

La Pollution Intérieure

Docteur Charles DZVIGA

*service allergologie - Hôpital Privé de la Loire
service dermatologie - CHU Saint Etienne*



AIR: azote 78 %, O2 21 %, divers 1 % (CO2, argon ...), **polluants 0,05 %**

la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (LAURE) a défini la pollution en ces termes :

« L'introduction par l'Homme directement ou indirectement, dans l'atmosphère et les espaces clos, de substances ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine, à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes, à influencer sur les changements climatiques, à détériorer les biens matériels, à provoquer des nuisances olfactives»

Au niveau mondial, près de 3,8 millions de personnes meurent prématurément chaque année de maladies attribuables à la pollution de l'air intérieur. Pneumonie et cardiopathies ischémiques sont en tête du classement, suivies des bronchopneumopathies chroniques obstructives BPCO, des AVC et le cancer du poumon.

1850 debut de l'urbanisation , et notion d'habitat insalubre, cad nuisible pour la santé

1960: réactions sur l'air qui sent, la pollution industrielle, rivières qui changent de couleur, déchets dans paysage...

1930 mines autours de S tEtienne 1^{ers} dosage par recueil de sédimentation des particules de charbon + mesures colorimétriques (syndicat de mineurs) Debut recherche sur les mesure de la pollution

1970_: apparition de la chromatographie gazeuse couplée à la spectroscopie de masse

1978: 1er dosage du formaldéhyde dans les salles de classe en France

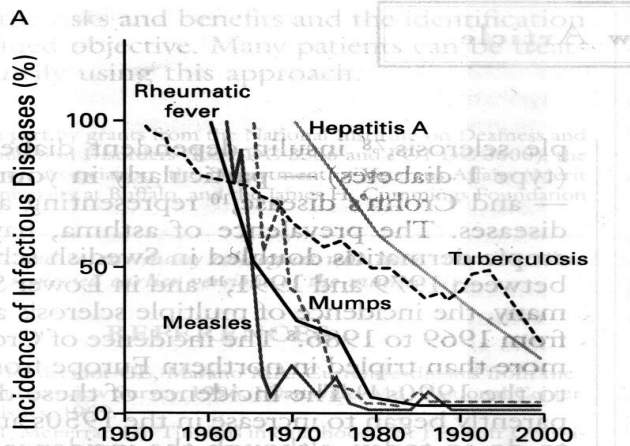
1993 publication, sur le sujet des relations habitat-santé due premier rapport émanant d'une institution, le Bureau d'hygiène de la ville de New-York

1996 : loi sur l'air, Plan de protection de la qualité de l'air , plan de protection de l'atmosphère, plan de protection urbains CMEI

- **2000** la pollution de l'air extérieur a été classée cancérogène pour l'homme par le Centre International de Recherche sur le Cancer

2015, l'OMS et l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) publie un rapport "Economic cost of the health impact of air pollution in Europe" [Le coût économique de l'impact sanitaire de la pollution de l'air en Europe]. Pour la France seule, le coût des décès imputables à la pollution de l'air s'élève à 100 milliards d'euros par an.

2020 : le coût de la pollution est de 1000 euros / an/ francais : morts prématurés, traitements médicaux, journées de travail perdus



système immunitaire

allergies

1980 : 10 % de la population

2020 : 30 %

2050 : 50 % estimation OMS

maladies auto immunes

environ 100 maladies (diabète, poly arthrite, thyroïdite ...)

8 % de la population mondiale

cancers

+9 % entre 1990 et 2015

réaction vis à vis du milieu
extérieur

réaction vis-à-vis du soi

défaut de tolérance

Les maladies allergiques

- Pourquoi ?

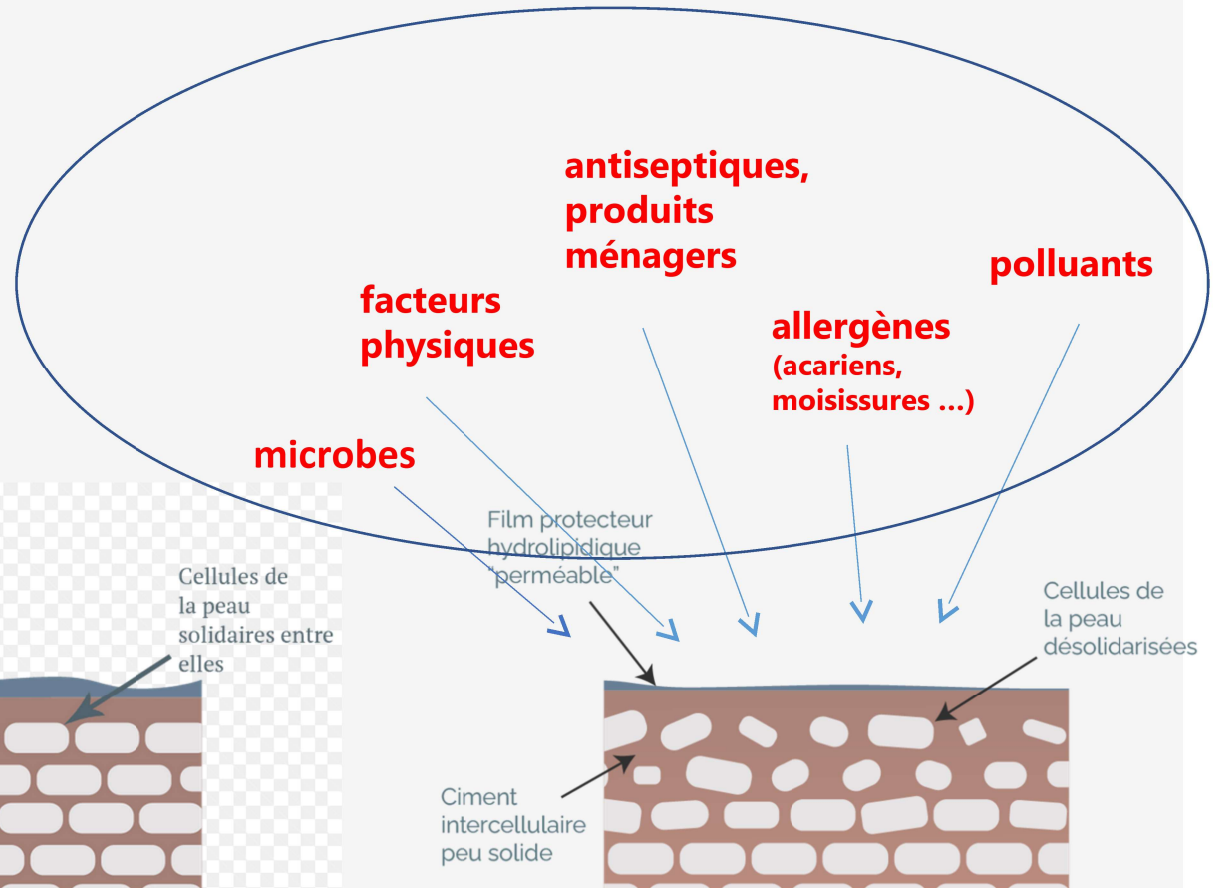
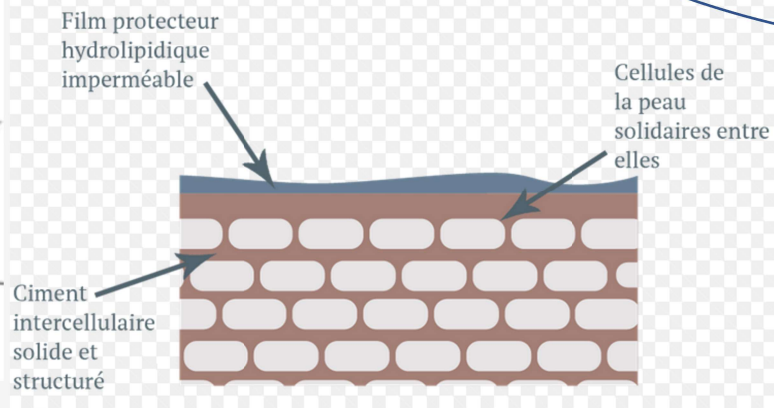
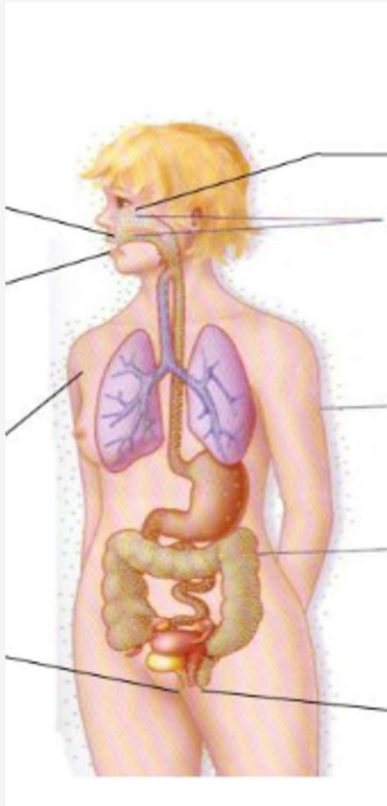
- biais des études épidémiologiques ? *non*
- allongement durée de vie ? *non*
- mutation de l'espèce : *variations trop rapide*
- modifications de l'environnement : *probable*

baisse des contacts avec bactéries et parasites dans petite enfance :
théorie hygiéniste

concentration des allergènes : *théorie environnementale*

altération des barrières

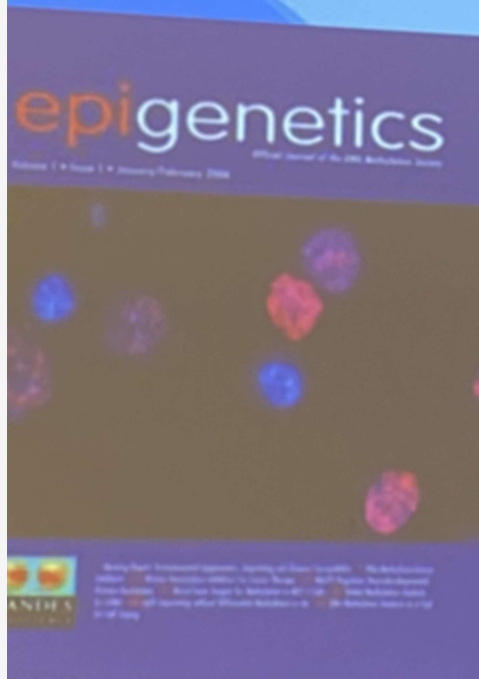
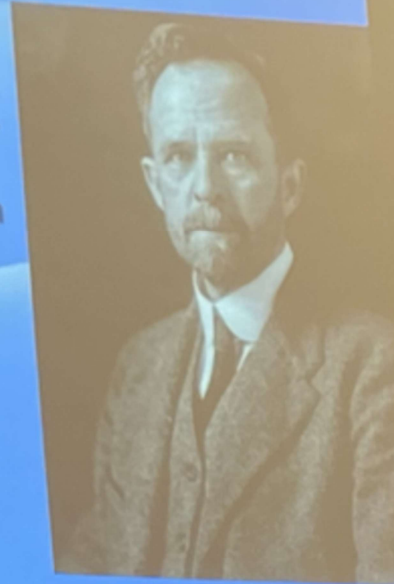
Les origines : les zones barrières du corps



L'épigénétique ???

« Pourquoi toutes les cellules d'un organisme ne sont-elles pas identiques alors qu'elles ont toutes les mêmes gènes ? »

Thomas Hunt Morgan
1866-1945



Science jeune, l'épigénétique se dote progressivement de revues scientifiques spécialisées

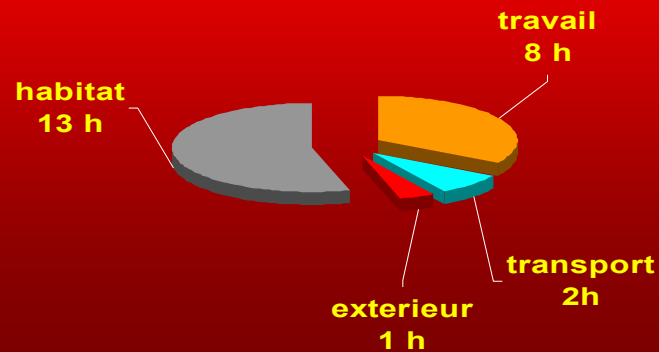
Premier numéro de
«epigenetics»
(2006)

Question :
Les perturbations épigénétiques
sont-elles héréditaires ?

Prise de conscience sur la pollution intérieure

- Modification des modes de vie - Taux des polluants

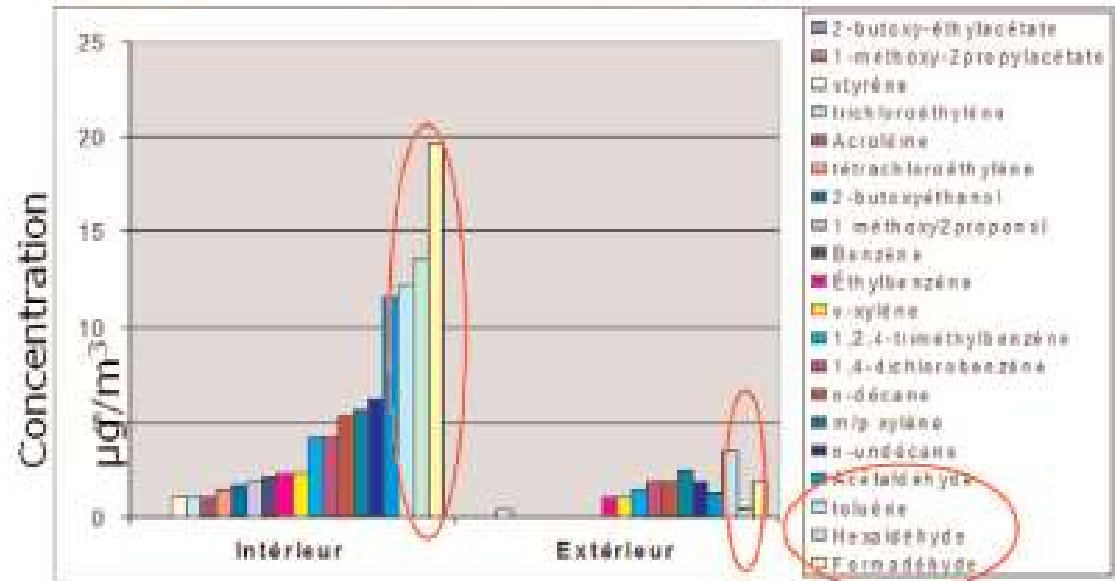
journée type d'un adulte



Observatoire de la qualité de l'air intérieur

L'air intérieur est plus pollué que l'air extérieur ...

Comparaison des concentrations médianes intérieures et extérieures (COV)



Source : OQAI

- pollution intérieure = pollution extérieure

+ production polluants intérieurs
1996 loi sur l'air

I.1.4 Impact sanitaire de la qualité de l'air intérieur et des composés chimiques retrouvés à l'intérieur

Dès le début des années 1980, l'OMS attire l'attention des politiques et du grand public sur l'impact sanitaire de la dégradation de la qualité de l'air intérieur. En Europe, deux millions d'années de vie en bonne santé seraient perdues chaque année en raison d'une médiocre qualité de l'air intérieur^[13] (Figure 5).

