

Air intérieur

Session 1 : les fondamentaux

2020 - Karine Pierre

air pays de la loire
www.airpl.org



@airpl_org
Air Pays de la Loire

Air Pays de la Loire

Association agréé par le Ministère de l'Environnement
40 ans d'existence



Expertise, transparence, indépendance, adaptabilité



- Plantes dépolluantes
- L'odeur du propre
- L'odeur du neuf
- Tout ce qui est bon pour la nature est bon pour l'homme

Qu'est ce que la santé?



Qu'est ce que la santé?



Environnements physiques



Environnements sociaux



Prévention et accès aux soins



Comportements



Santé

pourquoi se préoccuper de l'air intérieur?



- 80 - 90 % du temps à l'intérieur
- on respire 100 % du temps

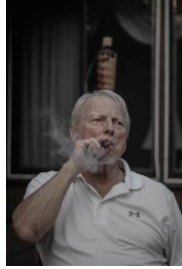


- bâtiments étanches -> maîtriser et entretenir la ventilation
- plus de produits chimiques utilisés et synergie des polluants non étudiée

air intérieur plus pollué qu'air extérieur

pourquoi se préoccuper de l'air intérieur?

- 25 à 30 % des personnes sont touchées par les maladies allergiques dans les pays industrialisés.
- Les moisissures, responsables d'asthme et d'allergies respiratoires, sont présentes dans 37% des logements.
- 10% des logements sont multipollués : ils présentent jusqu'à 8 substances en concentrations élevées dans l'air
- 2000 cancers du poumon / an liés au radon



effets sur la santé



Danger
≠
Risque

Danger : capacité intrinsèque d'un facteur chimique, physique ou biologique de causer un dommage = toxicité

Risque : éventualité de rencontre entre l'homme et un danger = exposition

effets sur la santé

Risque
=

danger x exposition x sensibilité individuelle



effets sur la santé

... différent selon :

- le type de polluant
- les maladies préexistantes
- la dose reçue



dépend :

- de la concentration en polluant
- de l'activité physique
- de la durée de l'exposition



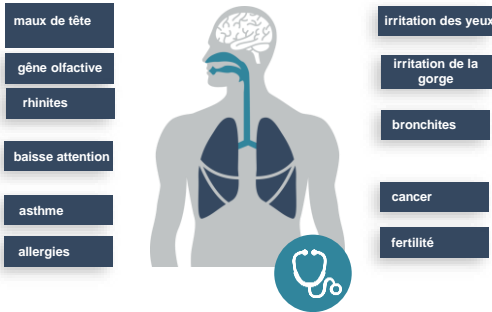
effets sur la santé

Enfants : personnes sensibles et vulnérables

- Système respiratoire en développement
- Métabolisme rapide
- Inspiration principalement par la bouche : moins de filtration nasale
- Respiration plus rapide : quantité d'air inhalé plus importante rapporté à la masse corporelle
- Absorption deux fois plus importante des polluants

Age des enfants	Quantité d'air inhalé (l/min)	Quantité d'air inhalé (l/kg/jour)
Moins d'un an	4,5 l/min	0,51 l/kg/jour
De 1 à 2 ans	6,8 l/min	0,56 l/kg/jour
De 3 à 5 ans	8,3 l/min	0,48 l/kg/jour
De 6 à 8 ans	10 l/min	0,40 l/kg/jour
De 9 à 11 ans, garçons	14 l/min	0,39 l/kg/jour
De 9 à 11 ans, filles	13 l/min	0,35 l/kg/jour
De 12 à 14 ans, garçons	15 l/min	0,28 l/kg/jour
De 12 à 14 ans, filles	12 l/min	0,22 l/kg/jour
De 15 à 18 ans, garçons	17 l/min	0,24 l/kg/jour
De 15 à 18 ans, filles	12 l/min	0,20 l/kg/jour

effets sur la santé



coût de la mauvaise QAI

Etude enVie (2010)

- Coûts de la mauvaise QAI en France = 12,8 à 38,4 milliards €/an
 - ✓ 34% accident vasculaire cérébral
 - ✓ 26% cardiopathies ischémiques
 - ✓ 22% bronchopneumopathies chroniques obstructives
 - ✓ 12% infections aiguës des voies respiratoires inférieures chez l'enfant
 - ✓ 6% cancer du poumon

coût de la mauvaise QAI

Étude ANSES (avril 2014)

