors de l'aération par entrebâillement, la fenêtre n'est ouverte qu'en partie. Dans le cas de fenêtres oscillo-battantes standards, le battant est généralement ouvert par le haut.

L'aération par entrebâillement ne permet qu'un échange d'air limité, ce qui fait que la fenêtre reste ouverte longtemps. Le refroidissement plus important de l'encadrement de la fenêtre augmente le risque de dommages dus à l'eau de condensation.

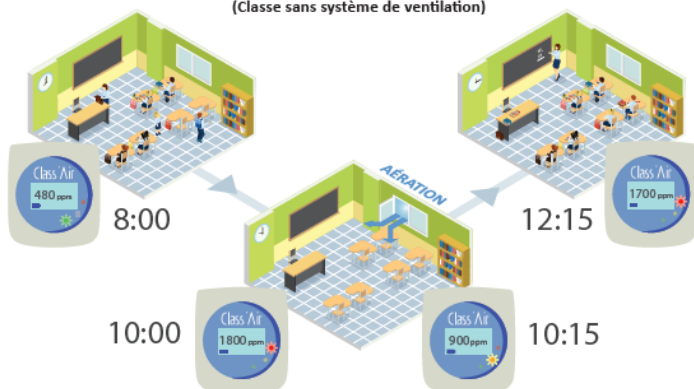


Fiche réflexe

GUIDE D'UTILISATION DU BOÎTIER DE MESURE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR : CLASS'AIR+

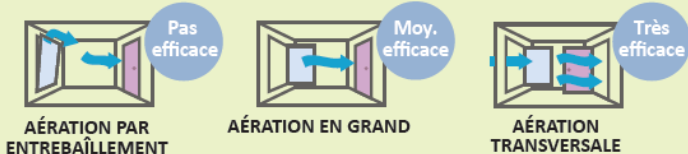


EXEMPLE D'ÉVOLUTION DE CONCENTRATION EN CO₂ (Classe sans système de ventilation)



Remarque : sans aération à l'intercours, on atteindrait la valeur de 6200 ppm au bout de la période considérée (4h15).

GUIDE D'AÉRATION DU MOINS AU PLUS EFFICACE



Vidéo sur l'aération et l'utilisation de capteur CO₂



<https://www.youtube.com/watch?v=XAFM7LRgZ2k&t=769s>

Trouver une stratégie d'aération adapté aux locaux

- ✓ Aération pendant l'appel à chaque cours ;
- ✓ Aérer en dehors des pics de trafic routier ;
- ✓ Continuer à le faire de manière fréquente.



Humidité, température et CO₂



Air extérieur , sols pollués



**Activités
Comportements**



**Matériaux, mobilier,
décoration**



Animaux, plantes



Equipements

L'air extérieur



Polluants industriels et automobiles :

NO_x, SO_x, Pb, COV,
CO, CO₂
particules, fibres



Rayonnement solaire :

Ozone (O₃)

Humidité



Polluants agricoles :

Insecticides,
fongicides, engrais,
champignons

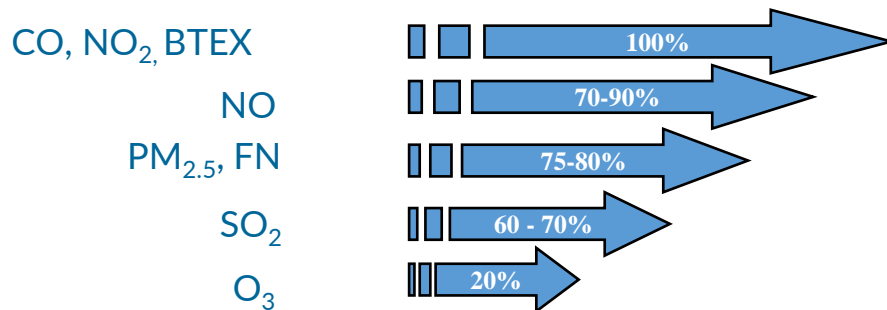
Pollens

Sol :

Radon, méthane, humidité

Source : CEREMA

L'air extérieur



Forte dépendance entre teneurs **ext. et int.**

Abatement des concentrations intérieures

(Etude CSTB, LHVP, ADEME, 2001)



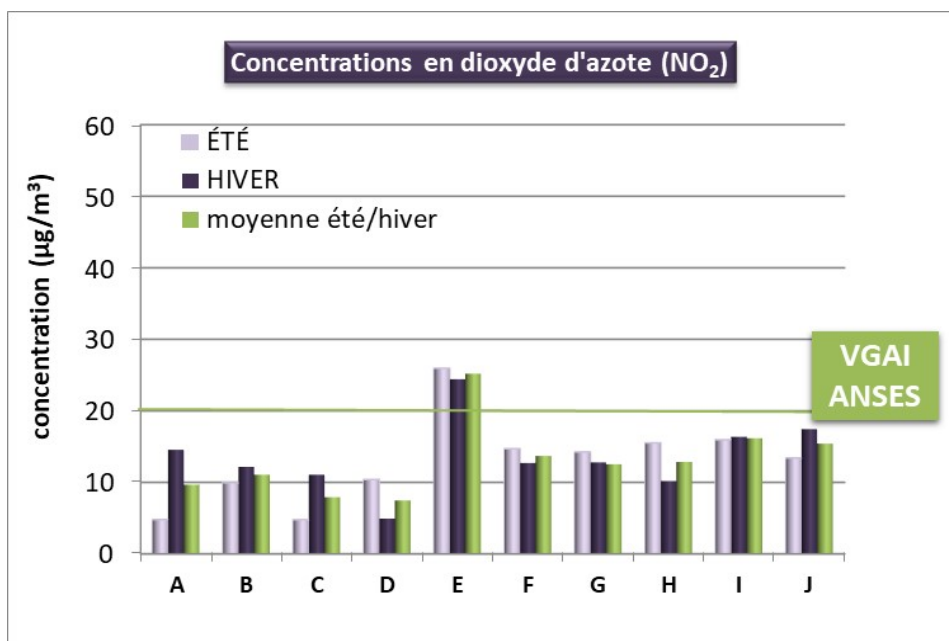
Pas de protection de ce logement contre toute la pollution atmosphérique

Le dioxyde d'azote NO₂

- Sources : émis en air extérieur par le trafic routier et le chauffage (combustion) et en air intérieur par les appareils fonctionnant au gaz.
- Irritant pour les bronches, augmente la fréquence et la gravité des crises d'asthme, favorise les infections pulmonaires.