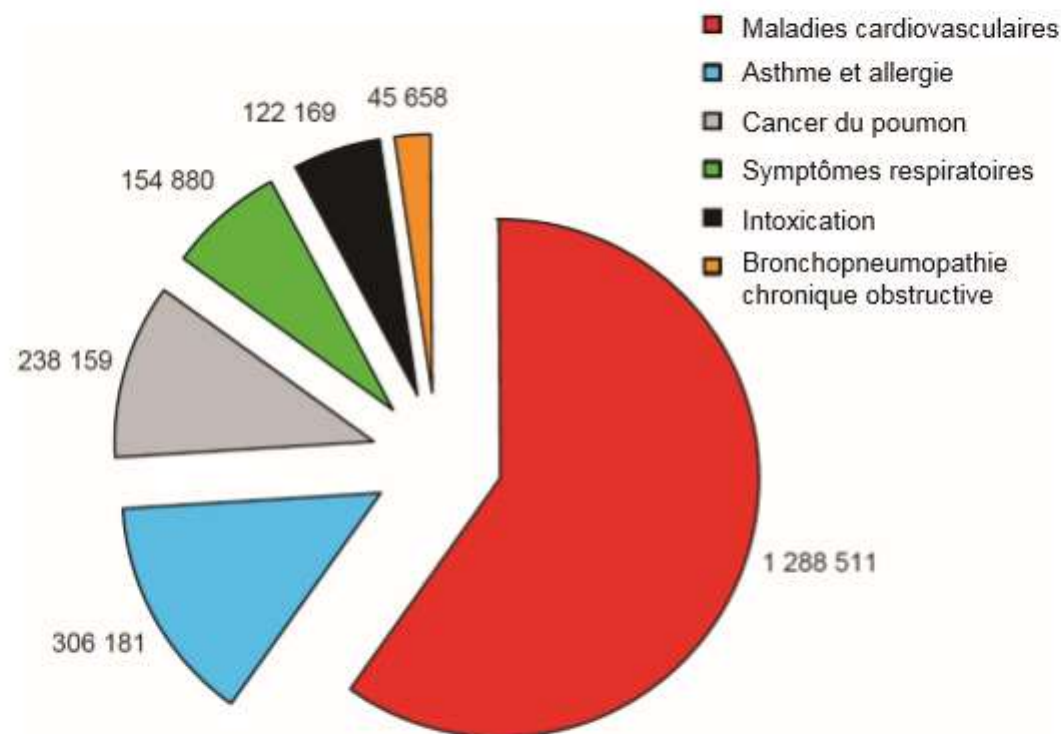
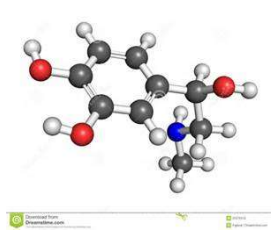
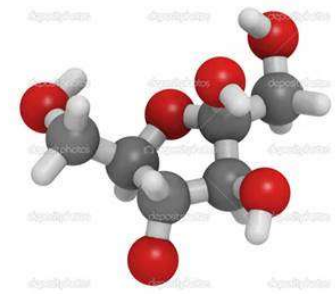


Figure 5 – Part attribuable à la qualité de l'air intérieur dans différentes pathologies et symptômes (DALY/an), en Europe, d'après JANTUNEN et coll.^[13]

DALY : *disability adjusted life year*. Données disponibles pour 26 pays européens (informations non disponibles pour Malte)



Environnement ?



100 000 substances chimiques (REACH 2007)

Cancérogènes:

3000 : analyse approfondie quand à leur dangerosité

400 répertoriée: probablement carcinogènes

Classées par le CIRC (Lyon) *Cla 1 cancérigène*

Cla 2 probablement cancérigène

Cla 3

Cla4 probablement non cancérigène

Allergènes

. Contact : 500

•Pneumallergenes 160 + recombinants...

•Latex + professionnel : 40

•Aliments: 330 + recombinants

•Hymenopteres : 10

•Médicaments : minimum 50

Environ 1000

Effets irritants

» Ex: tabac, ozone , PM10....

dose dépendant : *réglementation*

Effet cancérogène

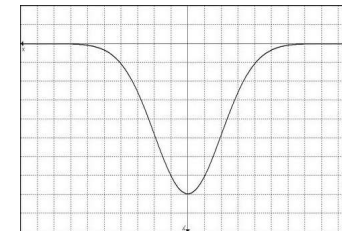
» Ex : radon, benzène, HAP...

- Action sur gène : *mutation, pas de seuil*
- Action sur prolifération cellulaire : *effet dose*

Perturbateurs endocriniens :

Effet allergénique

Ex : acarien, rFeID1



plusieurs mécanismes possibles

ex : formaldéhyde

Interactions ...

- Formaldehyde: irritant / allergènes

*crise d'asthme pour 73 ngr d'acariens dans conditions normales
54 ngr si avant inhalation de formaldéhyde.*

- polluant extérieurs / polluants intérieurs

*en chambre expérimentale: les niveaux en formaldéhyde et
acétaldéhyde sont augmentés en présence d'O₃.*

- sur muqueuses saines :

Culture de tissu nasal humain **sain** exposé aux PM₁₀ : 50 µgr (= *taux inhalé sur 1 à 2 sem*).

On observe < **quantité de eau oxygénée H₂O₂ libéré par cellules épithéliales nasales**
*participation au **stress oxydatif***

< **production IL-8** *production par LTC / induit différenciation des PE*

Air pollutants cause release of hydrogen peroxide and interleukin-8 in a human primary nasal tissue culture model



Pollution intérieure = 4 X pollution extérieure (sauf ozone)

- + polluants en provenance de l'extérieure (150 m, rue canyon)
- + polluants géologiques
- + polluants liés aux produits de construction, de décoration ou d'ameublement
- + polluants liés aux occupants et à leur activité

Substance	Numero CAS	IA	IC = Iepc+Ik	I	IH = IA+IC+IF	Voie predominante
formaldéhyde	50-00-0	4	10	5	19	inhalation
benzène	71-43-2	3	10	5	18	inhalation
acroléine	107-02-8	5	7	5	17	inhalation
cadmium	7440-43-9	1	10	5	16	inhalation
benzofalnovrène	50-32-8	1	10	5	16	inhalation
1,4-dichlorobenzène	106-46-7	3	8	5	16	inhalation
acétaldéhyde	75-07-0	2	9	5	16	inhalation
PM10	PM10	5	6	5	16	inhalation
PM2,5	PM2,5	5	6	5	16	inhalation
di-2-éthylhexylphthalate	117-81-7	1	9	5	15	oral
arsenic	7440-38-2	0	10	5	15	oral
plomb	7439-92-1	1	9	5	15	oral
benzofalanthracène	56-55-3	1	9	5	15	inhalation
monoxyde de carbone	630-08-0	5	6	4	15	inhalation
chloroforme	67-66-3	5	9	1	15	inhalation
dechlorane	2385-85-5	1	8	5	14	oral
chrome	18540-29-9	1	8	5	14	oral
fluorène	86-73-7	1	8	5	14	inhalation
novrène	129-00-0	1	8	5	14	inhalation
tétrachloroéthylène	127-18-4	0	9	5	14	inhalation
trichloroéthylène	79-01-6	0	9	5	14	inhalation
furfural	98-01-1	3	6	5	14	inhalation
pentachlorophénol	87-86-5	2	6	5	13	oral
cuvire	7440-50-8	4	4	5	13	oral
éthylbenzène	100-41-4	0	8	5	13	inhalation
dioxyde d'azote	10102-44-0	3	5	5	13	inhalation
bromoforme	75-25-2	5	7	1	13	inhalation
antimoine	7440-36-0	1	6	5	12	oral
mercure	22967-92-6	1	6	5	12	oral
styrène	100-42-5	2	5	5	12	inhalation
toluène	108-88-3	3	4	5	12	inhalation
d-limonène	5989-27-5	3	4	5	12	inhalation
chlore	7782-50-5	1	6	5	12	inhalation
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques		1	10	1	12	inhalation
Phosphore	7723-14-0	1	6	5	12	oral
di-méthylphthalate	131-11-3	2	4	5	11	inhalation
Alcanes C10-13 chloro	85535-84-8	1	5	5	11	oral
mélange PCB	1336-36-3	1	9	1	11	inhalation
barium	7440-39-3	1	5	5	11	oral
béryllium	7440-41-7	1	5	5	11	oral
cobalt	7440-48-4	1	5	5	11	oral

environ 1600 substances

Hierarchisation des substances

- indice de potentiel de risque aigu (sur 5)
- indice de potentiel de risque chronique (sur 10)
- Indice de fréquence de détection à l'intérieur des bâtiments (sur 5)

15 substances hautement prioritaires (groupe A) :

formaldéhyde, benzène, monoxyde de carbone, di2ethylexylphtalate(DEHP) ,
acroleine, plomb, acétaldéhyde, PM10 et 2,2, cadmium, arsenic,
benzo(a)pyrène, benzo(a)anthracène ; 1,4 dichlorobenzène et chloroforme

- Groupe A « école » : formaldéhyde, benzène, acétaldéhyde,
PM10 et
PM2,5, chrome

44 substances très prioritaires (groupe B)

292 substances prioritaires

675 substances : grande majorité (66%) avec indice <5

667 substances inclassables

La pollution intérieure: les différentes substances

-Composé Organiques Volatiles COV

- Hydrocarbures aromatiques monocycliques: *benzène* , *toluène* , *styrène*
- Hydrocarbures aliphatique monocyclique: *décane*
- Hydrocarbures halogénés monocycliques: *trichloroéthylène*
- Cycloalcanes: *cyclohexane*
- Terpènes: *alphapinène*, *limonène*
- Alcools: *2-ethyl-hexanol*
- Glycols: *2-éthoxyéthanol*
- Esters: *acétate de butyle*
- Aldéhydes: *formaldéhyde*, *acétaldéhyde*, *benzaldéhyde*, *hexaldéhyde*,

-Composés Organiques Semi Volatiles COSV

- Pesticides
- Phtalates
- Retardateurs de flamme
- PolyChloroBiphényles
- Organoétains: *antifungiques*, *métaux lourds*

- Gaz issus d'un processus de combustion

- CO
- NO2
- Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques: *benzo(a)pyrène*

-Ozone

Polluants d'origine externes

Arsenic



sol - pas d'odeur

Cancérogène avéré pour homme gr 1

Source principale : eau contaminée

la voie inhalée semble secondaire, sauf anciennes zones industrielles (teintureries)

L'ingestion d'eau ou d'aliments contaminés constitue la principale voie d'exposition (IARC, 2011).

Les autres voies d'exposition (air, notamment) sont considérées comme négligeables (Afssa, 2007).

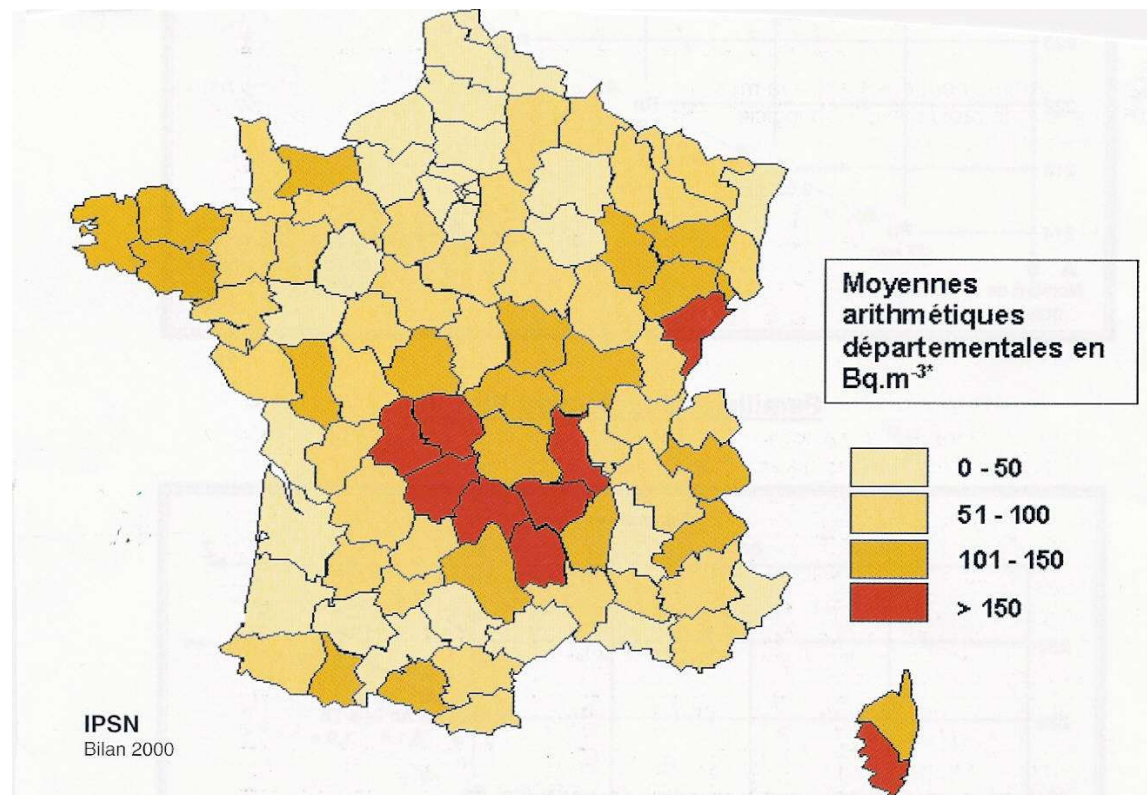
l'exposition chronique par ingestion d'eau contaminée est à l'origine de cancers du poumon, de la peau et de la vessie.

l'exposition chronique à l'arsenic par inhalation est à l'origine des cancers bronchiques primitifs

Plusieurs organismes internationaux ont établi des valeurs toxicologiques de référence (VTR) pour l'exposition chronique à l'arsenic et les risques associés de cancer (Etats-Unis, Canada,...). L'Ineris propose de retenir pour les effets cancérogènes la valeur de $1,5 \text{ (g/kg/jour)}^{-1}$ (Ineris, 2006).

les cancers cutanés de type carcinome (baso-cellulaires, spino-cellulaires, m. de Bowen).
des études menées en Europe centrale (Hongrie, Roumanie et Slovaquie) ont montré que l'exposition à une concentration d'arsenic inorganique comprise entre $10 \text{ } \mu\text{g/L}$ et $100 \text{ } \mu\text{g/L}$ concerne environ 1 million d'individus dans ces pays, soit 25% de la population (Hough, 2010).