Tableau 2: estimation de l'impact économique associé à l'exposition à chacun des six polluants dans l'air (en millions d'euros)

	Benzène	Trichloréthylène	Radon	CO	Particules	Fumée de tabac environnementale	Total
Coût externe							
Coût mortalité	-437	-26	-2 089	-237	-5 780	-322	-8 871
Coût qualité vie	-369	-7	-309	0	-7 350	-837	-8 872
Coût production	-36	-2	-332	-72	-1 102	-85	-1 529
Total coût externe	-842	-35	-2680	-309	-14 212	-1 244	-19 322
Finances publiques							
Coût des soins	-18	-4	-61	-3	-236	-37	-360
Coût recherche	-	-	-	-	-	-	-11
Retraites non versées	10,2	0,6	49	4	136,5	8	209
Total finances publiques	-7,8	-3,4	-12	0,9	-99,5	-29	-163
Effet des FP¹ sur le BE²	-9,4	-4	-14,4	1,1	-119,4	-35	-195
Variation de BE²	-851	-39	-2694	-308	-14 331	-1 279	-19 516

¹ Finances publiques exclues ² Bilan global

coût de la mauvaise QAI

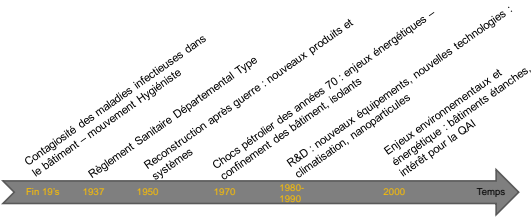


Syndrome des bâtiments malsains - SBS

Bâtiment : 20 à 50% des symptômes du SBS



la santé à l'épreuve du temps...



quid du contexte actuel ?



surveillance obligatoire de la QAI

surveillance obligatoire des ERP :

- Décret n° 1727 du 2 décembre 2011 : surveillance dans certains établissements recevant du public
- Décret n° 1728 du 2 décembre 2011 : valeurs-guides pour le formaldéhyde et le benzène
- Décret du 5 janvier 2012 : évaluation des moyens d'aération et mesure des polluants
- Décret du 17 août 2015 : modalités de surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du public
- Arrêté du 1^{er} juin 2016: modalités de surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du public
- Arrêté du 1er juin 2016 : modalités de présentation du rapport d'évaluation des moyens d'aération



établissements recevant des enfants et jeunes

décret 2 déc. 2011



2019	9 000 établissements d'accueil	2020	33 000 écoles de loisirs
	17 000 écoles maternelles		17 000 établissements d'enseignement supérieur
	36 000 écoles élémentaires		autres établissements

mesures

ou

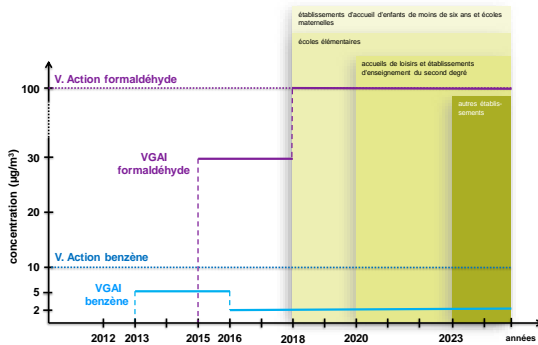
guide

- organisme accrédité COFRAC
- 2 fois/an
- 1 fois/7ans



les valeurs limites de la réglementation

23



la campagne de mesure des polluants

-Quoi : formaldéhyde / benzène (+1 ext) + CO2

-Durée : 4.5 jours

-Fréquence: 2 périodes espacées de 5 à 7 mois dont une pendant chauffage

- Comment : Radiello et enregistreur CO2



Distinguer les unités



Teneur
Contenance d'un élément dans un matériau
Unité : g/L



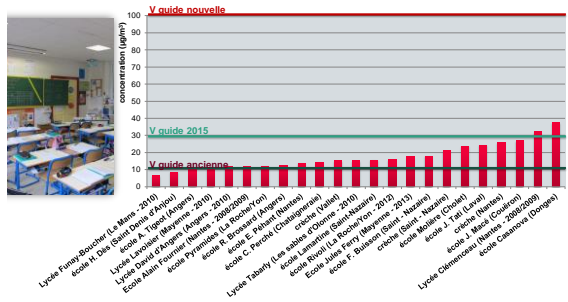
Emission
Libération par un matériau d'un de ses éléments
Unité: µg/m3