Valeur guide de l'ANSES : pour l'air intérieur 20 µg/m³.
Pour l'air extérieur : 40 µg/m³ objectif annuel



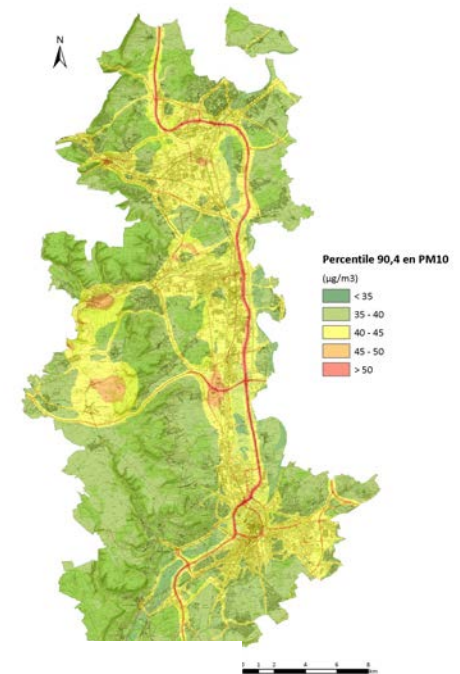
QUE FAIRE ?



En phase programmation

- Prise en compte de l'environnement extérieur – cartographies relatives aux concentrations et émissions de polluants dans l'air
 - ✓ www.atmo-france.org

- Prise en compte des éventuelles pollutions du sol et des eaux souterraines
 - ✓ **BASOL** base site et sols pollués [http:// basol.ecologie.gouv.fr](http://basol.ecologie.gouv.fr)
 - ✓ **BASIAS** <http://basias.brgm.fr>
 - ✓ Etude détaillée si nécessaire



Prise en compte intégrée des exigences de performance énergétique, d'urbanisme et de confort sanitaire

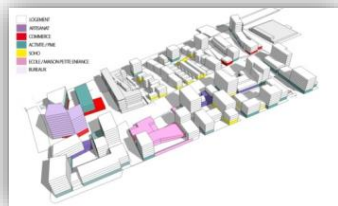
L'écoquartier Danube, une démarche exploratoire ...

- ✓ Dans le cadre de l'urbanisation de l'axe Heyritz – Kehl (lutte contre l'étalement urbain)
- ✓ PPA de Strasbourg (2008) demande une réflexion pour l'urbanisation dans les zones présentant des dépassements de valeurs limites
- ✓ Nécessité de déterminer les conditions permettant de limiter l'exposition des enfants à la pollution atmosphérique

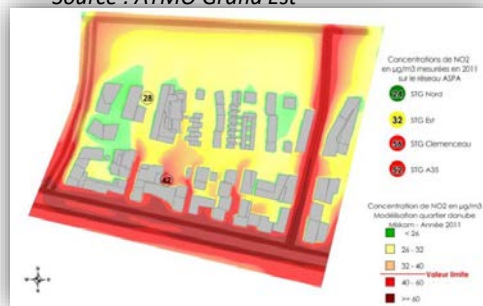


L'air extérieur

Allier lutte contre les changements climatiques et protection des populations aux polluants de l'air :
 Qualité de l'air dans la cour d'une future école : impact de la localisation et des dispositions constructives ?



Source : ATMO Grand Est



AU BILAN

- 1/ Une nouvelle école dans un milieu urbain proche des services et des emplois
- 2/ Pas de dépassements de valeurs limites dans la cour (implantation d'une station de mesure fixe)
- 3/ Attention à porter : air intérieur / système de renouvellement d'air, filtration...
- 4/ Prise en compte des pics journaliers

Qualité de l'air intérieur : Les bonnes pratiques

Le **radon** est un **gaz radioactif** d'origine naturelle. Il provient surtout des sous-sols granitiques et volcaniques ainsi que de certains matériaux de construction. Dans le bâtiment, le radon provient essentiellement du sol sous-jacent.



RADON

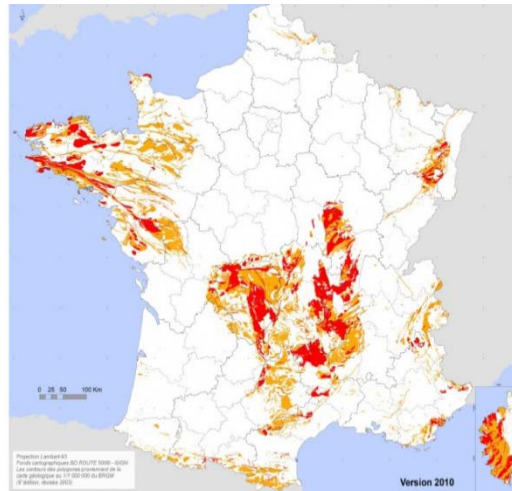
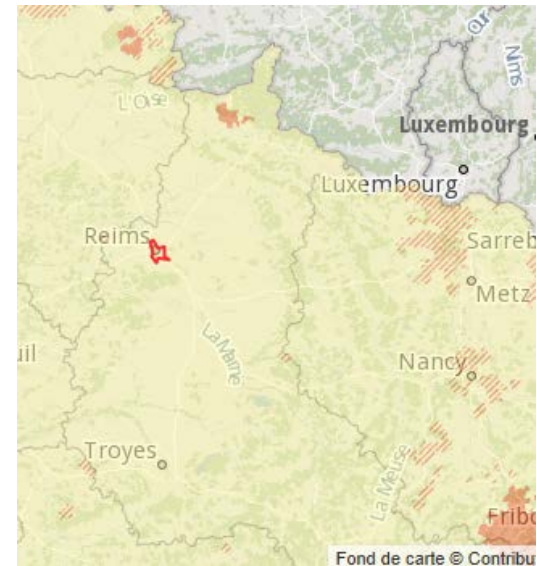