Le radon



Les sources « extérieures »

Le radon



Gaz radioactif issu de la désintégration de l'uranium

Uranium 238 (4,5 milliards d'années)



Radium 224 (1600 ans)



Radon 222 (3,8 jours) se désintègre rayonnement alpha

Sources :



- sol

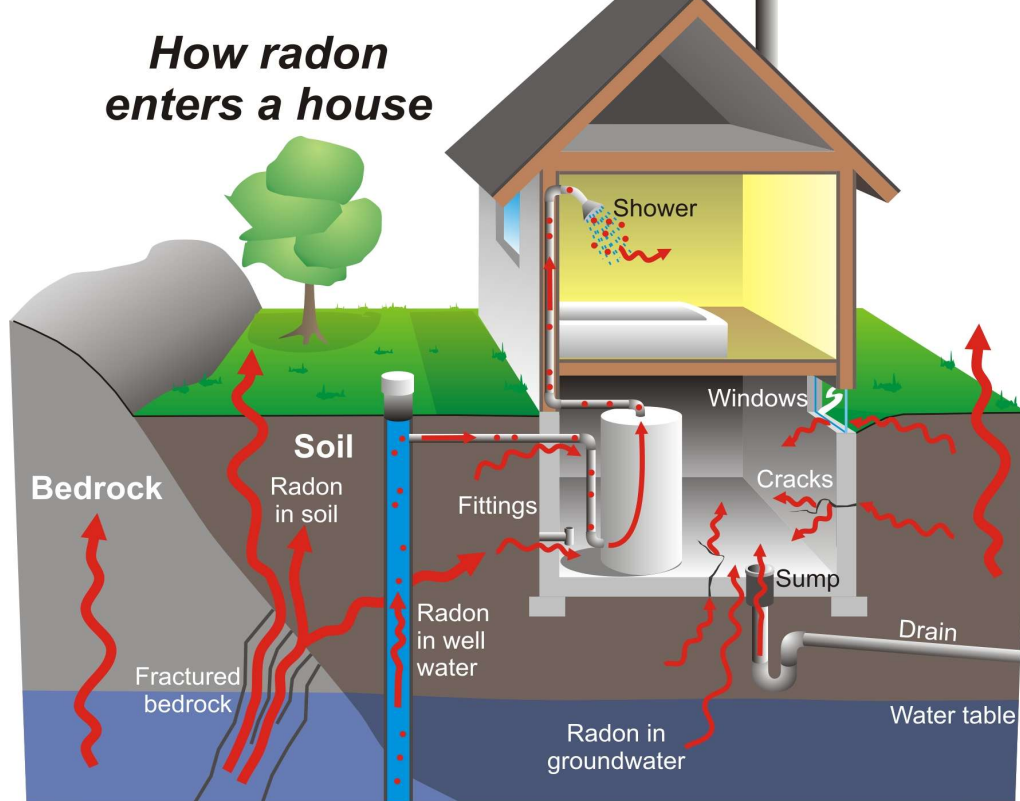
couches « primaires », notamment dans le massif ardennais
Dévonien Inférieur et des affleurements de roches du
paléozoïque Inférieur

- matériaux de construction



- brique (47 Bq/kg)
- bloc de béton (15 Bq/kg)
- plâtre naturel (13 Bq/kg)
- phosphogypse (450 Bq/kg)

How radon enters a house



Radon

Gaz radioactif, inodore
trouve dans les roches

- **Cancer du poumon** (décès dans mines d'uranium, vient de la désintégration du radium et de l'uranium) émissions de particules radioactives
5 à 12 % des cancers du poumon
augmentation de 16% du risque par 100 Bq/m^3 de radon mesuré
- Risque si accumulation dans atmosphère confinée
S'infiltrer par fissures dans sol : *taux élevé dans caves, sous sol*
- Prévention : travaux d'étanchéité par rapport au sol et ventilation
plan d'action gouvernemental 2011-2015
dosage par kit radon

La pollution intérieure: les différentes substances

-Composé Organiques Volatiles COV

- Hydrocarbures aromatiques monocycliques: **benzène**, toluène, styrène
- Hydrocarbures aliphatique monocyclique: *décane*
- Hydrocarbures halogénés monocycliques: *trichloroéthylène*
- Cycloalcanes: *cyclohexane*
- Terpènes: *alphapinène, limonène*
- Alcools: *2-ethyl-hexanol*
- Glycols: *2-éthoxyéthanol*
- Esters: *acétate de butyle*
- Aldéhydes: **formaldéhyde**, acétaldéhyde, benzaldéhyde, hexaldéhyde,

-Composés Organiques Semi Volatiles COSV

- Pesticides
- Phtalates
- Retardateurs de flamme
- PolyChloroBiphényles
- Organoétains: *antifongiques, métaux lourds*

- Gaz issus d'un processus de combustion

- CO
- NO2
- Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques: *benzo(a)pyrène*

-Ozone



Composés organiques volatiles COV

Substances organiques volatiles à température ambiante ,
sous forme de gaz ou de vapeurs

- le point d'ébullition se situe entre (50 à 100 °C) et (240 à 260 °C)
- plusieurs milliers de COV, plus de 300 ont été identifiés dans l'air intérieur

souvent inodore

odeur du « neuf »,

sources naturelles : *éruptions volcaniques, feu de forêt,*
moisissures

cheminée d'usine, gaz d'échappement

rentre dans la composition de nombreux matériaux:

panneaux de particules, contreplaqué, textiles, sols synthétiques (dalles, moquettes, planchers, lino..), peintures, lasures, mousses, colles..

Mise en place de normes

Ces recommandations font écho aux travaux en cours pilotés par le Ministère en charge de l'environnement, portant sur la maîtrise des expositions liées aux désodorisants combustibles (MEDDE, 2016a, 2016b).

Pour mémoire, le Haut Conseil de Santé Publique (HCSP) a proposé plusieurs objectifs de gestion portant sur les expositions chroniques dans les environnements intérieurs. En particulier :

- Depuis 2015, la concentration moyenne en benzène ne devrait plus dépasser $2 \mu\text{g.m}^{-3}$ « *dans tous les espaces clos habités ou accueillant du public* » (HCSP, 2010) ;
- En 2019, la concentration moyenne en formaldéhyde ne devra pas dépasser $10 \mu\text{g.m}^{-3}$ dans « *les bâtiments existants, privés et publics* » (HCSP, 2009). Le HCSP précise que les bâtiments neufs doivent « *présenter des teneurs moyennes inférieures à $10 \mu\text{g.m}^{-3}$ avant livraison aux occupants. Il en est de même pour ceux faisant l'objet d'opérations de rénovation de grande ampleur* » ;
- En 2025, « *dans l'air intérieur des immeubles d'habitation ou des locaux ouverts au public* », les concentrations moyennes annuelles en particules $\text{PM}_{2,5}$ et PM_{10} ne devront pas dépasser, respectivement, $10 \mu\text{g.m}^{-3}$ et $15 \mu\text{g.m}^{-3}$ (HCSP, 2013).

La pollution intérieure: les différentes substances

-Composé Organiques Volatiles COV

- Hydrocarbures aromatiques monocycliques: **benzène** , toluène ,styrène
- Hydrocarbures aliphatique monocyclique: *décane*
- Hydrocarbures halogénés monocycliques: *trichloroéthylène*
- Cycloalcanes: *cyclohexane*
- Terpènes: *alphapinène, limonène*
- Alcools: *2-ethyl-hexanol*
- Glycols: *2-éthoxyéthanol*
- Esters: *acétate de butyle*
- Aldéhydes: **formaldéhyde**, acétaldéhyde, benzaldéhyde, hexaldéhyde,

-Composés Organiques Semi Volatiles COSV

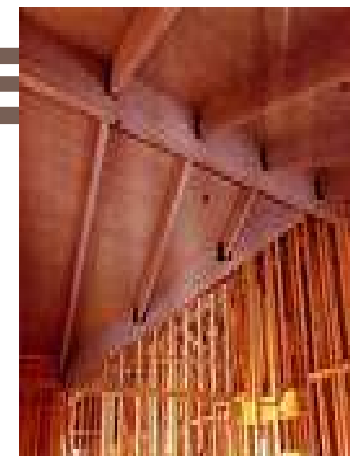
- Pesticides
- Phtalates
- Retardateurs de flamme
- PolyChloroBiphényles
- Organoétains: *antifungiques, métaux lourds*

- Gaz issus d'un processus de combustion

- CO
- NO2
- Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques: *benzo(a)pyrène*

LE FORMALDEHYDE

SOURCES



1970

-1978 - 1ère étude Française QAI (Salles de classe et habitats)

-Formaldéhyde = polluant d'origine endogène (R Int/ Ext 12)

- **MATERIAUX - MOBILIER - PRODUITS**

Relargage de formaldéhyde (colle)

bois aggloméré

TABAC

BRICOLAGE

Cloisons, plafonds, planchers, panneaux acoustiques, mobilier.....

Peinture, moquette, textile.....

- **OQAI(2006) : 1,3 à 86,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$**



formaldéhyde

Irritant + allergène + cancérogène + perturbateur endocrinien

Rhinite et Asthme

Allergie de contact

Cancérogène gr1 : *naso pharynx, leucémie*

augmente la réponse bronchique aux acariens

en chambre expérimentale: les niveaux en formaldéhyde et acétaldéhyde sont augmentés en présence d'O3 .

- **désinfectant (insecticide, germicide, fongicide)**
- **fixateur et liant de résines**

Voie inhalée : produits de bricolage, d'entretien, revêtements de mur de sol, mousses de colmatage , tabac...

Voie cutanée : savons, shampoings, produits ménagers, tabac

Valeur cibles : 30 µgr /m3 avant 2019, depuis 2019 : **10 µg/m3**

30 % des habitats dépassait cette valeur cible de 30 µgr - dosage par CMEI



Livres neufs, journaux et magazines

Les résines aminoplastes telles que les résines urée-formaldéhyde ou phénol-formaldéhyde sont utilisées dans l'industrie papetière pour augmenter la résistance du papier à l'humidité ou pour la plastification et l'imprégnation du papier. Les livres neufs ou magazines ont une odeur caractéristique liée aux émissions de composés chimiques. Ainsi, en plaçant le livre (couverture en PVC) d'un écolier en chambre expérimentale, des émissions en hydrocarbures aromatiques ont été rapportées^[43]. Le toluène, l'hexanal et les hydrocarbures aliphatiques sont les principaux composés émis par les journaux et magazines placés dans un dessiccateur. Les émissions d'un numéro de la revue *Indoor air* étaient de $335 \mu\text{g.m}^{-3}$ pour le formaldéhyde, $15 \mu\text{g.m}^{-2}$ pour l'hexanal, $123 \mu\text{g.m}^{-2}$ pour le toluène et enfin inférieures à $10 \mu\text{g.m}^{-2}$ pour les aliphatiques ($\text{C}_7\text{--C}_{11}$)^[43].

Les sources d'émission continues sont en relation avec le cadre de vie ; l'Homme fait rentrer des matériaux dans son logement et ceux-ci inertes, vont émettre des composés chimiques au fil du temps. Les sources discontinues sont plus liées au mode de vie ; les émissions varient en fonction des activités humaines.



benzène

Sous groupe des Hydrocarbure aromatique monocyclique

Origine extérieur : secteurs résidentiels et tertiaires
combustion du bois , et transport routier

Milieu interieur: transfert du benzene ext + production intérieure
combustion domestique (tabac, cuisson des aliments, bougies, encens)
relargage par produits de construction, produits de bricolage

Voie principale **inhalée** - voie cutanée secondaire

Cancérogène gr 1 système hématopoïétique leucémie

(LMA et LA non lymphocytaire)

valeur guides : **2 μ gr/m³** au 1/01/2016

décret 2009: *les matériaux de construction et de décoration doivent émettre moins de 1 μ gr/m³*

préparations renfermant > 0,1% de benzène interdites au public

La pollution intérieure: les différentes substances

-Composé Organiques Volatiles COV

- Hydrocarbures aromatiques monocycliques: **benzène** , toluène ,styrène
- Hydrocarbures aliphatique monocyclique: *décane*
- Hydrocarbures halogénés monocycliques: *trichloroéthylène*
- Cycloalcanes: *cyclohexane*
- Terpènes: *alphapinène, limonène*
- Alcools: *2-ethyl-hexanol*
- Glycols: *2-éthoxyéthanol*
- Esters: *acétate de butyle*
- Aldéhydes: **formaldéhyde**, acétaldéhyde, benzaldéhyde, hexaldéhyde,

-Composés Organiques Semi Volatiles COSV

- Pesticides
- Phtalates
- Retardateurs de flamme
- PolyChloroBiphényles
- Organoétains: *antifungiques, métaux lourds*

- Gaz issus d'un processus de combustion

- CO
- NO2
- Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques: *benzo(a)pyrène*

-Ozone



Composés organiques semi volatiles COSV

Point d'ébullition entre 240 et 400 ° : **volatilité moindre**, surtout présent dans les poussières.

Peut devenir **volatile au contact d'une source chaude** (radiateur)

A quoi ça sert?

- Utilisation très variées en raison des différentes propriétés de ces familles chimiques
- Nombreux produits du quotidien



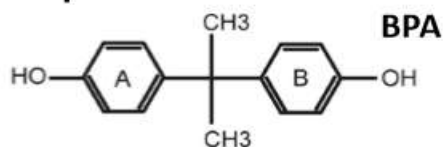
Composés organiques semi volatiles **COSV** : point d'ébullition entre 250 et 400 °

Familles chimiques

Alkylphénols

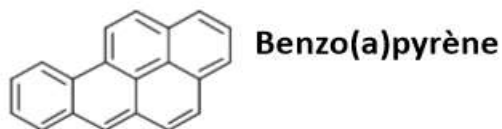
Composant de produits détergents, d'entretien

Bisphénol-A



Monomère utilisé pour la fabrication de matières plastiques de type polycarbonate et résines époxydes

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

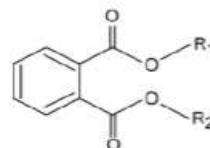


Composés issus de la combustion incomplète de matières organiques (charbon, huile, déchets, tabac)

Muscs de synthèse

composés parfumant pouvant être utilisés dans tous les produits cosmétiques

Phtalates



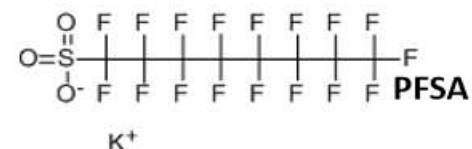
Composés utilisés dans la fabrication de matières plastiques – type polychlorure de vinyle (PVC)

Pesticides, biocides

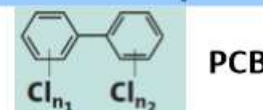
Substance active de produits de lutte contre des organismes jugés nuisibles (animaux, végétaux, champignons, bactéries, virus).

Perfluorés (PFC)

Composant de produits antiadhésives ou anti-salissures

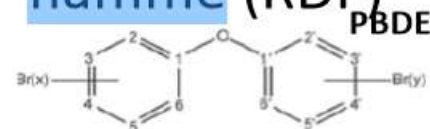


Polychlorobiphényles



composés aromatiques chlorés aux propriétés isolantes

Retardateurs de flamme (RDF)



composés aux propriétés ignifugeantes contenant des halogènes (brome et chlore) ou du phosphore ou de l'azote, etc.

Les perturbateurs endocriniens (PE)

Historique : l'humain aurait-il pu y échapper ?

SILENT
SPRING

BOOKS THAT LAUNCHED
AN ENVIRONMENTAL MOVEMENT

RACHEL
CARSON

introduction by LINDA LEAR afterword by EDWARD O. WILSON

1962

« Printemps silencieux »
Rachel CARSON

Atteinte de la faune, de la flore
et émergence de nombreuses
pathologies humaines,
en particulier des cancers,

des malformations néonatales et des
troubles du comportement chez les
enfants exposés en période prénatale.

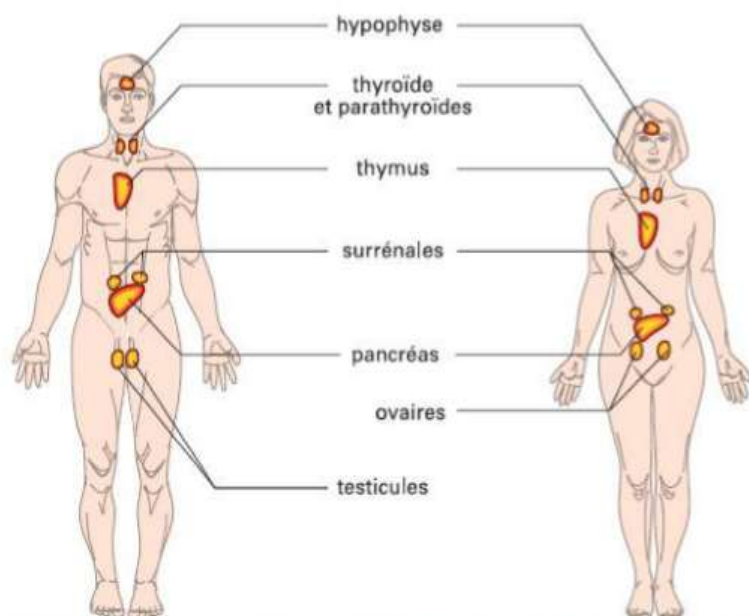


Perturbateur Endocrinien (PE)

- Plusieurs définitions :

- modificateur de la fonction hormonale est un PE, **sans considérer si cela entraîne ou non des conséquences sur la santé** (US Environmental Protection Agency, 1996).
- *un PE est une substance ou un mélange exogène altérant les fonction(s) du système endocrinien et induisant donc **des effets néfastes** sur la santé dans un organisme intact, de ses descendants ou (sous-) populations »* (Stratégie communautaire concernant les perturbateurs endocriniens, Weybridge, 1996, OMS 2002).