Concentration
Contenance d'un élément dans l'air
Unité: µg/m3

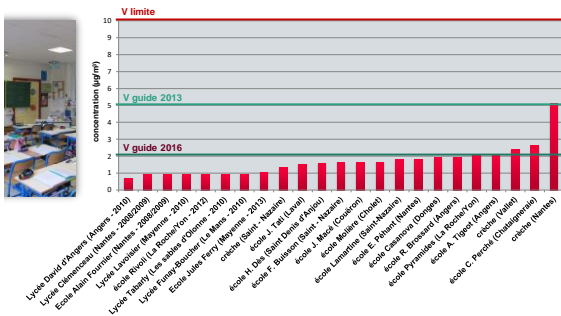
évaluation de la qualité de l'air intérieur

formaldéhyde



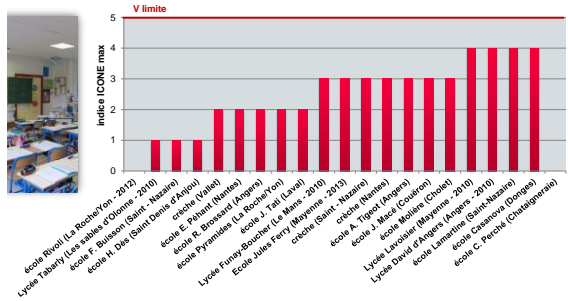
évaluation de la qualité de l'air intérieur

benzène



évaluation de la qualité de l'air intérieur

confinement



réglementation des matériaux

- réglementation : Grenelle 2
 - arrêté du 19 avril 2011 : étiquetage des produits de construction et aménagement
- information objective et lisible, sur les émissions en polluants volatils
- produits concernés
 - revêtements de sol, mur ou plafond
 - cloisons et faux plafonds
 - produits d'isolation
 - portes et fenêtres
 - produits destinés à la pose ou à la préparation des produits précédents

Attention : autodéclaratif!



Classes	Faibles Émissions polluantes			
	A+	A	B	C
Formaldéhyde	<10	<60	<120	>120
Acétaldéhyde	<200	<300	<600	>600
Toluène	<300	<450	<600	>600
Tétrahydrothiénylène	<250	<350	<500	>500
Xylène	<200	<300	<400	>400
1,2,4-Trinitrobenzène	<1000	<1500	<2000	>2000
1,4-Dichlorobenzène	<60	<90	<120	>120
Ethylbenzène	<750	<1000	<1500	>1500
2-Butoxyéthanol	<1000	<1500	<2000	>2000
Styrène	<250	<350	<500	>500
COVT (Total COV)	<1000	<1500	<2000	>2000



Quels polluants pour quels effets?

les polluants de l'environnement intérieur

International Agency for Research on Cancer
World Health Organization



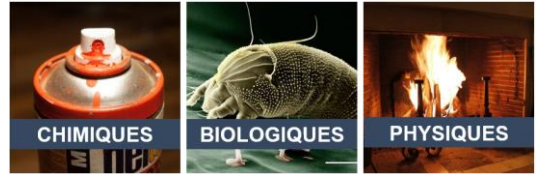
Classement cancérogène IARC

- 1 : certain pour l'homme
- 2A : probable
- 2B: possible
- 3 : ne peut être classé quant à sa cancérogénicité
- 4 : n'est pas cancérogène

Classement européen CMR 1A/B/2

- C : Cancérogène
- M : Mutagène
- R : Reprotoxique

les polluants de l'environnement intérieur



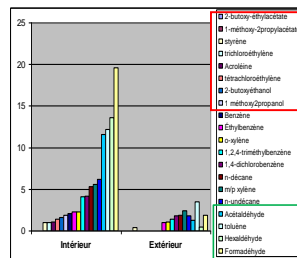
les polluants de l'environnement intérieur