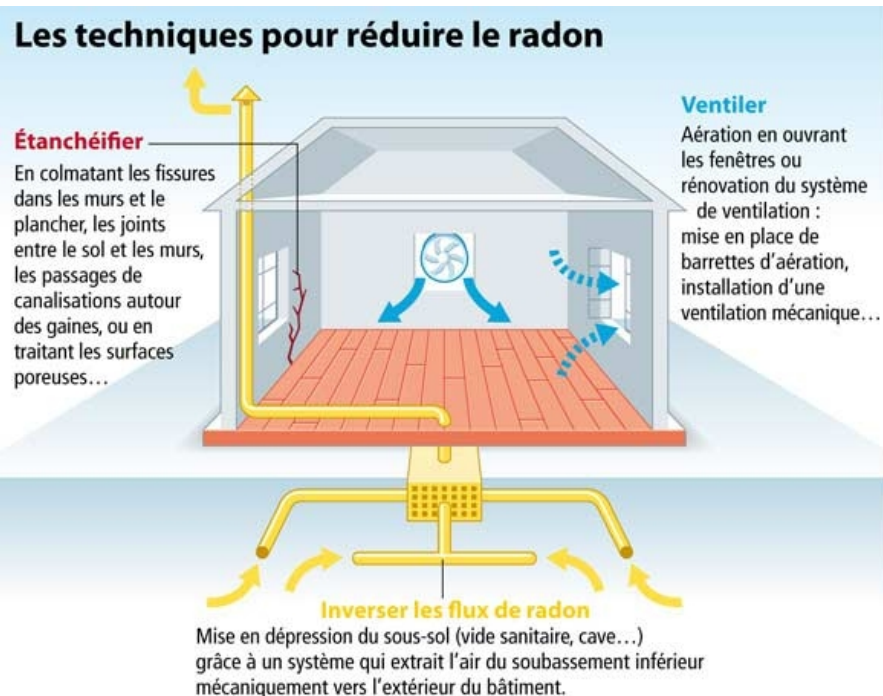
Figure 1 : Carte du potentiel radon des formations géologiques à l'échelle 1:1 000 000, version 2010

[Source IRSN](#)



- **2^{ème} cause de cancer du poumon, rentre sous forme de gaz dans le système respiratoire puis y reste sous forme de particules solides par réaction radioactive**

QUE FAIRE ?



Art Presse/IRSN - Source : IRSN

Connaître le potentiel radon de sa commune



Réglementation :

directive européenne Directive Euratom 96 - code de la santé publique – articles R 1333-15 et R 1333-16, arrêté du 22 juillet 2004

→ contrôle ERP dans les zones à risques

Directive européenne 2013/59.

→ Seuil de 300 Bq/m³ (auparavant 400 Bq/m³)



Humidité, température et CO₂



Air extérieur , sols pollués



**Activités
Comportements**



**Matériaux, mobilier,
décoration**



Animaux, plantes



Equipements

Des activités et les comportements peuvent être sources de polluants tels que :

- Les particules fines, appelées PM ;
- Les composés organiques volatils, appelés COV, dont le formaldéhyde ;

Les sources peuvent être les travaux pratiques (carrosserie, peinture, meulage, chimie...), le ménage, le tabagisme, les fournitures scolaires...



Les composés organiques volatils (COV):

Les **Composés Organiques Volatils** regroupent une **multitude de familles chimiques** (aldéhydes, hydrocarbures, terpènes, éthers de glycol, alcool, composés chlorés...). **Les COV sont souvent plus nombreux et plus concentrés à l'intérieur qu'à l'extérieur, en lien avec la multiplicité des sources présentes.**