Le système endocrinien



Composition complexe:

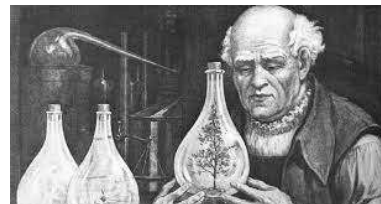
- **Glandes endocrines** situées dans de nombreux organes
- **Hormones** secrétées par ces glandes et diffusées dans l'organisme par le sang
- **Récepteurs** situés dans les organes cibles qui sont activés par les hormones *via* des phénomènes cellulaires complexes

Comment les perturbateurs endocriniens agissent-ils?

- 3 façons :
 - **Bloquent** les récepteurs des hormones naturelles
 - Antagonistes
 - **Miment** les effets de leurs ligands naturels
 - Analogues
 - Exemple oestrogène ou testostérone
 - **Modulent** la synthèse, le transport, le métabolisme et l'excrétion des hormones naturelles sans agir sur les récepteurs

de faibles doses peuvent être plus toxiques que de fortes doses

XVI siècle Paracelse *la dose fait le poison*



Pathologies susceptibles d'être la conséquence d'expositions à des perturbateurs endocriniens.

Infertilité masculine

Infertilité féminine

Fausses couches

Prématurité

Modification des paramètres anthropométriques à la naissance

Modifications du sex-ratio

Endométriose

Anomalies du développement de l'appareil génital

Pseudohermaphroditisme

Thélarche

Puberté précoce

Dysfonctions érectiles

Atteintes du neurodéveloppement

Troubles immunitaires

Pathologies thyroïdiennes

Cancer du testicule

Cancer du sein

Cancer de la prostate

Obésité

Diabète de type II

bisphenols plus de 15 bisphenols BPA, BPF BPS

Phthalates

Parabens E 214 à E219

Composés perfluorés
Composés phénoliques

Pesticides

Dioxines

PCB

HAP

Certains métaux lourds

Phyto oestrogènes

Médicaments hormonaux

Les PE sont aussi des Perturbateurs NERVEUX et IMMUNITAIRES + stress oxydatif?

POLLUANT		ACTIONS BIOLOGIQUES			
Endocrine disruptor	Class or use	stress oxydatif			
		PE	PN	PI	
BISPHENOL					
Bisphenol A	Plastics monomer	X	X	X	X
Bisphenol F	Plastics monomer	X	X	X	X
Bisphenol S	Plastics monomer	X	X	X	X
PHTHALATES					
Benzyl butyl phthalate	Phthalate				
Dibutyl phthalate	Phthalate	X	X	X	X
Diethyl hexyl phthalate	Phthalate	X	X	X	X
Disononyl phthalate	Phthalate	X	X	X	X
Composés Perfluorés					
Perfluorodecane sulfonic acid	PFAS (PFDS)	X	X	X	X
Perfluorohexane sulfonic acid	PFAS (PFHxS)	X	X	X	X
Perfluorononanoic acid	PFAS (PFNA)	X	X	X	X
Perfluorooctanoic acid	PFAS (PFOA)	X	X	X	X
Perfluorooctane sulfonate	PFAS (PFOS)	X	X	X	X
Perfluorooctanesulfonyl fluoride	PFAS (PFOSF)	X	X	X	0
Composés Polybromés					
BB-153	PBB-hexabromobiphenyl	X	X	0	X
BDE-209	PBDE-décabromodiphényléther	X	X	X	X
BDE-47	PBDE-Tetrabromodiphényl ether	X	X	X	X
BDE-99	PBDE-Pentabromodiphényl ether	X	X	X	X

Les perturbateurs endocriniens (PE) : Qui sont-ils?

Contamination humaine

Bisphénols

Boîtes de conserve
Canettes de boisson
Film alimentaire
Bouteilles plastique

Pots de yaourt
(Tickets de caisse)
(Lentilles de contact)
Cosmétiques

Cancers, obésité,
maladies cardio-vasculaires...

Composés perfluorés

Textiles imperméables (Pantalons anti-pluie)
Cosmétiques
Ustensiles de cuisine

Cancer de la prostate
Diminution de la fertilité...

Formaldéhyde

Colle à bois
Cosmétiques
Peinture

Cancers
Asthmes...

Parabens et phénoxyéthanol

Cosmétiques
Lingettes de toilette
Médicaments

Allergies
Cancers
Toxicité fœtale...

Pesticides

Cancers Parkinson
Troubles neurologiques
Puberté précoce...

Puberté précoce...

Cancers
Diminution de la fertilité...

Phtalates

Vernis à ongles
Produits de beauté
Emballage alimentaire
Ustensiles de cuisine
Produits d'entretien
Cosmétiques

Métaux lourds

Alimentation
Cosmétiques

Alkylphénols

Lingettes jetables
Produits détergents
Lessive

Cosmétiques
(Emballages plastiques)



. Eviter l'utilisation de produits d'hygiène / cosmétiques contenant des PE

produits cosmétiques
filtres solaires

de façon générale **éviter**

les produits avec PE non rinçables / en contact prolongé avec la peau (fond de teint, vernis, crème, rouge à lèvres)

les **produits mis après la douche** (perméabilité cutanée), surtout chez la **femme enceinte ou allaitante**

. Informer les jeunes parents sur les PE pouvant être contenus dans les produits pour bébé

limiter les produits cosmétiques pour bébé avec de nombreux parfums, conservateurs
utiliser des biberons en verre. Ne pas chauffer les aliments dans des contenants / biberons en plastique. Eviter le plastique polycarbonate pour les ustensiles de cuisine
privilégier les *textiles labellisés Oeko-Tex 100/100, label EKO, Naturtextil*, en matières naturelles non traitées
laver les jouets lavables, **sortir les jouets de leur emballage plusieurs jours avant** de les présenter à l'enfant

Epigenetic Methylation Changes in Pregnant Women: Bisphenol Exposure and Atopic Dermatitis

(Seung Hwan Kim et al. 2024)

Les gènes appartenant aux voies de signalisation JAK-STAT et PI3K-AKT étaient hypométhylés dans le sang des femmes enceintes exposées aux bisphénols. Ces gènes jouent un rôle important dans la fonction de barrière cutanée et les réponses immunitaires, et peuvent influencer la dermatite atopique. Idem pour le BPS et le BPF, (alternatives au BPA), peuvent avoir un impact négatif sur la dermatite atopique par le biais de mécanismes épigénétiques.

Association between exposure to pesticides and allergic diseases in children and adolescents: a systematic review with meta-analysis.

(Marina de Barros Rodrigues et al. 2022)

L'exposition aux pesticides a montré un risque deux fois plus élevé de développer ou d'aggraver l'asthme chez les enfants et les adolescents (rapport de cotes [RC] = 2,14 95 %).

Évaluation des modifications du transcriptome génétique dans les cellules épithéliales nasales exposées au carbone noir vieilli par l'ozone et à l'allergène du pollen par transcriptomique à haut débit. (Yuhui Ouyang et al.

2021)
L'exposition combinée à l'O₃ BC et aux allergènes du pollen peut induire une inflammation immunitaire et allergique innée dans les hNEC (human nasal epithelial cells), et donc exacerber les symptômes de la rhinite allergique chez les personnes affectées.

IGAS

Évaluation des risques : une trop lente montée en charge

Outre une meilleure connaissance des mécanismes des substances suspectées d'être des perturbateurs endocriniens, la stratégie nationale promettait une recherche accrue de leur présence dans notre environnement. Las, en la matière, le passage de la volonté aux actes est globalement manqué. « **La surveillance des sols est quasi inexistante, la surveillance de l'air est très en retard comparée à la surveillance de l'eau** » ... L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) a bien procédé à l'analyse de **cinq substances par an**, mais l'Agence nationale de sécurité des produits de santé (ANSM) **n'a pas rempli son objectif d'évaluer « trois substances présentes dans des produits cosmétiques »**.

L'axe le plus délicat de la stratégie concernait la réglementation. En la matière, les retards observés ne sont pas nécessairement dus à la France, mais plus certainement à Bruxelles qui a par exemple mis de longues années avant d'accoucher en novembre 2017 d'un texte concernant les perturbateurs endocriniens, mais **restreint aux seuls produits biocides**, texte en outre assorti **de dérogations** vivement regrettées par certains observateurs. ... Enfin, l'IGAS estime que si **des actions de formation auprès des professionnels de santé ont bien été initiées, elles demeurent insuffisantes**,

En guise de conclusion, considérant la stratégie comme « pertinente et opportune », l'IGAS invite à poursuivre les efforts engagés en les redoublant.

L'enjeu est crucial aux yeux des inspecteurs qui répètent la longue liste des pathologies dans lesquelles le rôle néfaste de l'exposition aux perturbateurs endocriniens est suspecté ; bien cependant reconnaissent-ils que le « lien de causalité reste souvent difficile à établir ».

)

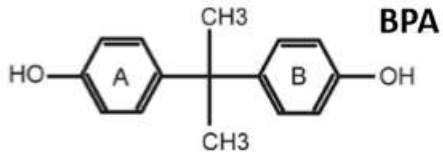
Composés organiques semi volatiles COSV :

Familles chimiques

Alkylphénols

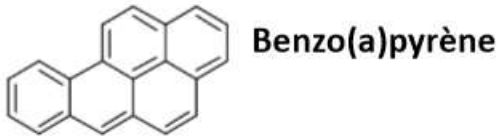
*Composant de produits détergents,
d'entretien*

Bisphénol-A



Monomère utilisé pour la fabrication de
matières plastiques de type
polycarbonate et résines époxydes

~~Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)~~

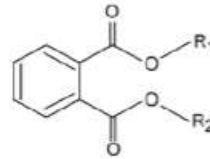


Composés issus de la combustion incomplète de matières organiques (charbon, huile, déchets, tabac)

Muscs de synthèse

*composés parfumant pouvant être
utilisés dans tous les produits
cosmétiques*

Phthalates



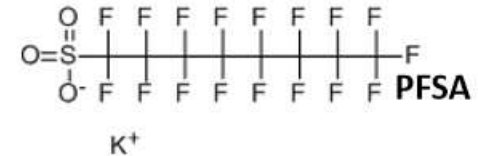
Composés utilisés dans la fabrication de matières plastiques – type polychlorure de vinyle (PVC)

Pesticides, biocides

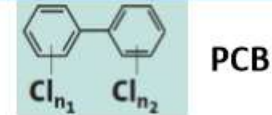
Substance active de produits de lutte contre des organismes jugés nuisibles (animaux, végétaux, champignons, bactéries, virus).

Perfluorés (PFC)

*Composant de produits
antiadhésives ou anti-salissures*

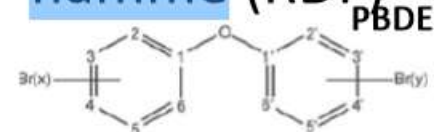


Polychlorobiphényles



composés aromatiques chlorés
aux propriétés isolantes

Retardateurs de flamme (RDF)



composés aux propriétés
ignifugeantes contenant des
halogènes (brome et chlore) ou du
phosphore ou de l'azote, etc.

COSV : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sont des **constituants naturels du charbon et du pétrole, ou qui proviennent de la combustion incomplète de matières organiques** telles que les carburants, le bois, le tabac. Ils sont présents dans l'air, l'eau ou l'alimentation. Il en existe une centaine, sous forme gazeuse ou liée à d'autres particules.

L'exposition aux HAP est classée **cancérogène avérée pour le cancer du poumon et le cancer de la peau (groupe 1)**. Le **benzo[a]pyrène**, substance qui se trouve dans un bon nombre de mélanges de HAP en proportion relativement constante (environ 10%), **est un cancérogène avéré** (groupe 1 du CIRC).

Pour un non fumeur, l'**alimentation** est la principale voie d'exposition aux HAP.

La deuxième voie d'exposition de l'homme aux HAP est l'**inhalation dans l'air ambiant** (int ou extérieur).

Concernant le **B[a]P**, l'ingestion quotidienne moyenne varie de 50 à 290 ng/adulte.

Les catégories d'aliments dans lesquelles on retrouve le plus de HAP sont les **céréales et produits à base de céréales, ainsi que les produits de la mer et dérivés**. De même, l'utilisation d'**huiles et de graisses végétales** et la **consommation de café** expose la population aux HAP.

Les modes de cuisson tels que les grillades, le rôtissage, le fumage et notamment la préparation d'aliments grillés ou rôtis au charbon de bois, peuvent augmenter la concentration de HAP dans les aliments préparés.

La majorité des HAP respirés provient de **la fumée du tabac**. Un fumeur consommant 20 cigarettes par jour absorbe quotidiennement en moyenne 105 ng de B[a]P et une personne exposée au tabagisme passif 40 ng.

Problème des expositions cumulées : EXPOSOME

résolution ResAp2008 a fixé à **0,5 ppm** la limite d'HAP dans les encres de tatouage.

Encre + additifs pour améliorer stabilité, couleur + impureté (HAP)

2013 1st International conference on Tattoo Safety : taux > HAP, surtout encre noire

problème des nouvelles encres avec additifs solubles et résorbables

Les composés organiques semi-volatils (COSV) dans les logements en France

Atelier de l'OQAI du 11 juin 2015

Olivier Blanchard, Nathalie Bonvallot, Erwann Gilles, Philippe Glorennec,
Barbara Le Bot, Jean-Paul Lucas, Corinne Mandin, Fabien Mercier, Gaëlle Raffy,
Olivier Ramalho

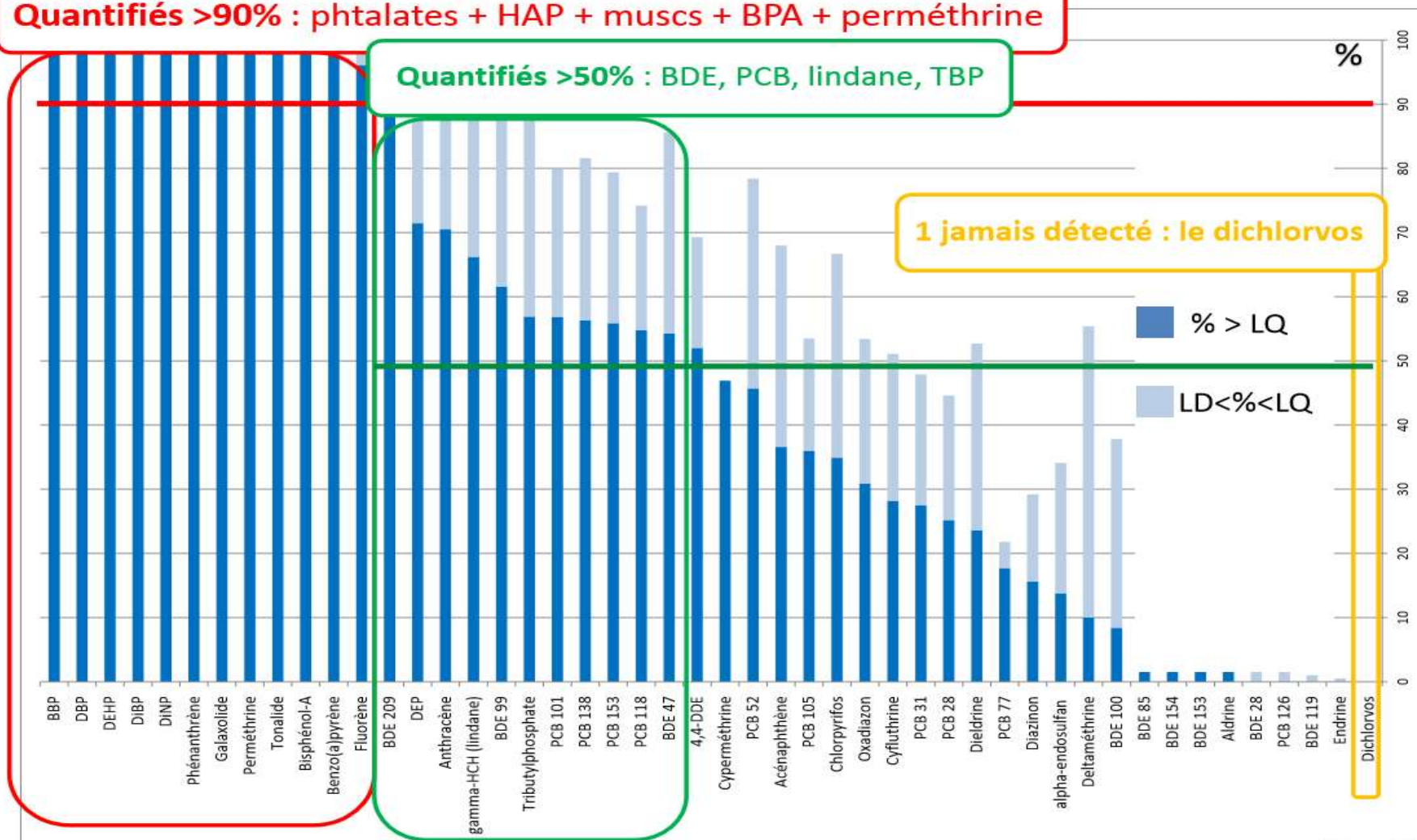
OQAI juin 2015

COSV dans les poussières au sol

Quantifiés >90% : phtalates + HAP + muscs + BPA + perméthrine

Quantifiés >50% : BDE, PCB, lindane, TBP

1 jamais détecté : le dichlorvos



N=3 581 991 logements

Diapo 11

La pollution intérieure: les différentes substances

-Composé Organiques Volatiles COV

- Hydrocarbures aromatiques monocycliques: **benzène**, toluène, styrène
- Hydrocarbures aliphatique monocyclique: *décane*
- Hydrocarbures halogénés monocycliques: *trichloroéthylène*
- Cycloalcanes: *cyclohexane*
- Terpènes: *alphapinène, limonène*
- Alcools: *2-ethyl-hexanol*
- Glycols: *2-éthoxyéthanol*
- Esters: *acétate de butyle*
- Aldéhydes: **formaldéhyde**, acétaldéhyde, benzaldéhyde, hexaldéhyde,

