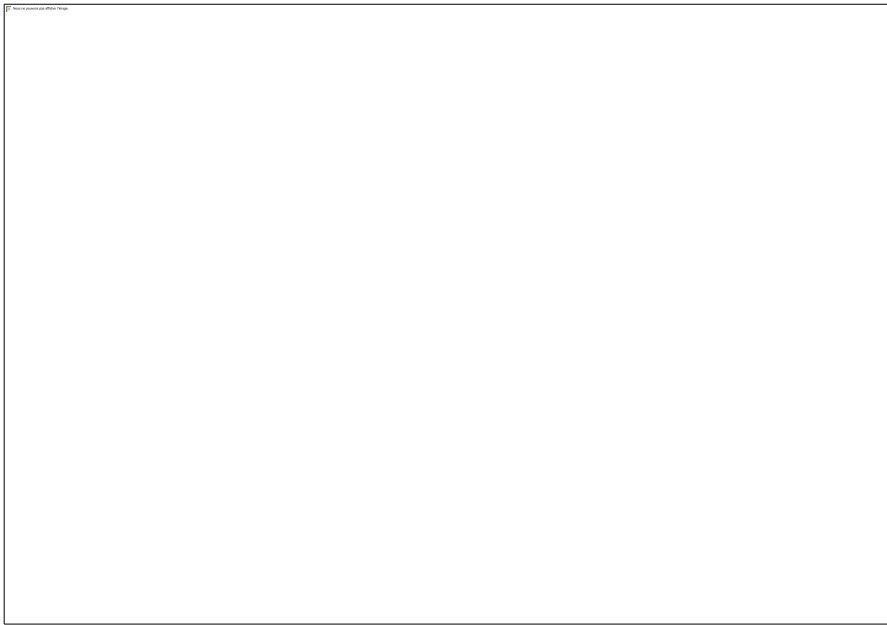


# La Pollution Intérieure

*Docteur Charles DZVIGA*

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



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.*

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** début 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...

**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**: création de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur

**2013** 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 48 milliards d'euros par an.

# Prise de conscience sur la pollution intérieure - Les maladies du système immunitaire

- Augmentation des maladies liées au système immunitaires

- Cancer : + 50 % entre 1980 et 2005
- Allergies : + 300 % entre 1980 et 2015 ( 10 / 30 %) - 4e morbidite OMS
- Maladies auto immunes :

*7 % de la population générale*

*diabète : 2,6 % en 2000*

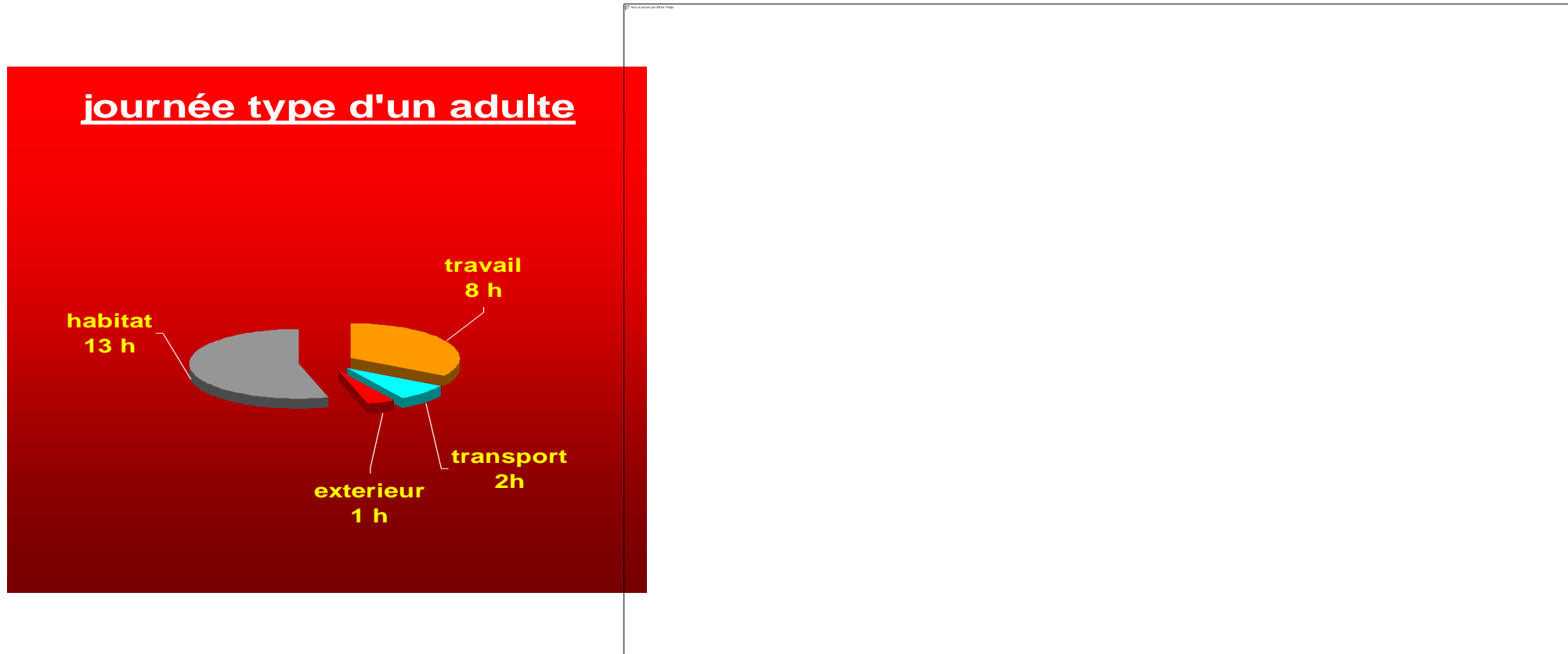
*à 4,4 % en 2009*

- Pourquoi ?