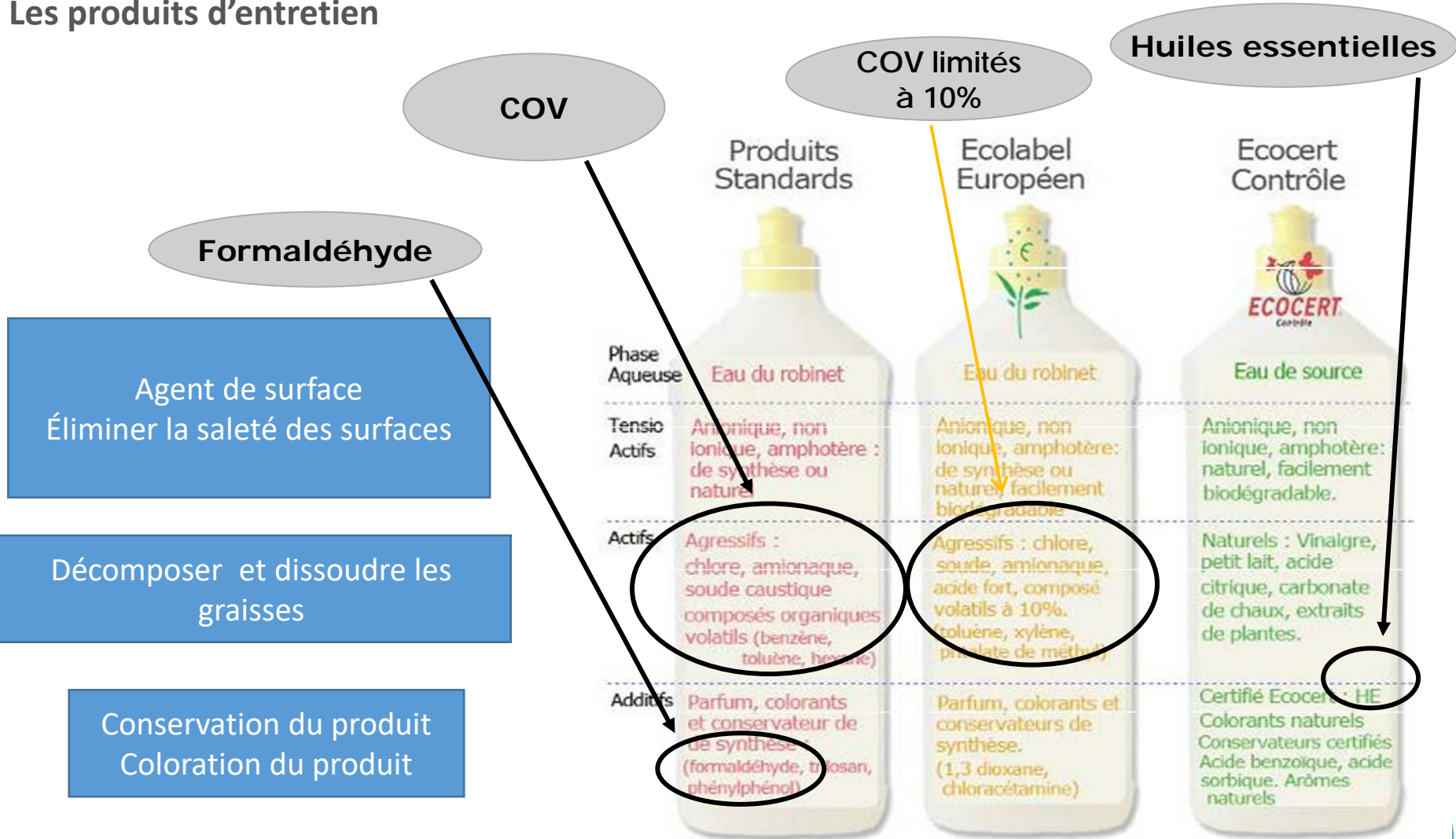
Les effets sanitaires des COV sont le plus souvent mal connus mais on leur attribue, selon les composés à des irritations de la peau, des muqueuses et du système pulmonaire, des nausées, maux de tête et vomissements. Quelques composés sont associés à des leucémies ou à des cancers.

Les particules fines (PM)

Les particules fines sont émises par le **trafic routier, l'industrie l'agriculture, les combustions** (bois, charbon, fuel...) et certaines activités domestiques (**cuisson, tabagisme, appareils de chauffage...**).

Les effets sur la santé des particules sont **fonction du type de substances qu'elles contiennent** (allergènes, spores, composés chimiques...). Les PM_{2,5} (diamètre < 2,5 µm) sont susceptibles de pénétrer dans les voies respiratoires.

Les produits d'entretien



Exemple : Cas d'une médiathèque

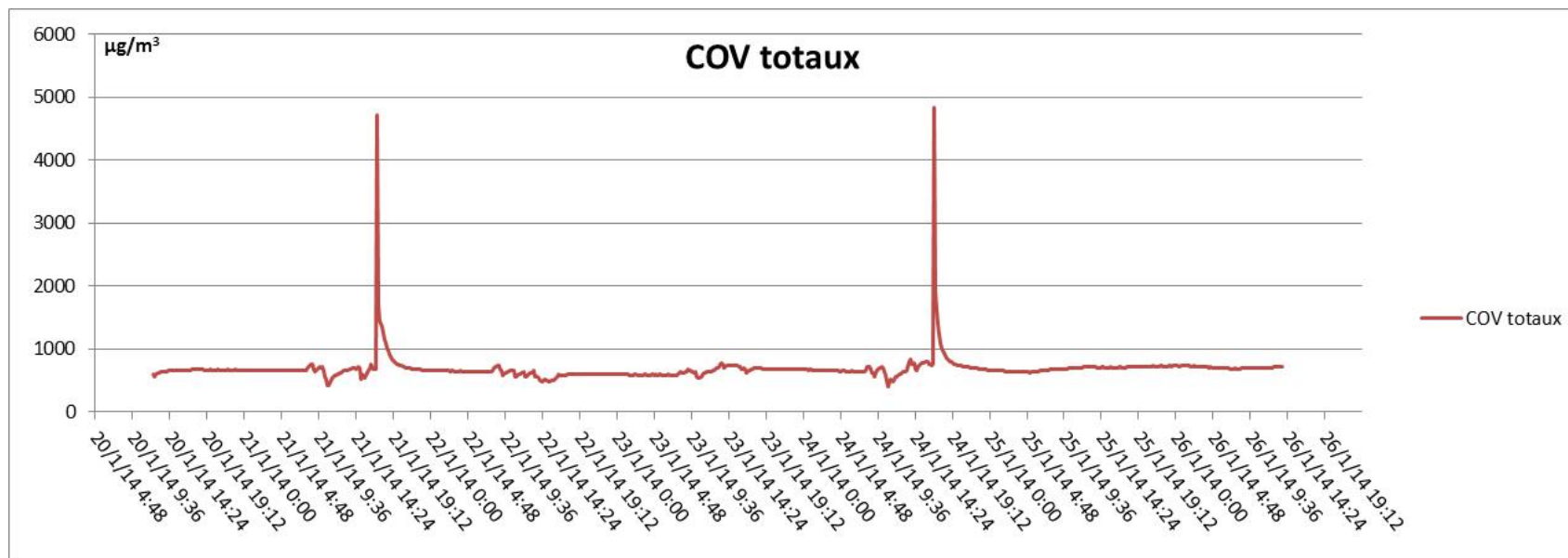
Gênes ressenties par la majorité du personnel d'une médiathèque neuve : Mise en place de mesures de polluants chimiques (composés organiques volatils) et de confinement