- Dioxyde d'azote
- Monoxyde de carbone
- Ozone
- Benzène
- COV : aldéhydes, terpènes, glycols
- COSV : biocides, phalates

les polluants de l'environnement intérieur

OQAI : Programme « logements »



Résultats : au niveau des COV

Certains logements sont multi pollués (environ 10% présentent simultanément 3 à 8 COV à de très fortes concentrations)

Le formaldéhyde est présent dans 100% des logements

les polluants de l'environnement intérieur

		Teneur en carbone (France, ECA)	Point d'ébullition (OMS)
Composés organiques très volatils	COTV	< C6	0-100 °C
Composés organiques volatils	COV	C6 - C16	50 - 260 °C
Composés organiques semi-volatils	COSV	C16 - C22	240 - 400 °C
Autres molécules (soufrées, aminées, etc.)			

un polluant d'actualité : le formaldéhyde



Panneaux dérivés du bois

Effets sanitaires fréquents (FA & COV)

- Irritations
- Maux de tête
- Asthme
- Allergies, rhinites

Effets sanitaires – exposition professionnelle

- Cancer du rhinopharynx
- Classé cancérogène certain par le CIRC – groupe 1

+ de FA dans feuillus
+ de terpènes dans résineux

des polluants d'actualité : les terpènes



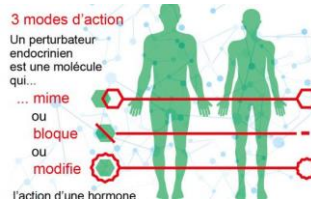
TERPENES

- ✓ Limonène
- ✓ Pinène
- ✓ Linalool
- ✓ Caryophyllène

COV Irritants et allergisants

Réagissent avec l'ozone et forment du formaldéhyde

des polluants d'actualité : les PE



Fonctionnement

Imitent action hormone naturelle
Se fixe sur les récepteurs des hormones naturelles
Gènent ou bloquent le mécanisme de production/régulation des hormones ou des récepteurs

Effets sanitaires

Cancers hormono-dépendants
Baisse de la fertilité

des polluants d'actualité : les PE



Bisphénol A

Phtalates

- DEP
- DEHP *
- DBP *
- BBP *
- DINP
- DINOP
- DIDP
- DIBP *

Composés Polybromés et perfluorés

Pesticides

Composés Polychlorés

HAP

les principaux polluants de l'air intérieur

Polluants chimiques

Dioxyde d'azote

- Trafic automobile : transfert de l'air extérieur vers l'air intérieur
- Augmentation des affections respiratoires
Altération du développement pulmonaire
Potentialisation des allergies (acariens) et de l'asthme

Ozone

- Air extérieur: action des UV sur NOx et COV; air intérieur: photocopieur, purificateurs d'air, ...
- Irritation des yeux, inflammation des voies respiratoires aériennes sup et inf; potentialise les réactions allergiques, augmente l'asthme (effort)

Monoxyde de carbone

- Trafic automobile; combustion incomplète de produits carbonés : bois, charbon, gaz, pétrole, tabac, encens ...
- Empêche le transport de l'oxygène par le sang. Intoxication (maux de tête, vision floue, malaise, coma, ...)

Benzène

- Air extérieur, produits solvants, matériaux de construction, tabac, encens, désodorisants liquides, ...
- Facteur de risque de la leucémie chez les enfants < 6 ans
Classé cancérigène certain

les principaux polluants de l'air intérieur

Polluants chimiques

Radon

- Air extérieur : gaz naturel et radioactif provenant du sol
- Cancer du poumon, potentialisé par le tabac ; augmentation du risque de leucémies chez les enfants < 15 ans

Formaldéhyde

- Liants d'isolants, mousses acoustiques mélamine, panneaux de particules, matériaux en bois, combustion, peintures, livres et magazines, textile, produits de nettoyage, ...
- Odeur piquante, irritation des yeux, du nez, de la gorge, maux de tête, allergies cutanées, sensibilisation aux allergènes, développement de l'asthme, cancer

COV

- Mobilier, matériaux de construction, décoration, produits d'entretien, parfums, désodorisants, fumée de tabac, ...
- Inconfort olfactif, irritation de la peau, des muqueuses oculaires et respiratoires, maux de tête, fatigue, troubles neurologiques, nausées, vomissements, cancer, altération fertilité, ...