-Composés Organiques Semi Volatiles COSV

- Pesticides
- Phtalates
- Retardateurs de flamme
- PolyChloroBiphényles
- Organoétains: *antifungiques, métaux lourds*

- Gaz issus d'un processus de combustion

- **CO**
- **NO2**
- Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques: **benzo(a)pyrène**

-Ozone



combustion

combustion dégage

Particules + **gaz**

CO₂, CO, Nox, oxydes soufrés, COV

hydrocarbures (benzene, toluène, xylènes, HAP..)

- Chauffage : chaudière, poêles, cheminée

facteur 1 à 100 selon matériel utilisé , et les bois (pin < acetalheyde et formaldéhyde)

un poêle à bois non certifié produit autant de petites particules qu'une voiture qui roule 18 000 km

- Brûleur chauffe eau

- Cuisson avec flamme

- Encens, bougies, papier d'arménie

- Le tabac





Environ un tiers de la population mondiale (soit 2,5 milliards de personnes) cuisine avec de **la biomasse solide (comme du bois, du charbon et du fumier animal)**, ce qui augmente la pollution de l'air intérieur. La fumée présente dans une habitation mal ventilée peut contenir 100 fois plus de polluants qu'elle ne le devrait.

Au Brésil, par exemple, près de 10 % des ménages cuisinent essentiellement au bois. Ainsi, la pollution intérieure de leurs habitations peut être jusqu'à dix fois supérieure à la pollution atmosphérique des villes et autres zones urbaines.

Pour limiter l'exposition, il est d'abord recommandé d'éviter les foyers ouverts, et d'utiliser un appareil récent. Dans un avis de décembre 2015, l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) notait que «le parc domestique d'appareils de chauffage au bois se caractérise par 50% d'équipements non performants (appareils datant d'avant 2002 et foyers ouverts) qui sont très polluants: ils émettent notamment 80% des particules fines issues du chauffage au bois individuel.»

Utilisé en chauffage principal, un foyer ouvert ou un foyer fermé antérieur à 2002 émettrait ainsi plus de 90 kilogrammes de particules en un an, contre seulement... 3 kilos pour un foyer fermé labellisé «Flamme Verte» 5 étoiles. Soit 30 fois plus!

Outre le bon usage et le bon entretien de l'appareil, l'essence et la qualité du bois choisi influence également la quantité de polluants émise (chêne et résineux sont bien plus «sales» que le hêtre ou le charme, le bois ne doit pas être trop humide, les petites bûches sont à privilégier) et la technique d'allumage (les systèmes d'allumage «inversé», par le haut, sont recommandés) joue sur la quantité de polluants émis. Sans oublier de renouveler régulièrement l'air intérieur du logement... même s'il fait froid dehors.



<u>tabac</u>	Composé chimique d'émission (μg par cigarette)	Facteur
	Nicotine	552–816
	Acétaldéhyde	2 382–2 496
	Formaldéhyde	1 206–1 333
	Benzène	269–410
	Éthylbenzène	78–107
	Toluène	498–660
	m,p-xylènes	238–300
	o-xylène	59–67
	Styrène	94–147

- Une cigarette en brûlant libère 5 milliards de particules de diamètre médian $0,1 \mu$, dont la 1/2 vie est de 20 mn
- La fumée de tabac environnementale = fumée rejetée par le fumeur après inspiration (courant primaire) + fumée s'échappant de la cigarette (courant secondaire)
 Les produits chimiques contenus dans la fumée secondaire sont les mêmes que ceux inhalés par le fumeur actif, mais à des concentrations plus élevées que la fumée inhalée par le fumeur, la combustion étant incomplète
- Une pièce où l'on fume dépasse très souvent les taux d'alerte pour les PM, le benzène et l'acétaldéhyde
- 1 cigarette libère en moyenne 53 μgr de formaldéhyde (11 à 128) dans le courant primaire, 327 à 440 μgr dans la fumée secondaire
- La nicotine se dépose sur les textiles : métabolisation secondaire avec Oxydes d'Azote et production de polluants secondaires (odeur du tabac froid) + nitrosamines cancérigènes. Idem pour chicha, avec taux + de CO
- Cigarette électronique : pas de combustion mais libération nicotine + propylène glycol

Bougies Parfumées et Encens (UFC Que Choisir) 2018



Figure 1 : Maison expérimentale MARIA du CSTB, Champs-sur-Marne

TNS Sofres,

- 68% des utilisateurs de bougies parfumées et 58 % des utilisateurs d'encens pensent que cette pratique peut *avoir un impact positif ou n'a pas d'effet sur la qualité de l'air intérieur*.
- purifie l'air objet de convivialité
- 22 % utilisent des désodorisants combustibles au moins 1 fois / jour
- 69 % aèrent la pièce « systématiquement » ou « parfois » après utilisation

Parmi les désodorisants combustibles, les bougies sont le type le plus utilisé (par 83 % des utilisateurs) dont 16 % plus de 2 H. 13 % utilisent plus de 3 bougies à la fois.

bâtons d'encens: concentrations élevées en benzène, toluène, éthylbenzène, styrène, formaldéhyde, acétaldéhyde et acroléine. On relève également des concentrations de HAP (Hydrocarbures Aliphatiques Polycycliques) et de particules élevées.

Les émissions sont les plus élevées pendant la combustion et pendant l'heure suivant la fin de la combustion, avant de diminuer sous l'effet de l'aération. Les encens sont également plus émissifs en particules que les bougies mais présentent des particules plus grosses (de 80 à 190 nm).

bougies : idem, mais niveaux variables, plus faible que encens

Et si absence de combustion ?

Les sprays huiles essentielles :
une bonne image !

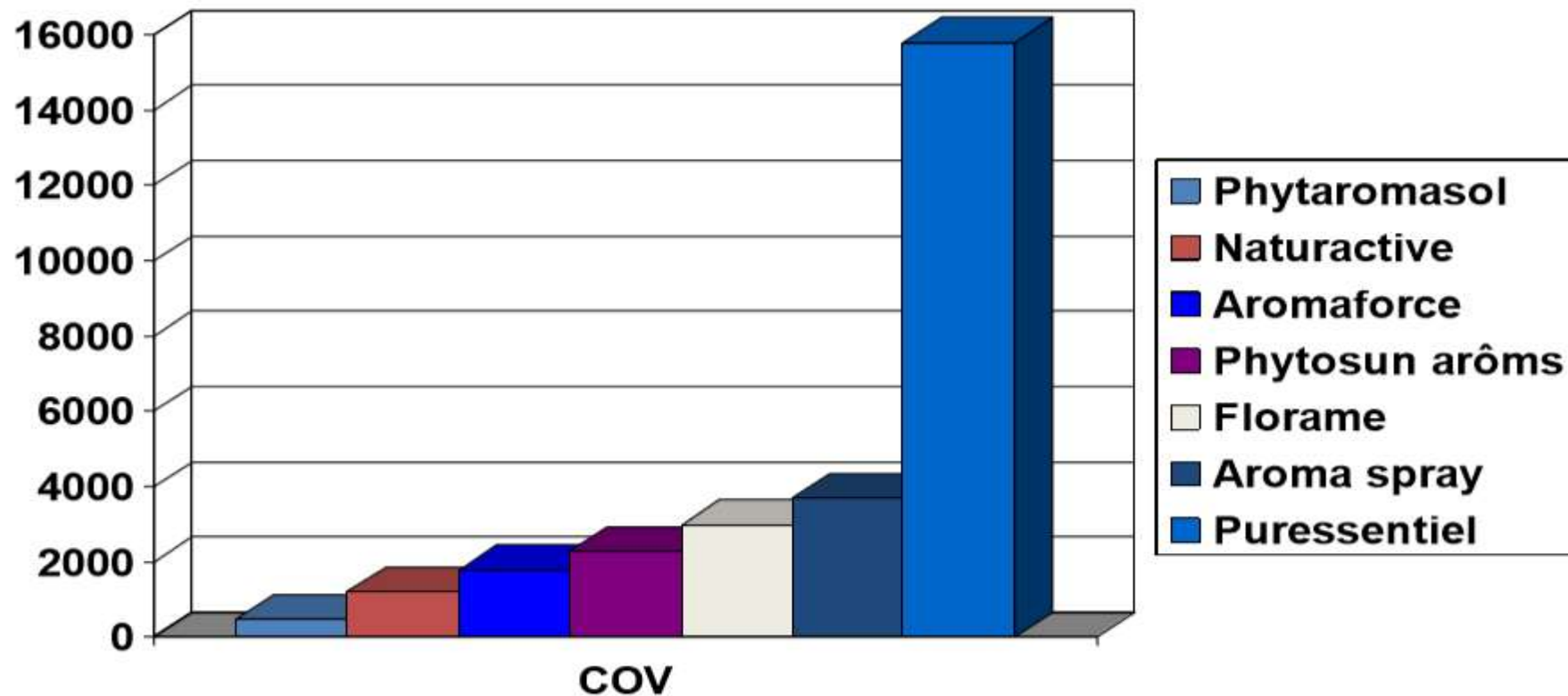
« Si c'est vendu en pharmacie, ça ne peut pas être mauvais, c'est bon pour la santé »

« Si c'est vendu en magasin bio, c'est naturel »

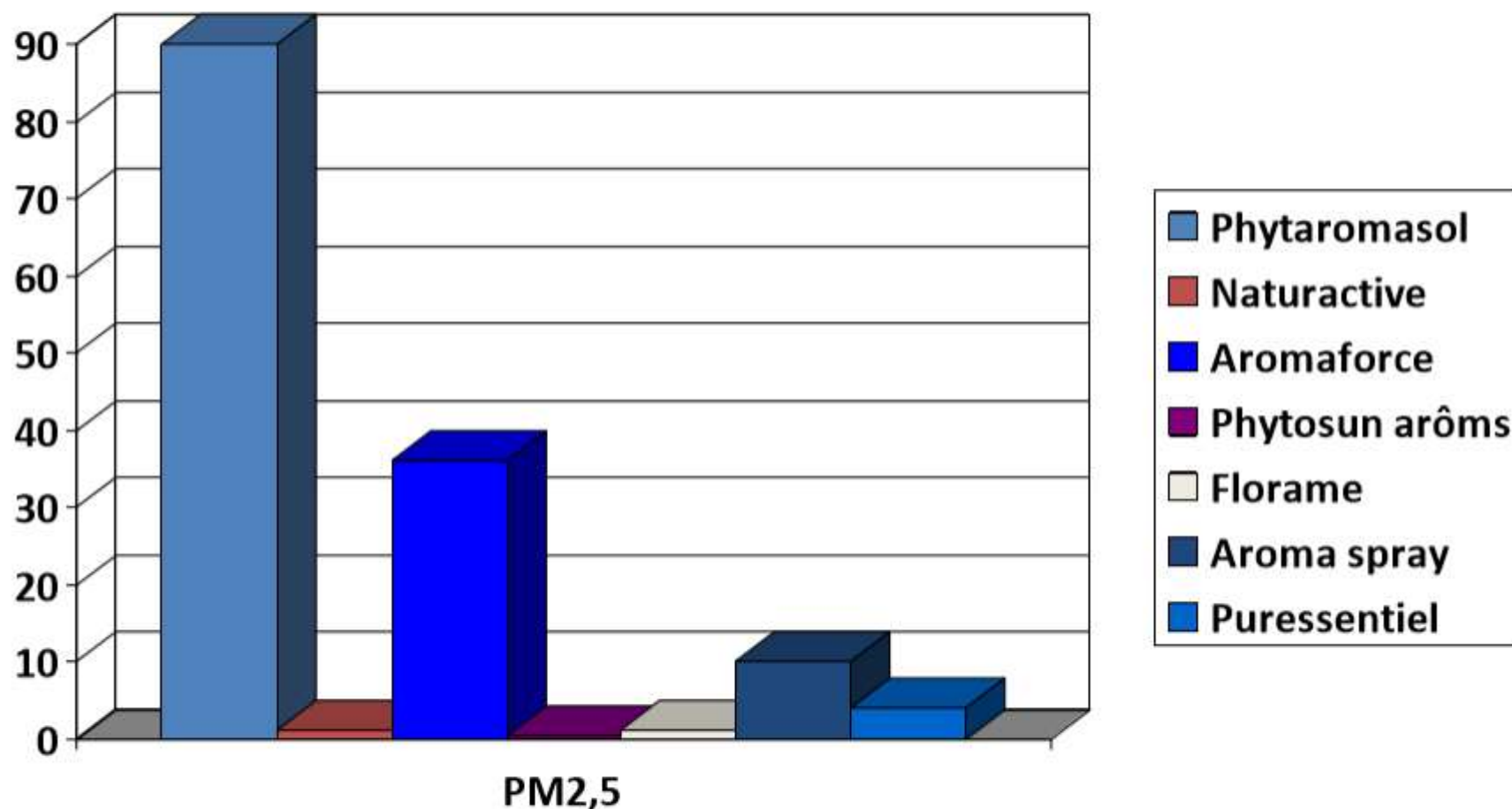
« Ces produits n'ont rien à voir avec tous les désodorisants issus de la chimie industrielle qu'on trouve en grandes surfaces. Ils sont présumés vertueux »

« Ils assainissent et purifient l'air et chassent les mauvaises odeurs »