- Mise en évidence de concentrations parfois élevées en composés de la famille des alcools et des éthers de glycol → **source produits d'entretiens**
- **Changement de produits d'entretien utilisés par le prestataire → diminution des gênes**



Source : ATMO Grand Est

Exemple : Cas d'un bureau



Evolution des concentrations en COV totaux dans une bureau, source ATMO Grand Est

→ Passage de la femme de ménage les mardi et vendredi soirs

QUE FAIRE ? Produits d'entretien

- Vérifier la qualité écologique des produits (étiquetage, fiche de données de sécurité, labellisation) ainsi que la teneur en COV (notamment le formaldéhyde et les huiles essentielles) qui ne sont pas pris en compte dans le cadre de l'Ecolabel européen par exemple ;
- Privilégier les produits incolores et inodores (source de COV) ;
- Limiter l'utilisation d'eau de javel à des cas spécifiques de désinfections ;
- S'assurer que le personnel d'entretien a été formé aux bonnes pratiques environnementales et sanitaires (juste dosage, consigne de tri, utilisation rationnelle de l'eau, ...) ;
- Faire intervenir le personnel d'entretien, dans la mesure du possible, en dehors des périodes de présence des enfants ;
- Limiter la dispersion des produits par vaporisation ou aérosolisation ;
- Aérer pendant et après chaque passages ;
- Veiller à ranger l'ensemble des produits d'entretien dans les locaux prévus à cet effet (lieu de stockage ventilé ou avec possibilité d'aération).





Les fournitures scolaires

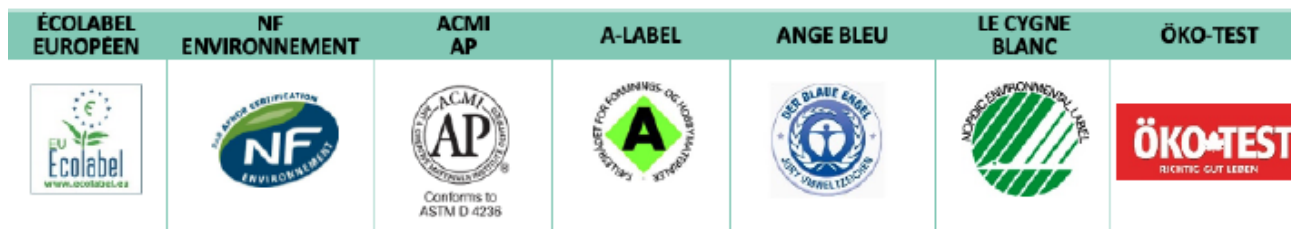
- ❖ **Mesure des composés organiques volatils dans huit collèges en Lorraine:**
 - méthylcyclohexane : intervient dans la composition des **fluides correcteurs** utilisés par les élèves;
 - n-butyl acétate : solvant pour certaines marques de **marqueurs pour tableaux blancs**.

- ❖ **Projet TROUSS'AIR avec la ville de Grenoble:**
 - Analyses de 34 fournitures scolaires (colles, feutres, correcteurs, marqueurs...);
 - Présence de conservateurs allergisants cutanés par contact et par voie aéroportée;
 - Présence fréquente d'un conservateur précurseur du formaldéhyde;
 - Emissions très différentes d'un produit à l'autre;
 - Les produits faiblement émissifs sont, pour la plupart, moins coûteux.

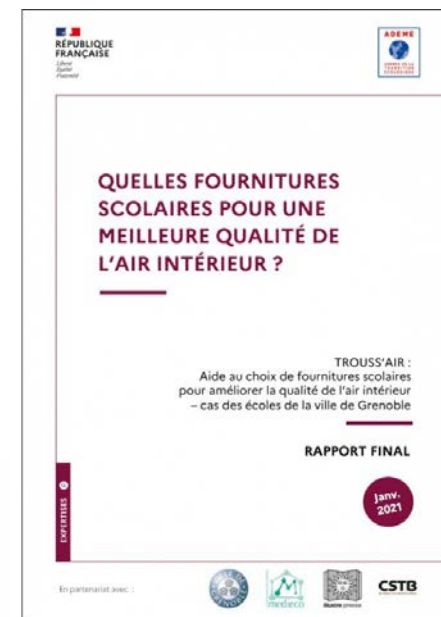
Source : https://librairie.ademe.fr/air-et-bruit/4179-quelles-fournitures-scolaires-pour-une-meilleure-qualite-de-l-air-interieur-.html#/44-type_de_produit-format_electronique

QUE FAIRE ? Les fournitures scolaires

- Stocker les produits utiles aux activités (peintures, colles...) dans un local de rangement spécifique, ventilé et ne communiquant pas avec la pièce.
- Privilégier l'utilisation de produits peu émissifs:



Source : https://librairie.ademe.fr/air-et-bruit/4179-quelles-fournitures-scolaires-pour-une-meilleure-qualite-de-l-air-interieur-.html#/44-type_de_produit-format_electronique