Terpènes

- Matériaux bois, produits d'entretien, parfums, désodorisants, ...
- Irritations, allergies, exacerbation de l'asthme

les principaux polluants de l'air intérieur

Polluants chimiques

Biocides

- Produits phytosanitaires (herbicides, fongicides), insecticides (anti-moustiques, traitement contre les puces, mites, poux, ...)
- Toxiques pour la reproduction, baisse de la fertilité, toxiques pour le système nerveux (insecticides, ...)

Phtalates

- Matières plastiques (souples) : revêtements de sol, plafonds tendus, jouets, peintures, vernis, colles, cuir synthétique, cosmétiques, parfum, ...
- Toxiques pour la reproduction : réduit la testostérone, le nbre de spermatozoïdes, anomalies du développement sexuel (in utero et post-natal); risque de développement des allergies et de l'asthme, potentialise les réponses inflammatoires

les polluants de l'environnement intérieur



Moisissures

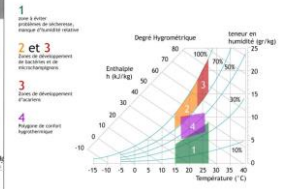
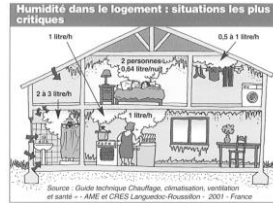
Acariens

Facteurs de développement

- Température
- Humidité
- Support organique

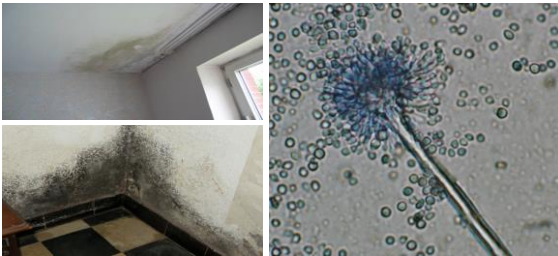
les agents biologiques

La source : l'humidité



les agents biologiques

Les microorganismes



les agents biologiques

Les microorganismes



Irritatifs

- ✓ COV
- ✓ B-glucans

Immunologiques – asthme

- ✓ Spores

Allergiques

- ✓ Spores & myceliums

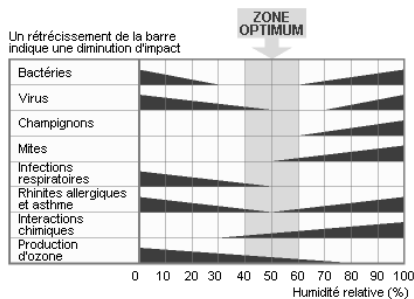
Infectieux

- ✓ Spores

Toxiques

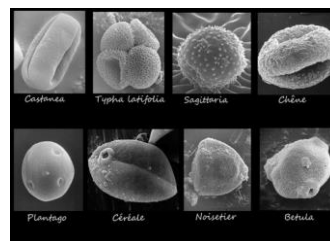
- ✓ Mycotoxines

les agents biologiques



les agents biologiques

Les allergènes



les principaux polluants de l'air intérieur

Paramètres hygrothermiques et confinement

HR



Si HR < 40% : irritation cutanée, des muqueuses (yeux, gorge)
Si HR > 60% : développement des moisissures et acariens

CO2



altération des performances scolaires, somnolence, baisse d'attention, maux de tête, nausées

les polluants de l'environnement intérieur



Fibres

Particules fines PM 10 / PM 2.5 / PUF

« les particules en suspension ont plus d'effets sur la santé que tout autre polluant », OMS

PHYSIQUES

les principaux polluants de l'air intérieur

Polluants biologiques

Moisissures



Milieux propices: humidité relative > 60% + présence de matière organique



Selon l'espèce : allergies dont exacerbation de l'asthme, irritations oppression respiratoires, toux, infections, intoxications