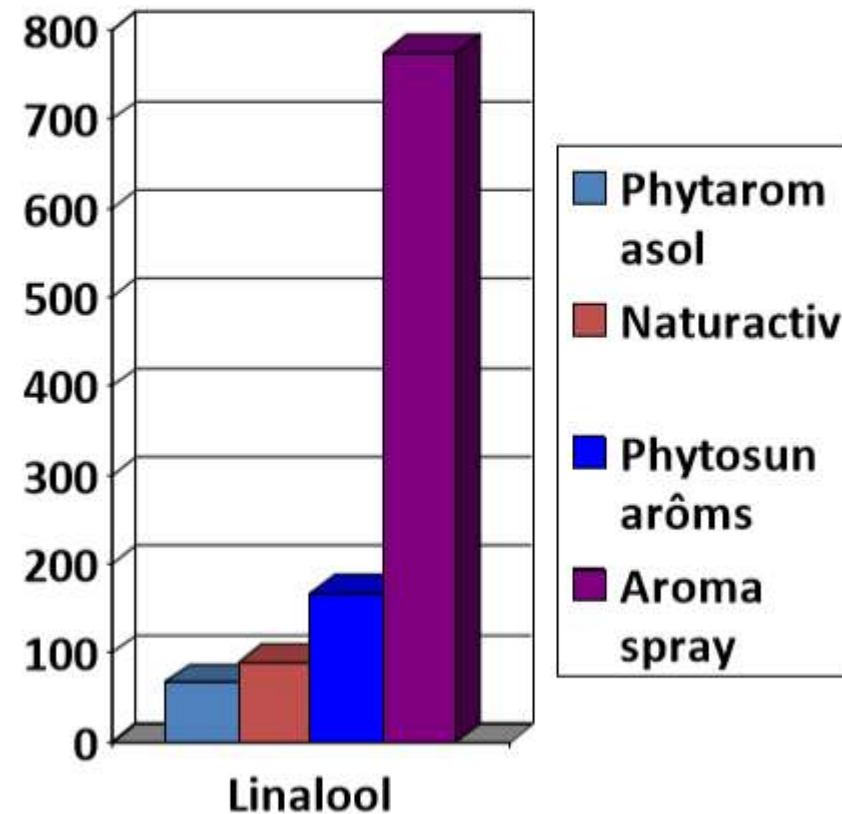
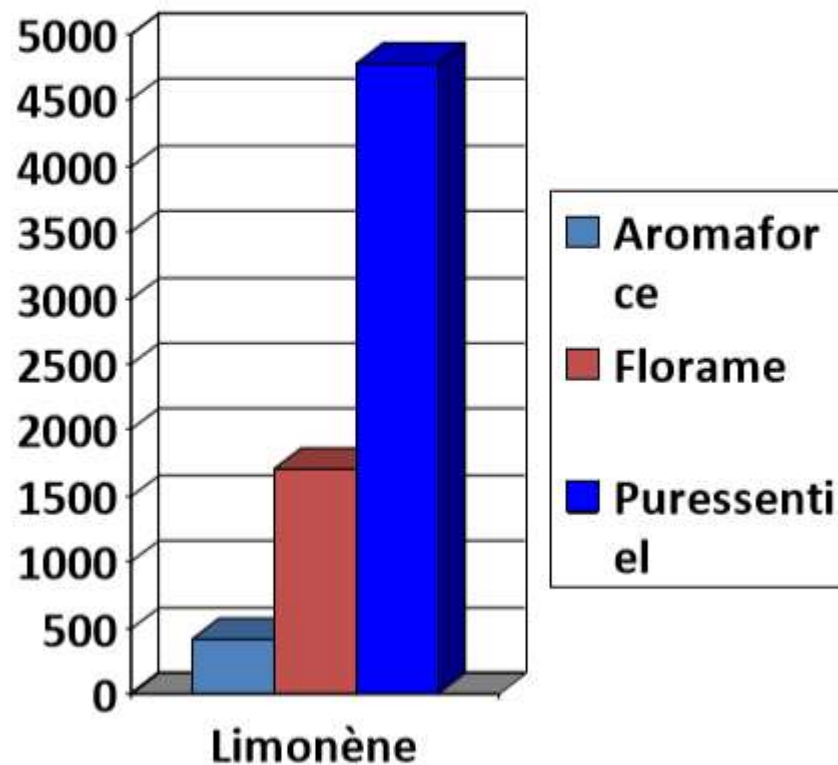
Concentration totale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en COV de 7 sprays d'huiles essentielles



Concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en PM_{2,5} de 7 sprays d'huiles essentielles



Concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en terpène prédominant de 7 sprays d'huiles essentielles



Etude UFC Que Choisir juin 2018Ch

ALIMENTATION & SANTÉ
 résultat pour pièce de 30 m², avec
 renouvellement d'air toutes les 2 h
 respect des recommandations du fabricant



- ++ Très bon 20 à 17
 - + Bon 16,5 à 13
 - Acceptable 12,5 à 10
 - Insuffisant 9,5 à 7
 - Très insuffisant 6,5 à 0
- es pourcentages entre parenthèses expriment
 e poids de chaque critère dans la notation finale.

AÉROSOLS ET SPRAYS

	ÉTAMINE DU LYS Rafraîchissant, sans gaz	AIR WICK Pure. Parfum aux 5 huiles essentielles	BIOCOOP Désodorisant avec des huiles essentiels bio	NATURE ET DÉCOUVERTES Brume à la citron- nelle aux 4 huiles essentiels bio	BACCIDE Spray assainissant aux huiles essentiels	ARKOPHARMA Spray assainissant huiles essentielles Cannelle, eucalyptus	USHUAÏA Air Pur 42 huiles essentiels	LCA Le spray anti-odeurs famille	LADRÔME LABORATOIRE Spray relaxation aux huiles essentiels bio	PRANAROM Spray assainissant. Assainit, purifie et désinfecte l'air	LE COMPTOIR AROMA Spray ambiant. Air pur assainissant. Menthe-citron	PURESENTIEL Assainissant spray aérien 41 huiles essentiels
Type de désodorisant	Spray	Aérosol	Spray	Spray	Spray	Spray	Spray	Spray	Spray	Aérosol	Spray	Spray
Contenance	125 ml	250 ml	200 ml	100 ml	200 ml	30 ml	100 ml	100 ml	30 ml	150 ml	200 ml	200 ml
Prix indicatif	8,50 €	5,40 €	7,10 €	13 €	9,50 €	7,90 €	7,90 €	11,90 €	6,10 €	11,50 €	10,90 €	21,80 €
Prix au litre	68 €	22 €	36 €	130 €	48 €	263 €	79 €	119 €	203 €	77 €	55 €	109 €
Principaux labels	Ecocert	-	Ecocert ; huiles essentiels bio	Huiles essentielles bio	-	-	-	-	Ecocert ; huiles essentiels bio	Ecogarantie Sertisys ; huiles essentiels bio	Qualité HEBBD ; huiles essentiels bio	-
Principales allégations	-	-	-	-	Assainissant	Assainissant	Assainissant	-	-	Assainissant	Assainissant	Assainissant
Toxicité (80 %)	+++	++	+	+	+	+	-	-	--	--	--	--
Risques à l'inhalation (50 %)	+++	++	+	+	+	+	--	-	--	--	--	--
Nombre d'ingrédients indésirables ⁽¹⁾	1	2	10	8	10	11	20	12	10	8	13	18
Nombre d'ingrédients très allergisants	0	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	3
Teneur en ingrédients très allergisants (µg/m ³)	0	Moins de 100	Entre 101 et 800	Entre 101 et 800	Entre 101 et 800	Entre 101 et 800	Entre 801 et 3 000	Entre 801 et 3 000	Plus de 3 000	Plus de 3 000	Plus de 3 000	Plus de 3 000
Teneur en COV (µg/m ³)	Entre 500 et 2 000	Entre 2 001 et 10 000	Entre 500 et 2 000	Entre 2 001 et 10 000	Entre 2 001 et 10 000	Entre 2 001 et 10 000	Entre 2 001 et 10 000	Entre 2 001 et 10 000	Entre 2 001 et 10 000	Entre 2 001 et 10 000	Plus de 10 000	Plus de 10 000
Risques au contact (50 %)	++	+	++	++	+	+	+	-	--	--	-	-
Nombre d'ingrédients indésirables ⁽²⁾	15	9	16	17	23	19	21	21	13	14	18	23
Nombre d'ingrédients très allergisants	3	5	3	4	4	3	3	4	3	4	3	4
Teneur en ingrédients très allergisants	Moins de 1 %	Moins de 1 %	Moins de 1 %	Moins de 1 %	Moins de 1 %	Moins de 1 %	Moins de 1 %	1 à 3 %	Plus de 3 %	Plus de 3 %	Plus de 3 %	1 à 3 %
Étiquetage (20 %)	+++	+++	+++	+	++	+	+	+	+++	++	++	++
Note globale (100 %)	17,5/20	15/20	14/20	12/20	12/20	11/20	8,5/20	8/20	6,5/20 ⁽³⁾	6,5/20 ⁽³⁾	6,5/20 ⁽³⁾	6/20

(1) Présents en quantité supérieure à 10 µg/m³. (2) Présents en quantité supérieure à 0,01%. (3) L'appréciation globale ne peut pas être supérieure à l'appréciation sur la toxicité potentielle.

Des teneurs record en allergènes et en COV

...autoné par des gouttelettes non volatilisées

Mesure de la concentration de COV dans une pièce de 42 m³

Composé	Pendant les 30 premières minutes après pulvérisation µg/m ³	De 30 à 60 minutes après pulvérisation µg/m ³
Eucalyptol	> 12 365,7	> 8359,5
Limonène	> 4875,9	3034,8
Linalyl acétate	4504,8	1 551,8
Cyclohexanol, 5 methyl-2-(1-methylethyl)-	3398,5	1167,6
1,6-Octadien-3-ol, 3-7 dimethyl- ou linalol	3123,0	1529,1
Somme des COV	> 38 972	> 20 898

L'exposition aux huiles essentielles

- peut aggraver l'asthme chez des patients déjà asthmatiques
 - diminution du VEMS significativement plus importante chez les asthmatiques que chez les témoins
 - la diminution du VEMS est liée à la sévérité de l'asthme
 - 36% pour les asthmes sévères
 - 17% pour les asthmes modérés
 - 8% pour les asthmes légers
- provoque des symptômes similaires à l'asthme (toux, dyspnée) et une irritation oculaire chez des patients souffrant d'hypersensibilité chimique.

Le mécanisme le plus fréquemment reconnu dans la détérioration de la fonction respiratoire serait plutôt irritatif.
- Le limonène a été également décrit comme un agent de sensibilisation cutanée.

La pollution intérieure liée aux produits parfumés augmente les exacerbations chez les asthmatiques

- 1098 patients : n=313 (28.5%) asthmatiques et n=785 (71.5%) non asthmatiques
- Résultats :
 - 56 % des patients asthmatiques ont rapporté des pb de santé liés aux produits parfumés vs. 24% des patients non asthmatiques
 - Effet économique : 18% des asthmatiques ont eu au moins 1 jour d'absentéisme professionnel dans l'année précédente vs. 4% des non asthmatiques
 - 50% des patients (tous confondus) : non informés sur les effets toxiques des produits parfumés

	Asthmatic		Non-asthmatic		POR (95% CI)
	Prevalence (n)	Percent	Prevalence (n)	Percent	
Respiratory problems	106	33.9	77	9.8	4.71 (3.38-6.56)
Nasal symptoms	83	26.5	71	9.0	3.63 (2.56-5.15)
Skin problems	52	16.6	52	6.6	2.81 (1.86-4.23)
Migraine headaches	53	16.9	57	7.3	2.60 (1.74-3.88)
Asthma attacks	73	24.0	8	1.0	30.61 (14.55-64.38)
Neurological problems	28	8.9	21	2.7	3.57 (1.98-6.40)
Cognitive problems	27	8.6	18	2.3	4.02 (2.18-7.42)
Gastrointestinal problems	21	6.7	15	1.9	3.69 (1.88-7.26)
Cardiovascular problems	21	6.7	12	1.5	4.63 (2.25-9.54)
Immune system problems	24	7.7	12	1.5	5.35 (2.64-10.84)
Musculoskeletal problems	18	5.8	11	1.4	4.29 (2.00-9.20)
Other	5	1.6	10	2.0	0.78 (0.28-2.15)
Total	174	55.6	188	23.9	3.98 (3.01-5.24)



Les asthmatiques sont plus affectés que les non asthmatiques par la pollution chimique liée aux produits parfumés (impact sanitaire et économique) .

Fragranced consumer products: effects on asthmatic Australians, Anne Steinemann, Air Quality, Atmosphere & Health (2018)

Valeur Toxicologique de référence

Une valeur toxicologique de référence (VTR) est un indice toxicologique qui permet, par comparaison avec l'exposition, de qualifier ou de quantifier un risque pour la santé humaine. Le mode d'élaboration des VTR dépend des données disponibles sur les mécanismes d'action toxicologique des substances et d'hypothèses communément admises : on distingue ainsi des « VTR sans seuil de dose » et des « VTR à seuil de dose ». Elles sont largement utilisées dans la démarche d'évaluation quantitative des risques sanitaires, processus décisionnel visant à fournir les éléments scientifiques essentiels à la proposition d'actions correctives par les gestionnaires de risque (réglementation ICPE, prévention, gestion locale d'une situation dégradée)... L'élaboration de VTR suit une approche très structurée et exigeante qui implique des évaluations collectives.

N° CAS	Composés	Date de choix formel (*)	VTR inh AS – VGAI LT – CLI ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Organisme	Année VTR	Date de choix formel (*)	VTR inh SS ($\mu\text{g.m}^{-3}$) ¹	Organisme	Année VTR	Date de choix formel (*)	VTR aigue - VGAI CT ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Organisme	Année
108-88-3	Toluène	2010	$3,0 \cdot 10^1$	ANSES	2010	-	-	-	-	-	$3,7 \cdot 10^4$	OEHHA	1
100-41-4	Ethylbenzène	-	$3,0 \cdot 10^2$	ATSDR	2010	-	$2,5 \cdot 10^{-6}$	OEHHA	2009	-	-	-	
91-20-3	Naphtalène	21/12/2015	$3,7 \cdot 10^1$	ANSES	2013	21/12/2015	$5,6 \cdot 10^{-6}$	ANSES	2013	-	-	-	
50-00-0	Formaldéhyde	25/02/2010	9,0	OEHHA	2008	25/02/2010	$5,3 \cdot 10^{-6}$	Santé Canada	2000	-	$5,5 \cdot 10^1$	OEHHA	2
75-07-0	Acétaldéhyde	30/04/2014	$1,6 \cdot 10^2$	ANSES	2014	27/09/2011	$2,2 \cdot 10^{-6}$	US EPA	1991	30/04/2014	$3,0 \cdot 10^3$	ANSES	2
107-02-8	Acroléine	03/07/2015	$8,0 \cdot 10^{-1}$	ANSES	2013	-	-	-	-	22/04/2013	6,9	ANSES	2
7785-26-4	α -Pinène	-	$4,5 \cdot 10^2$	AFSSET	2009	-	-	-	-	-	-	-	
5989-27-5	d-Limonène	-	$4,5 \cdot 10^2$	AFSSET	2009	-	-	-	-	-	-	-	
67-64-1	Acétone	-	$3,3 \cdot 10^4$	ATSDR	1994	-	-	-	-	-	-	-	
123-38-6	Propionaldéhyde	2009	8,0	US EPA	2008	-	-	-	-	-	-	-	
100-52-7	Benzaldéhyde	-	$9,0 \cdot 10^1$	AFSSET	2009	-	-	-	-	-	-	-	
84-66-2	Diéthyl phtalate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cf. PM _{2,5} à défaut de valeur spécifique		
-	Particules - PM ₁		cf. PM _{2,5} à défaut de valeur spécifique			-	-	-	-	18/01/2010	$2,5 \cdot 10^1$	OMS	2
-	Particules - PM _{2,5}	18/01/2010	$1,0 \cdot 10^1$	OMS	2005	-	-	-	-	18/01/2010	$2,5 \cdot 10^1$	OMS	2
-	Particules - PM ₁₀	18/01/2010	$2,0 \cdot 10^1$	OMS	2005	-	-	-	-	18/01/2010	$5,0 \cdot 10^1$	OMS	2
50-32-8	Benzo(a)pyrène	-	-	-	-		$1,1 \cdot 10^{-3}$	OEHHA	2009	-	-	-	
56-55-3	Benzo(a)anthracène	-	-	-	-		$1,1 \cdot 10^{-4}$	INERIS	2003	-	-	-	
53-70-3	Dibenzo(ah)anthracène	-	-	-	-		$1,1 \cdot 10^{-3}$	INERIS	2003	-	-	-	
1333-86-4	Carbone suie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10102-43-9	NO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10102-44-0	NO ₂	15/02/2013	$2,0 \cdot 10^1$	ANSES	2013	-	-	-	-	15/02/2013	$2,0 \cdot 10^2$	ANSES	2
71-43-2	Benzène	-	9,8	ATSDR	2007	2013	$2,6 \cdot 10^{-5}$	ANSES	2013	-	$2,7 \cdot 10^1$	OEHHA	2

Tableau 10 : Valeurs toxicologiques de référence (VTR) retenues l'évaluation des risques sanitaires

Où : AS signifie A Seuil ; Inh signifie Inhalation ; SS signifie Sans Seuil ; VGAI LT signifie Valeurs Guides de qualité d'Air Intérieur pour des expositions de Long Terme ; VGAI CT signifie Valeurs Guides de qualité d'Air Intérieur pour des expositions de Court Terme ; CLI signifie Concentration Limite d'Intérêt.