Les travaux pratiques

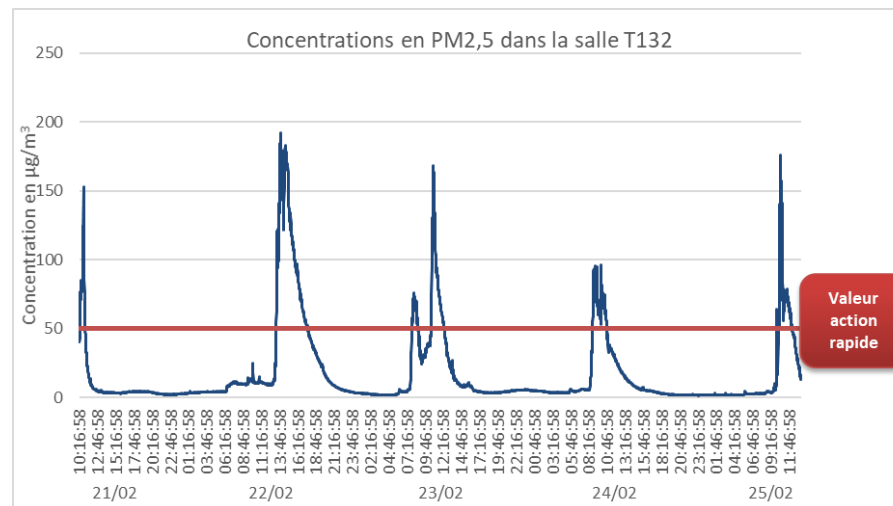
Les travaux pratiques peuvent être source de pollution de l'air intérieur par :

- l'émission de COV (peinture, traitement des surfaces, réaction chimique...);
- la formation de PM2,5 (meulage, fraisage, ponçage...).



Exemple : cas d'une salle de travaux pratiques d'un lycée

- ✓ Pratique de la fonderie fine (meulage, fraisage, polissage, travail du plâtre et de la résine) et de la fonderie de matériaux métalliques
- ✓ Augmentation des PM2.5 pendant les horaires d'activités et dépassement de la valeur d'action rapide



Evolution des concentrations en PM2.5 dans une classe de TP, source ATMO Grand Est

QUE FAIRE ? Les travaux pratiques

- S'assurer de la bonne ventilation des locaux
 - Ventilation mécanique ou naturelle conformes
 - Mise en place de hottes spécifiques pour certaines activités

- S'assurer des bonnes pratiques des occupants
 - Port de masques ou de lunettes de protection si nécessaire
 - Travail sous hotte

- Vérifier la composition des produits utilisés
 - Substitution par des produits moins émissifs
 - Utilisation de produits écolabellisés





Humidité, température et CO₂



Air extérieur , sols pollués



**Activités
Comportements**



**Matériaux, mobilier,
décoration**



Animaux, plantes



Equipements

Matériaux, mobilier, décoration



Amalgames !

1. Un matériau naturel n'est pas nécessairement un matériau sain

Exemple de l'amiante : utilisé pendant des décennies, l'amiante est un matériau minéral naturel fibreux, reconnu depuis 1974 comme agent cancérogène pour l'homme par le CIRC

2. Un matériau écologique n'est pas nécessairement sain

Prise en compte uniquement des critères environnementaux et économiques (matières premières et énergies)

Définition d'un matériau sain

Un matériau de construction sain doit être :

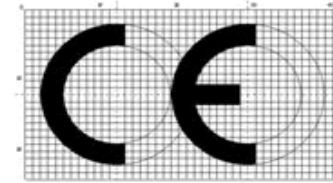
- au moins un matériau dont les risques pour la santé sont évalués scientifiquement, acceptables et contrôlables
 - au mieux un matériau ayant un impact favorable sur le bien-être voire la santé
- (source : Dr. Suzanne Déoux)

Matériaux, mobilier, décoration

Marquage CE indispensable de tous les produits de construction pour être vendus en Europe.

Il atteste de leur conformité aux spécificités techniques imposées par la directive.

Mais les normes harmonisées (1^{ère} génération) ne prennent peu ou pas en compte l'exigence essentielle « hygiène, sécurité et environnement ».



Marquage CE officiel

Seuls quelques produits concernés (*hormis les matériaux organiques en contact avec l'eau de consommation*)

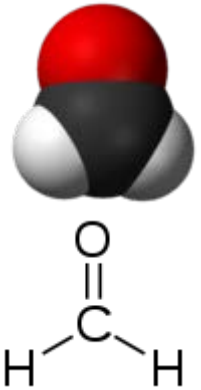
→ panneaux de bois (depuis 2003) : dégagement de formaldéhyde (classe E1 et E2)

→ peintures et vernis (depuis 2007) : taux de COV en g/L

Le formaldéhyde

Composé Organique Volatil de la famille des aldéhydes :

- **Origine exclusivement intérieure (sauf si industrie émettrice en proximité), forte réactivité chimique à l'extérieur sous l'effet des UV.**
- **Désinfectant de locaux, antibactérien, conservateur, fongicide, apprêt pour textile, cosmétiques, éléments mobiliers et de construction, adhésifs, peintures, produits ménagers, combustion incomplète des hydrocarbures, tabagisme, réactivité chimique (formation par action de l'ozone sur certains COV – cf. diapo suivante).**
- **Cancérogène.**



PANNEAUX STANDARDS



Panneau OSB (Oriented Strand Board)



Panneau de particules ou « aggloméré »



Panneau mélaminé



Panneau stratifié



Contreplaqué



⇒ Utilisation courante de ces panneaux en intérieur : cloisons, sous-face de plancher, mobilier divers, étagères, parquets contrecollés, décoration,...

⇒ Nécessitent lors de leur fabrication des résines ou colles qui sont très souvent à base de **formaldéhyde**

Matériaux, mobilier, décoration



Source : ATMO Grand Est



Niveaux en formaldéhyde supérieurs à $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans une école en Alsace* :

- ✓ **Source identifiée** : panneaux acoustiques en bois agglomérés : colles (urée-formol, mélamine formol) utilisées pour lier les différentes fibres et particules de bois entre elles

Élimination des panneaux, remplacement du toit.

* « Source d'information ASPA 09072002-ID ».