Acariens



Milieux propices: humidité relative > 60% + présence de squames humains



Allergies, irritations, exacerbation de l'asthme

les polluants physiques

Classification et taille des particules

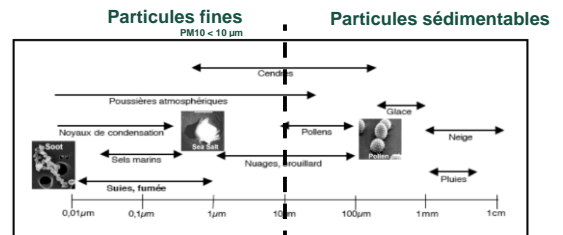
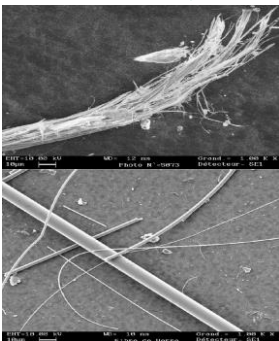


Figure 1.1 : Classification et taille des particules présentes dans l'atmosphère (adapté de [Clark W. C., 1982]).

les polluants physiques

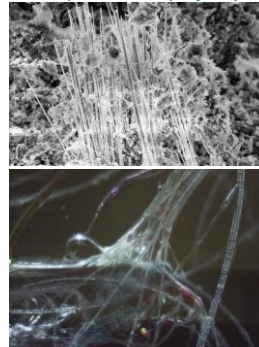


Danger des fibres

- ✓ Taille
- ✓ Composition
- ✓ Biopersistance
- ✓ Capacité du poumon à les éliminer

Amiante < 1µm
Laine de verre = 2 à 8 µm
Laine de roche = 2 à 3,5 µm

les polluants physiques



Fibres et particules fines (PM 10 et PM2.5)

Poussière
Combustion
Matériaux de construction (laines isolantes, produits bois, amiante)

Problèmes respiratoires selon la taille des fibres et particules
PM 10 : éliminées par la toux
PM 2.5 : pénètrent jusqu'aux alvéoles pulmonaires
PM 1 : atteignent le sang, la plèvre
PM 0.1 : nanoparticules : accumulation dans organisme

les polluants physiques



Nanomatériaux (10⁻⁹ mètres)

Matériaux autonettoyants
Matériaux à fort résistance thermique
Photocatalyse
...

Suspecter d'effets pathogènes en raison de leur taille et de leur chimie
Catalyseur de réactions métaboliques

les polluants physiques



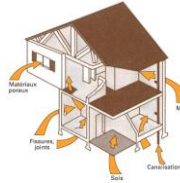
Radon

Gaz naturel radioactif issu du Radium inodore, incolore
Classé groupe 1 par le CIRC :
cancérogène certain pour l'homme

OMS (23/09/09)
Valeur de référence : 100 Bq/m³

Europe (BSS EURATOM)
Valeur recommandée < 200 Bq/m³

France (HCSP)
Actions correctives simple > 300 Bq/m³
2018 – EURATOM : < 300 Bq/m³



les principaux polluants de l'air intérieur

Polluants physiques

Particules fines



Emises par la combustion (fumée de tabac, appareil de chauffage, trafic automobile, activités industrielles, ...)



Selon l'OMS « les particules en suspension ont plus d'effets sur la santé que tout autre polluant »

Nocivité fonction de la taille des particules (plus fines : plus dangereuses)
Court terme : irritations et inflammation des voies respiratoires (toux, bronchites), aggravation de l'asthme chez l'enfant (effort), augmentation de l'eczéma
Long terme : altération de la fonction pulmonaire, augmentation du risque de cancer du poumon et des maladies cardiovasculaires



sur quoi peut-on agir ?

matériaux de construction

choix du mobilier

actions du quotidien

ventilation/ aération



47% des logements construits avant 1974 ne sont pas ventilés
1 ventilation sur 2 ne fonctionne pas correctement



labels



étiquetage des produits

...

@ www.airpl.org
✉ newsletter indices et alertes
@airpl_org
Air Pays de la Loire
data.airpl.org