(*) Le cas échéant : date de l'expertise collective nationale portant sur un choix de VTR.

VTR sans seuil de dose d'exposition : la plupart des effets sont cancérogènes = probabilité supplémentaire par rapport à un sujet non exposé, qu'un individu contracte un effet s'il est exposé pendant sa vie entière à une unité de dose de la substance

VTR avec seuil d'exposition: la plupart des effets sont non cancérogènes. Dans ce cas le VTR représente le seuil en dessous duquel aucun effet sanitaire n'est attendu. Pour une exposition par inhalation, à la place du VTR, on parle de Concentration Admissible dans l'air (CAA) (en $\mu\text{g} \cdot \text{m}^3$)

L'élaboration des VTR comprend les étapes suivantes :

- ▶ recenser et analyser les données de toxicité disponibles, sur la base d'études épidémiologiques et/ou expérimentales,
- ▶ identifier le ou les organes cibles et l'effet critique,
- ▶ identifier l'hypothèse de construction, à seuil ou sans seuil de dose, en fonction du mode d'action de la substance,
- ▶ choisir une (ou plusieurs) étude clé de bonne qualité scientifique permettant généralement d'établir une relation dose-réponse (ou dose-effet),
- ▶ définir une dose critique chez l'Homme ou l'animal à partir de cette étude, éventuellement dans le cas d'une dose critique obtenue chez l'animal, ajuster cette dose à l'Homme,
- ▶ pour une VTR à seuil, appliquer des facteurs d'incertitude à cette dose critique de manière à dériver une VTR applicable à l'ensemble de la population,
- ▶ pour une VTR sans seuil, réaliser une extrapolation linéaire à l'origine afin de déterminer un excès de risque unitaire.

Pulvérisation d'un mélange de 41 huiles essentielles

- L'étude du CHRU Strasbourg (2016)*
 - mesure du contenu de limonène mesuré par pesage (57,7 mg pour 4 pulvérisations)
 - mesure par photo-ionisation du limonène après 4 pulvérisations dans une cabine de 9 m³, (57,3 mg/m³ sur 30 mn et 3 mg/m³ sur 3 heures)
 - mesure des COV terpéniques après 8 pulvérisations dans une pièce de 42 m³ (tubes actifs TENAX TA)

* C. Delmas, A.S. Weiler, S. Ortega et al. Mesure de la concentration aérienne de COV terpéniques (dont le limonène) selon plusieurs procédures lors de pulvérisations d'un mélange d'huiles essentielles. *Revue française d'allergologie* 56 (2016) 357-363

La pollution intérieure: les différentes substances

-Composé Organiques Volatiles COV

- Hydrocarbures aromatiques monocycliques: **benzène**, toluène, styrène
- Hydrocarbures aliphatique monocyclique: *décane*
- Hydrocarbures halogénés monocycliques: *trichloroéthylène*
- Cycloalcanes: *cyclohexane*
- Terpènes: *alphapinène, limonène*
- Alcools: *2-ethyl-hexanol*
- Glycols: *2-éthoxyéthanol*
- Esters: *acétate de butyle*
- Aldéhydes: **formaldéhyde**, acétaldéhyde, benzaldéhyde, hexaldéhyde,

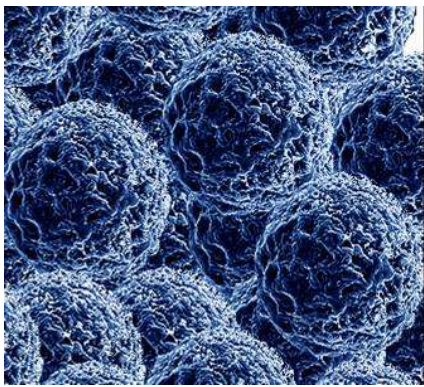
-Composés Organiques Semi Volatiles COSV

- Pesticides
- Phtalates
- Retardateurs de flamme
- PolyChloroBiphényles
- Organoétains: *antifongiques, métaux lourds*

- Gaz issus d'un processus de combustion

- CO
- NO2
- Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques: *benzo(a)pyrène*

-Ozone



Les nanoparticules

de 1 à 100 nanomètres (1 nm = 1 milliardième de m, terre / bille)

-depuis 20 ans des matériaux très connus (argent, oxyde de fer, silice) peuvent être transformé en nanoparticules La transformation modifie leur comportement

Ag = antibactérien

Or =catalyseur

des isolants deviennent conducteur...

Dioxyde de titane: le comportement dépend de la taille, forme, état d'agglomération

8 paramètres si on modifie un seul critère, on modifie les propriétés , et la toxicité

-Déséquilibre: 92 % des publications concernent les applications industrielles,
8 % la santé

- Problème:
 - pénétration dans organisme facilité
 - interaction avec organisme multipliée (< surface de contact)
 - exposition de l'organisme inconnue
 - multiplicité des effets selon paramètres
 - peu de connaissance sur les mécanisme d'élimination

quelques exemples



- **DIOXYDE de TITANE** TiO_2 E 171

colorant blanc ou irisé MMs couche blanche entre chocolat et couche colorée
Dans des bonbons donne aspect pailleté

- **OXYDE de FER** Fe_2O_3 E172

colorant jaune ou rouge

- DIOXYDE de TITANE** TiO_2 titanium dioxyde CI 77891

Opacifiant, colorant, filtre solaire (evite les traces blanches)

- OXYDE de ZINC** ZnO CI 77947

filtre solaire, colorant

- OXYDE de FER** FeO_3 iron oxyde CI 77489

Colorant noir rouge orange jaune

- DIOXYDE de Titane** TiO_2 E171

excipient pelliculage des cp et gelule

par exemple Doliprane 500 contient TiO_2 , pas le comprimé



Sources

2015: 350000 t produites en France, 120000 t importées

- Pneus : *plus gros utilisateur mondial*
- Bâtiments, agriculture: dioxyde de titane: *rend les vitres autonettoyantes*
- vêtements:, ustensiles de cuisine: *Ag antibacterien, nano carbone dans article d sport*
- Médicaments: *4000*

Voies de pénétration

- Inhalation: la plus étudiée: passage de la barrière alvéolaire
- Voie cutanée: dans les ganglions en cas de tatouage
passage probable sur peau lésée (coup de soleil, eczéma)
- Ingestion peu explorée
 - Etude sur dioxyde de Ti chez souris: baisse de l'immunité et lésion pré cancéreuses
 - données très parcellaires sur la toxicité induit stress oxydant, inflammation
 - Difficulté ++ de normalisation des techniques d'analyse

réglementation

- 2014: réglementation impose l'étiquetage des nano dans l'alimentation
- Que choisir 2018: Ducros répond que l'antiagglomérant n'est pas au départ nanométrique, Doliprane avec nano non mentionnéprésence de nano dans de nombreuses crèmes, ou aliments, sans étiquetage

Impact sur environnement:

- *encore moins bien connu*

- rôle des nano des cremes solaires sur les coraux,

- devenir des pneus ou du beton lorsque celui-ci s'use,

- en cas de recyclage (*granules de pneus qui deviennent terrain de sport*)

- aliments ou cosmétique qui via les égouts se retrouvent dans les boues d'épurations ensuite utilisées comme engrais

- Le nanoargent utilisé ds vêtements antibacteriens ou anti odeur part au lavage action biocide - rôle sur flore, sur station d'épuration ...

Sommes nous d'accord d'altérer la qualité de l'eau pour avoir des chaussettes odorantes?

Choix de société, mais débat « faible »

POLLUANTS BIOLOGIQUES

Bactéries, virus, moisissures, insectes, acariens, animaux..

POLLUANTS CHIMIQUES

GAZ,
PARTICULES

COV

.....

CO

Gaz d'échappement

POLLUANTS PHYSIQUES

Bruit, éclairage artificiel, écrans, conditions de température et **humidité**, radiations, odeurs.....



Les moisissures sont des champignons microscopiques présents naturellement sur la matière organique morte et en décomposition, ainsi que dans le sol. Elles pénètrent dans les bâtiments via les portes et fenêtres, les systèmes de ventilation, les occupants (vêtements, chaussures, etc.), ou encore les animaux, sous la forme de spores.

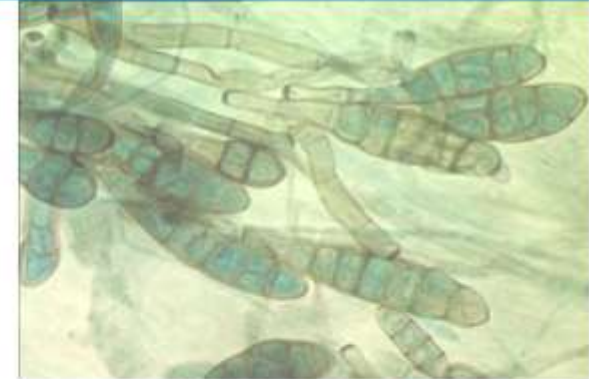
Observation de moisissures à différentes échelles



Contaminations fongiques sur un mur



Développement de moisissures
grandissement X50



Spores d'*Alternaria alternata*
observées au microscope

La production de vapeur d'eau par les activités domestiques, estimée en France à **10 litres** pour une famille de 4 personnes et par jour

Le saviez-vous ?

On estime qu'une personne émet au repos de 40 à 60 g de vapeur d'eau par heure et de 80 à 250 g/h en activité. La production de vapeur d'eau liée aux activités telles que lessive, toilette et cuisine est estimée entre 5 et 20 kg/jour pour un foyer de 4 personnes.

si augmentation de l'humidité

La production de vapeur d'eau par les activités domestiques, estimée en France à **10 litres** pour une famille de 4 personnes et par jour



COV
petites particules



VENTILATION: 43m³/h AERATION 5 mn matin et soir

Les allergies respiratoires

Les champignons microscopiques peuvent induire de nombreuses manifestations telles que l'asthme, l'eczéma, le rhume des foins et l'urticaire. Si les symptômes peuvent être traités, l'éviction des particules biologiques en cause demeure le moyen le plus efficace pour prévenir l'allergie. Aujourd'hui on estime que plus de 15% de la population est allergique aux moisissures.

Les infections fongiques invasives (IFI)

Certaines moisissures habituellement présentes dans l'environnement intérieur peuvent causer des infections fongiques invasives chez des patients ayant des défenses immunitaires diminuées. Le patient immunodéprimé acquiert l'infection le plus souvent par inhalation des spores de moisissures. Ces atteintes sont responsables de signes cliniques non spécifiques (difficultés respiratoires, douleurs et toux avec parfois une fièvre) dont la gravité dépend, en grande partie, de l'état immunologique du patient, avec risque de décès chez les personnes sévèrement immunodéprimées.

Les toxi-infections

Des études spécifiques ont mis en évidence des maladies provoquées par l'exposition à des molécules produites par les moisissures : les mycotoxines. Ces dernières sont contenues dans les fragments fongiques ou fixées sur les poussières. Elles peuvent être inhalées et pénétrer plus ou moins profondément dans l'arbre bronchique. Les principales manifestations cliniques sont l'œdème pulmonaire, la fièvre, une fatigue généralisée, des difficultés respiratoires ou encore l'hémorragie.

Outre les mycotoxines, les spores contiennent une substance biologiquement active : le β -(1,3-) glucane, qui entraîne la réduction des défenses immunitaires. On prête également à cette substance des propriétés irritantes.

Recommandations :

D'une manière générale, il faut éviter de camoufler les moisissures par de la peinture ou par la pose de nouveaux revêtements (bâche, cartons, ...). Il faut également éviter toutes les pratiques susceptibles de mettre en suspension des particules telles que :

- le grattage à sec des moisissures ;*
- le recours à un aspirateur ménager ;*
- l'utilisation de nettoyeurs sous pression qui participent au détrempage du matériau et donc au développement des moisissures.*

Le saviez-vous ? :

L'eau de Javel est un produit corrosif, attention aux projections. Il ne faut jamais mélanger de l'eau de Javel avec des produits ammoniacés ou des produits acides (produits détartrants ou vinaigre blanc par exemple) en raison des dégagements toxiques.

Reportez-vous à la notice d'emploi figurant sur l'emballage du produit.







#2^e



Habitat: compétition entre bactéries, moisissures, insectes

- Une vingtaine d'espèces d'acariens : *Dermatophagoides pteronyssinus* et *farinae*, *acarus syro*, *blomia tropicalis* (mangé par *Cheyletus*)
- Une centaine d'espèces de moisissures
- Les acariens (250 µgr) se nourrissent de spore (2-4 µgr) et peuvent les transporter sur leur corps (50 spores) en traversant une flore fungique contribuant aux transport des moisissures

Les acariens ont des préférences alimentaires



- **Espèces attractives** : *A.alternata*, *C.sphaerospermum*, *P.chrysogenum*

Pénicillium : fournissent Vit B et D (croissance)

Acarus siro : conso de moisissures produit guanine = phéromone favorisant accouplement des acariens



- **Espèces répulsives** : *A.versicolor*, *Stachybotrytis Chartarum*

Production de **COV** (géosmine) et de **mycotoxine** (satrotoxine, stachylysine)

- 2000 acariens par gr de poussiere (matelas) : si < des acariens déséquilibre de la flore fungique dans certains habitats
- **T°** joue un rôle sur vitesse de déplacement : dermatophagoides contre acarus siro si baisse température affaiblissement du dermatophagoides D'autres facteurs comme taux d'humidité, présence de nourriture, insecticide vont favoriser ou pas tel ou telle espèce

Asthma caused by ficus benjamina

Ann Allergy Asthma Immunol 1998; 80 (1): 24-30



- Plante intérieure
- rhinite et asthme prof/domestique
- allergène contenu dans la sève
- TC+ IgE spé +TPB +
- angiooedème
- par allergie croisée après ingestion de figues et de kiwi

Intolérances environnementales idiopathiques

Absence de mécanisme physiopathologique établie, malgré présentations cliniques assez stéréotypées

Syndrome du bâtiment malsain (sick building syndrome)

sensation d'irritation yeux, peau et de gorge sèche, nez bouché ou rhinorrhée claire, céphalée et fatigue, parfois gêne respiratoire
Disparition en dehors de l'habitat suspect

Syndrome d'Hypersensibilité Chimique Multiple:

ORL, œil, cutané, neuro, digestif..
souvent déclenchement par odeur du neuf, parfum, parfums...