Matériaux, mobilier, décoration

Suivi des niveaux de formaldéhyde dans une crèche

✓ **155 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** pièce centrale
(après travaux de vitrification du parquet)

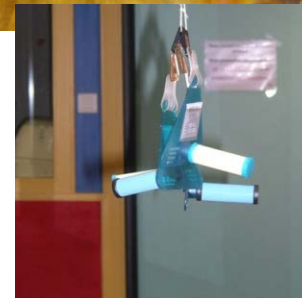
✓ **100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** dortoirs attenants (sol
plastique)



Travaux proposés :
Suppression du parquet
et remplacement par un
sol en caoutchouc

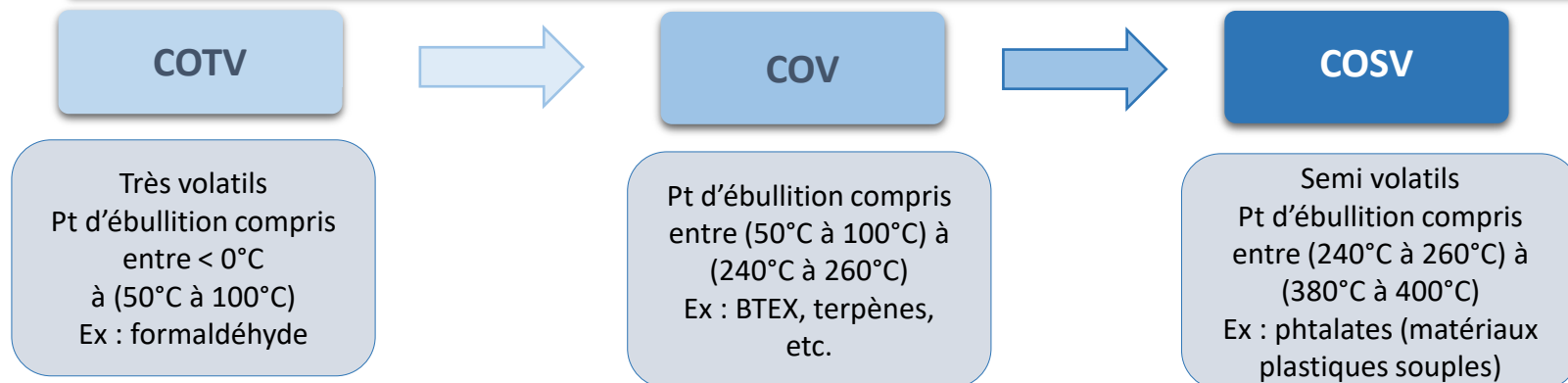
✓ **Baisse des teneurs de 90%** dans la pièce
centrale et **75%** dans le dortoir

✓ Travaux sur le système de VMC



Source : ATMO Grand Est

COV : Substances chimiques comprenant au moins un carbone et un hydrogène et qui ont la particularité d'être volatiles à température ambiante.



Différentes familles chimiques : hydrocarbures aliphatiques, aromatiques, halogénés, terpènes, cétones, alcools, éthers de glycol...

Différentes familles de produits concernés : peintures et vernis, colles, enduits, revêtements sols et murs, traitement du bois, matériaux d'isolation...

Différents effets sur la santé : irritations, maux de tête, allergies, sensibilité chimique multiple, troubles neurologiques, reprotoxiques, cancérogènes, etc.

Ethers de glycols : 2-phénoxyéthanol : solvant pour peintures, vernis, laques, encres d'imprimerie, colorants. Biocide pour produits ménagers et industriels. 1-méthoxy-2-propanol : solvant pour laques, peintures, vernis, résines, encres, colorants, liquide de nettoyage. Agent de dispersion pour les huiles et les graisses. Constituants des colles. Agent de coalescence ou co-solvants dans les peintures en phase aqueuse.

Terpènes : alpha-pinène, limonène et autres terpènes : désodorisant, parfum d'intérieur, produits d'entretien.

Hydrocarbures : n-heptane et isomères : solvant pour colles, encres, caoutchoucs et matières plastiques.

Solvant d'extraction. n-décane : white spirit, colles pour sol, cires, vernis à bois, sol, moquettes, tapis.

Matériaux, mobilier, décoration

QUE FAIRE ?



Solutions :

- ✓ Produits labellisés
- ✓ Produits naturels,...



Matériaux, mobilier, décoration

QUE FAIRE ?

Mise en œuvre d'un étiquetage environnemental et sanitaire obligatoire pour les produits de construction et de décoration. Entrée en vigueur 1^{er} janvier 2012 et 1^{er} septembre 2013

Décret n° 2011-321 (23 mars 2011) : relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis **sur leurs émissions de polluants volatils.**

**11 COV pris en compte :**

- formaldéhyde, acétaldéhyde, toluène,
 - tetrachloroéthylène, xylène, 1,2,4-triméthylbenzène,
 - 1,4-dichlorobenzène, éthylbenzène, 2-butoxyéthanol,
- styrène et composés organiques volatils totaux

QUE FAIRE ?

Travaux : prise en compte globale

Dans un collège (moins d'un mois après rénovation avec utilisation de matériaux peu émissifs) :

Des valeurs faibles pour le formaldéhyde mais concentrations élevées pour certains **alcanes** (éthylcyclohexane et le n-nonane) et pour les **éthers de glycol** (2-butoxyéthanol et 2-méthoxyéthanol)

→ 52 µg/m³ en toluène dans la salle des professeurs

- Réalisation des travaux pendant les vacances scolaires
- Prévoir une période d'inoccupation et de ventilation



Source : ATMO Grand Est

QUE FAIRE ?

Matériaux, mobilier, décoration



Labels mobilier scolaire / Ameublement:

Greenguard
Children and schools,
NF Environnement
Education, Ecolabel Européen

Solutions :

- Produits labellisé
- Produits naturels,...



Humidité, température et CO₂



Air extérieur , sols pollués



**Activités
Comportements**



**Matériaux, mobilier,
décoration**



Animaux, plantes



Equipements

Les plantes allergisantes et dépolluantes

Ficus



Croton



Spatiphyllum



« En l'état actuel des connaissances, encore limitées, l'utilisation de plantes en pot n'apparaît pas efficace pour éliminer les polluants de l'air dans les espaces clos. »

Bulletin de l'OQAI n°2 juin 2010



Les animaux

- Chat : allergènes dans les poils, la salive, les sécrétions glandes sébacées et anales
- Chien : surtout dans la salive et les poils
- Acariens : allergènes contenus dans les particules fécales et dans les corps **>10 000 acariens /g de poussières**
- Nouveaux animaux : salive, urine, poils, écailles...





Humidité, température et CO₂



Air extérieur , sols pollués



**Activités
Comportements**



**Matériaux, mobilier,
décoration**



Animaux, plantes



Equipements

Stockage des engins à moteur, essence



Façade sud de l'école - Source : Google maps

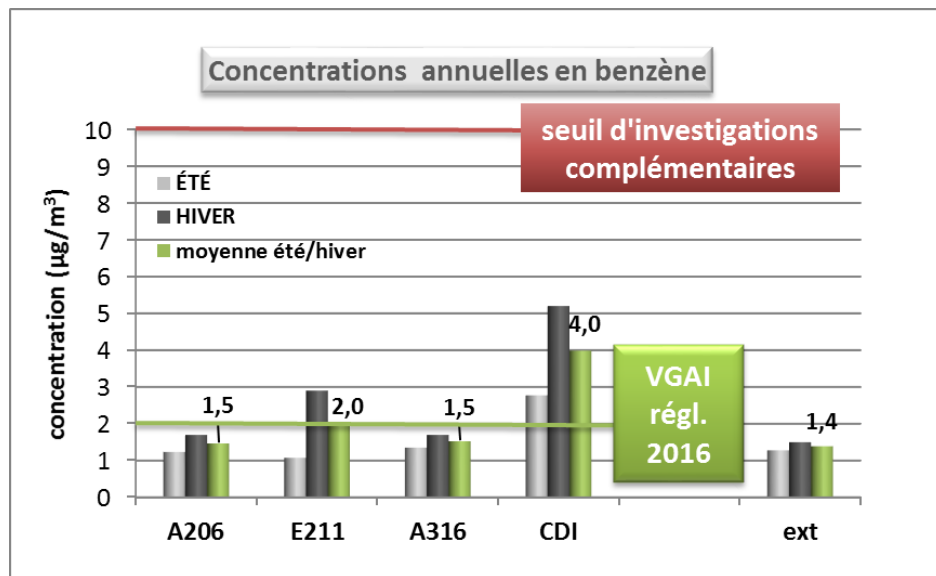


Façade nord de l'école - Source : Google maps

Concentrations élevées en benzène et en hydrocarbures élevées

Exemple de campagne de mesures (benzène)

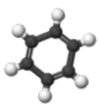
Campagne ATMO GRAND EST de suivi d'un lycée



- ✓ Le CDI avec $4,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle se situe au dessus de cette valeur guide, mais reste en dessous du seuil de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (phase hivernale = $5,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$).
- ✓ Phase hivernale = $5,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de benzène.

La présence en dessous du CDI d'un espace de stockage (atelier), de véhicules utilitaires tels qu'un tracteur, une balayeuse, engins de jardinage avec réservoirs de carburant, est une source d'évaporation d'hydrocarbures (fioul, essence etc...). De plus, la mise en marche (combustion) de ces engins est réalisée dans cette zone et impacte donc directement le CDI.





Composé Organique Volatil de la famille des hydrocarbures aromatiques :

- Provient principalement de l'air extérieur (en lien avec le trafic routier/hydrocarbures) ;
- Emis également à l'intérieur notamment par : l'ameublement, fumée de cigarette ; produits de bricolage, les produits de construction et décoration et les sources de combustion...
- **Cancérogène.**



QUE FAIRE ?

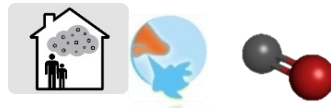
Les bons gestes (benzène et autres COV)

- Stockage d'engins à combustion (exemples : véhicules, tondeuse etc...), stockage de réservoirs de carburant (cuve à fioul), stockage de solvants (produits de bricolage/jardinage), dans des locaux (ventilés) **non contigus** aux pièces de vie des enfants ;
- Ne pas utiliser de chauffage d'appoint mobiles non raccordés à l'extérieur (exemple poêle à pétrole) ;
- Ne pas utiliser de bombe aérosols, spirale anti-moustiques, d'encens, ... en présence des enfants.



Le monoxyde de carbone et le dioxyde d'azote

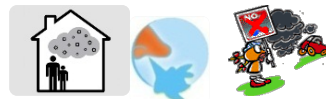
Le monoxyde de carbone (CO)



- Gaz inodore.
- Sources : gaz d'échappement des véhicules, combustion incomplète (chauffage au bois, gaz, fuel, pétrole, charbon, cuisine au gaz, chauffe-eau à combustion, groupe électrogène...).
- Maux de tête, vertiges, nausées, vomissements, voire même coma et mort.

Entre 10 et 50 ppm → anomalie de fonctionnement des systèmes de combustion

Supérieur à 50 ppm → un dépassement a été constaté traduisant un danger grave et imminent d'intoxication



QUE FAIRE ?

Entretien des équipements



La documentation



Guides réglementation



Malette ECOL'AIR



Guide construire sain

A votre disposition pour répondre à vos questions

Bérénice JENNESON – Aline LANGENFELD

Mail : berenice.jenneson@atmo-grandest.eu / aline.langenfeld@atmo-grandest.eu