Bilan large - Difficulté à trouver un équilibre entre les aménagements réalisables et la gêne ressentie

L'appartement vu comme une éprouvette

mauvaise qualité du bâtiments:: ponts thermiques et < humidité acariens

petite surface: < concentration des polluants

proche axe routier : < PPM

nombreux habitants: < humidité < moisissures COV acariens

obstruction des ventilation: augmentation concentration polluants COV et COSV

femme au foyer : activité ménagère intense cuisine gaz et cuisson longue: humidité,
utilisation javelle

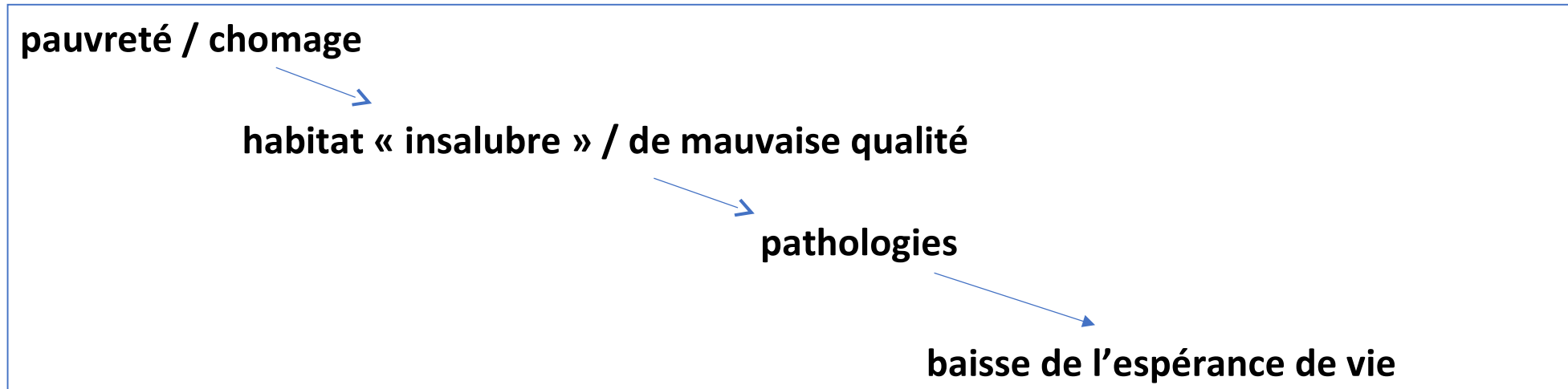
parents sans travail

médecine environnementale ou discrimination en santé ?

OMS

La santé est un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité

*les déterminants de la santé sont les « facteurs personnels, sociaux, économiques et **environnementaux** qui déterminent l'état de santé des individus ou des populations »*



discrimination (indirecte) sur l' état de santé

Votre Environnement au Quotidien

VOTRE DOMICILE EN TOUTE TRANQUILITÉ

Salle de bain, WC

RISQUES

Produits ménagers, spray divers (laques, déodorants...), linge humide
Moissures

SOLUTIONS

- > Ne pas obstruer les dispositifs de ventilation (bouches d'aération)
- > Limiter les aérosols et le nombre de produits d'entretien



RISQUES

Poussières, moisissures, insectes, mites

SOLUTIONS

- > Aspirer
- > Nettoyer régulièrement



Grenier

Chambre

RISQUES

Lit - Sommier, Air trop sec, température trop élevée.
Acaréens, moisissures

SOLUTIONS

- > Aérer
- > Ne pas fumer
- > Aspirer les sols



Conseils pratiques

Garage, cave, sous-sol

RISQUES

Gaz d'échappement, essence, produits de bricolage et de jardinage

SOLUTIONS

- > Ne pas obstruer les dispositifs de ventilation (bouches d'aération)
- > Se débarrasser des produits périmés ou inutiles
- > Bien fermer les produits après utilisation



Salon, Salle à manger

RISQUES

Désodorisants divers, tabac, moquette, mobilier, cheminée à foyer ouvert, revêtement sol, colle à papier peint, moquette, certaines plantes d'intérieur (ex. *Ficus*), bougies, encens. *Allergènes animaux* (chat, chien, lapin, hamster, oiseaux...). *Moissures. Poussières. Acariens.*

SOLUTIONS

- > Aérer
- > Ne pas fumer
- > Aspirer les sols
- > Exclure les diffuseurs d'huiles essentielles
- > Placer un détecteur de fumée



Cuisine

RISQUES

Grille pain, Produits décapants et d'entretien, Combustion par la cuisine au gaz, Mobilier en bois lamellé-collé. *allergènes animaux* (chat, chien, lapin, hamster, oiseaux...) *Formaldéhyde, moisissures*

SOLUTIONS

- > Laver
- > Aérer
- > Ne pas obstruer les dispositifs de ventilation (bouches d'aération)
- > Entretenir la hotte aspirante
- > Limiter les aérosols et le nombre de produits d'entretien
- > Prétérer des produits plus "sains" (sans allergènes et émettant le moins de COV)
- > Respecter les modes d'emploi des produits chimiques (étiquettes)
- > Régler les matériels de cuisson et de chauffage



Ce que chacun peut mettre en œuvre

Principales recommandations

- Aération
- Maintenance équipements
- Comportements
- Choix des produits d'entretien
- Si rénovation :
 - Choix des Matériaux
 - Mise en place d'une ventilation efficace



La ventilation

le décret EPB (performances énergétiques et bien-être intérieur) la norme NBN D50-001.

3,6 mètres cubes par heure et par mètre carré de surface

exemple: 43 m³ / H pour une chambre de 12 m²

= 2 renouvellement du volume de la pièce / heure

= 15 à 30 mn / j

Naturelle ou mécanique (nécessité d'entretien pour VMC)

Les purificateurs d'air n'ont pas démontré leur intérêt

Une maison qui sent bon est sale

Une maison propre n'a pas d'odeur !

Produits d'entretien :

- Polluants nombreux (parfums, solvants, biocides, plastifiants...)
- Choix des produits d'entretien moins nocifs (limité en parfums, faible teneur en COV, sans éthers de glycol)
- Produits désinfectants déconseillés
- Respect des protocoles de nettoyage et de dilution important
- Bien aérer pendant et après le nettoyage
- Aide au choix : Etiquetage (risques), contact fabricant, FDS, Labels



- Alternative : Nettoyage vapeur (temps de nettoyage plus long mais économie des produits)

Aspiration des poussières : Aspiration centralisée : évite la remise en suspension des poussières

Produits d'entretien suite...

- Choisir produits chimiquement simples

Vinaigre blanc pour détartre, bicarbonates de soude pour désodoriser

- Éviter les formes aérosols

- Éviter les produits « bactéricides ou désinfectants »

marketing: baisse du temps de ménage , donc marketing sur produits » puissants »

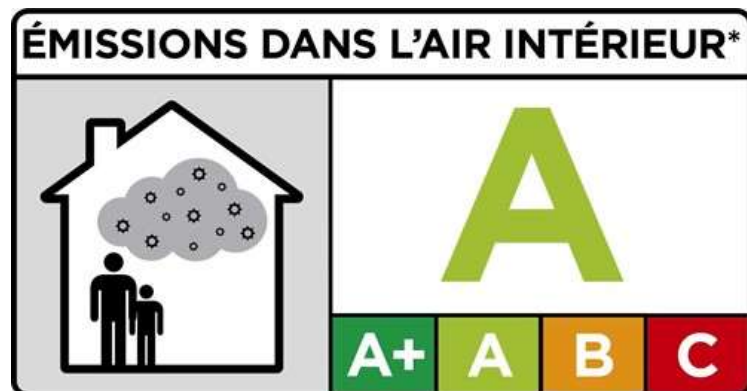
ammoniums quaternaire (chl de benzalconium...)

- *Problème de résistance :
ammonium quat. désormais inactif sur Listeria monocytogenes, Pseudomonas Aeruginosa
moins sensible*
- *Impossible dans maison de reproduire les conditions de leur efficacité:
usage pur, surface lisse ,temperature 20 °, durée contact
5à15 mn)*
- *Et théorie hygiéniste ...*

- **Pour la toilette préférer les savons solides**

Choix des matériaux

Réglementation : Etiquetage sanitaire



Décret
N° 2011-321
du 23 mars 2011

Depuis 1er Janvier 2012 pour les nouvelles références mises sur le marché à partir de janvier 2012

1er septembre 2013 : toutes les autres références.

Classes	C	B	A	A+
TVOC	> 2000	< 2000	< 1500	< 1000
Formaldéhyde	> 120	< 120	< 60	< 10
Acétaldéhyde	> 400	< 400	< 300	< 200
Toluène	> 600	< 600	< 450	< 300
Tétrachloroéthylène	> 500	< 500	< 350	< 250
Xylène	> 400	< 400	< 300	< 200
1,2,4-Triméthylbenzène	> 2000	< 2000	< 1500	< 1000
1,4-Dichlorobenzène	> 120	< 120	< 90	< 60
Éthylbenzène	> 1500	< 1500	< 1000	< 750
2-Butoxyethanol	> 2000	< 2000	< 1500	< 1000
Styrène	> 500	< 500	< 350	< 250

Concerne les produits utilisés exclusivement ou non en intérieur

Labels



- meuble neuf :

*si possible le laisser une semaine dans un endroit aéré
jeter les cartons d'emballage*

- pour parquets :

choisir vitrification sans solvant et en phase aqueuse

Compte-rendu de visite à domicile du 30 mars 2016

Concernant [REDACTED] Adresse : [REDACTED] 320 LA GRAND CROIX Allergie : [REDACTED] Dossier N° : 8997 Statut du patient : ☐ Locataire ☒ Propriétaire		Médecin prescripteur : ☐ Médecin libéral ☐ Pneumologue ☐ Médecin hospitalier ☐ Pédiatre ☐ Médecin traitant ☒ Allergologue
Synthèse des constats Le logement est situé à proximité immédiate de l'autoroute (inférieur à 500m) ce qui génère une exposition à des polluants chimiques irritants. Le patient de par son activité professionnelle est en contact quotidien avec des produits chimiques destinés au professionnel du bâtiment (société de commerce de gros de produits chimiques). Le patient est particulièrement exposé de façon chronique dans son véhicule professionnel à des émissions de polluants chimiques irritants (désinfectants, décapants, détergents, aérosols...). Une quantité non-négligeable de produit en phase solvant, est stocké dans son véhicule (odeur fortement perceptible). Ce stock est particulièrement influencé par l'hygrométrie et la température de l'air. Dans le logement, certains éléments favorisent la prolifération des acariens ainsi que l'exposition aux allergènes : absence de housse anti-acariens hermétique autour du matelas, lavage irrégulier des grosses pièces de literie, canapé en tissu à l'étage, livres non rangées à l'abri de la poussière, aspirateur sans HEPA, coussins rarement lavés. L'aération quotidienne est insuffisante et le logement ne dispose d'aucun système de ventilation. La présence d'un lapin peut engendrer des réactions allergiques en cas d'allergie avérée. Des produits émissifs en composés chimiques sont utilisés et peuvent aggraver les symptômes : parfums d'intérieur sous forme de bougies, produits ménagers irritants et parfumés, lessive irritante et parfumée. Le patient fume à l'extérieur du logement (effet cancérigène possible, irritations pour la peau et les voies respiratoires, exacerbation des allergies et de l'asthme).		

Prélèvements et mesures

Bilan sur la ventilation/aération

Pièces	Amenées d'air	Sorties d'air	Aération quotidienne en saison froide
Cuisine	Aucune	Aucune	Pas systématique
Séjour	Aucune	Aucune	Pas systématique
Chambres	Aucune	Aucune	Pas systématique
Salle de bains	Aucune	Aucune	Pas systématique

Mesures environnementales

Température extérieure : 17,0°C

Humidité relative extérieure : 35,0 %RH

Pièces	Humidité relative (%)	Température (°C)	CO2 (ppm)	Formaldéhyde (µg/m³)
Séjour	51,6	20,3	705	37,5
Chambre	52	20	820	
Limites	<60	<20	<1000	<30

Les polluants ont une origine commune mais

1- polluants urbains (PM, No2)

polluants - *pas d'effets directs sur le dérèglement climatique*
 - *mais effets locaux sur santé et environnement*

court et moyens terme

2- gaz à effets de serre (CO2, méthanes)

polluants - *effet sur planète COP 21*
 - *peu d'effet sur santé (à court terme..)*

long terme



Chauffage au bois

- energie renouvelable : *peu d'energie fossile, bon pour pollution atmosphérique*
- mais polluant intérieur: *mauvais sur santé*



Chauffage au bois

- energie renouvelable : *peu d'energie fossile, bon pour pollution atmosphérique*
- mais polluant intérieur: *mauvais sur santé*

	SO2	NOx	CxHy	CO	CO2	Poussières
Chaudière Fioul	140	40	10	50	78000	5
Chaudière Gaz Naturel	0	40	5	50	52000	0
Chaudière Charbon	340	70	10	4500	104000	60
Chaudière à bois bûches traditionnelle	10	50	1000	6000	0	70
Chaudière à bois bûche moderne	10	42	9	366	0	14
Chaudière à bois déchiqueté	10	45	2	16	0	4

Type et classe d'appareil		Rendement énergétique (en %)	Émissions de CO	Émissions de particules fines (en mg/Nm³)
Poêle à bûches	5 ★	≥ 70	≤ 0,30 %	≤ 90
	6 ★	≥ 75	≤ 0,15 %	≤ 50
	7 ★	≥ 75	≤ 0,12 %	≤ 40
Poêle à granulés	5 ★	≥ 85	≤ 0,04 %	≤ 90
	6 ★	≥ 86	≤ 0,03 %	≤ 40
	7 ★	≥ 87	≤ 0,02 %	≤ 30
Chaudière à bûches	5 ★	> 80	≤ 700 mg/Nm³	≤ 60
	6 ★	> 87	≤ 600 mg/Nm³	≤ 40
	7 ★	> 87	≤ 500 mg/Nm³	≤ 30
Chaudière automatique	5 ★	> 85	≤ 500 mg/Nm³	≤ 40
	6 ★	> 87	≤ 450 mg/Nm³	≤ 30
	7 ★	> 87	≤ 300 mg/Nm³	≤ 20

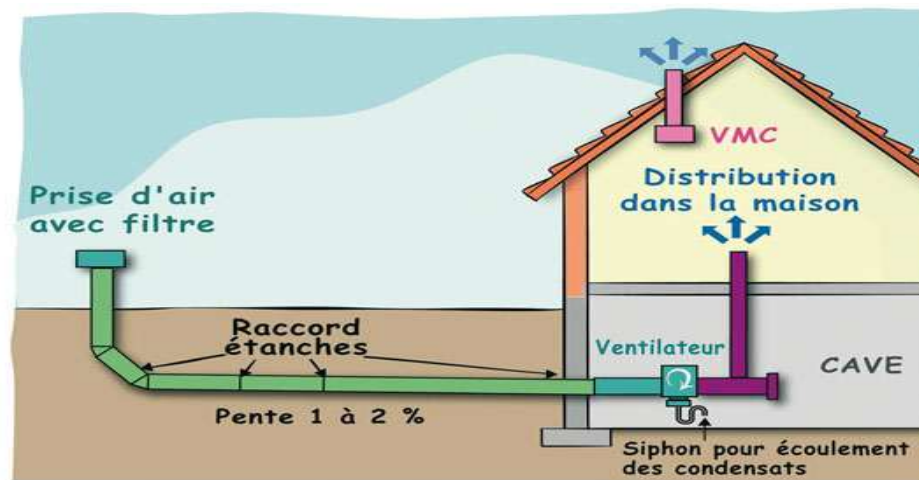
Source : Flamme Verte.

Isolation des bâtiments :

- limitation de l'énergie: *bon pour la pollution atmosphérique*
- augmentation des polluants intérieurs : *mauvais sur santé*

Isolation des bâtiments :

- limitation de l'énergie: *bon pour la pollution atmosphérique*
- augmentation des polluants intérieurs : *mauvais sur santé*





Étalement urbain :

- maison isolée

utilisation énergie fossile: *goudron, essence, diminution
espace naturels
mauvais pour pollution atmosphérique*

- habitat en ville

augmente concentration des polluants urbains



donc parfois solutions techniques...

***mais translation énergie fossile vers énergies renouvelables:
limites ...***

nécessité d'évolution vers des modes de vie économes en énergie...