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

# Prise de conscience sur la pollution intérieure

- Modification des modes de vie - Taux des polluants



- pollution intérieure = pollution extérieure  
+ production polluants intérieurs

*1996 loi sur l'air*



# 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 : 455*

• *Pneumallergenes 160 + recombinants...*

• *Latex + professionnel : 40*

• *Aliments: 330 + recombinants*

• *Hymenopteres : 10*

• *Médicaments : minimum 50*

***Environ 1000 + recombinants***



**Effets irritants** Ex: tabac, ozone , PM10....

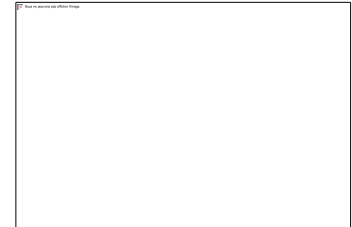
dose dépendant : *réglementation*

**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*

# Interractions ...

- 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'O<sub>3</sub>.*

- 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 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 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

# La Pollution extérieure :    **Ozone + PPM**

- industrie      - voiture
- agriculture    - chauffage (Rhône Alpes : 68 % des particules fines par temps froid)

## Action environnement extérieur sur allergènes aéroporté

### -arbres et plantes :

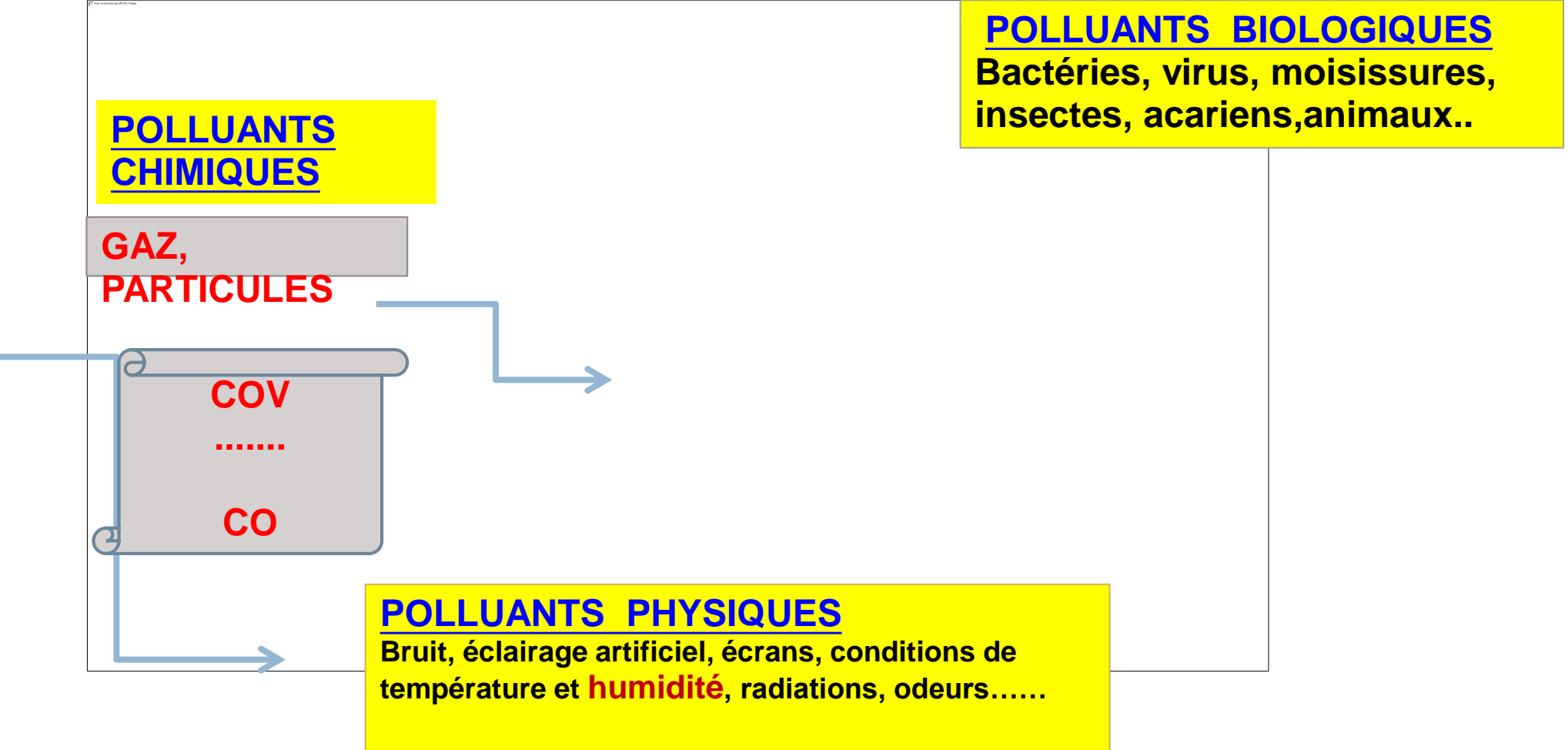
- par le réchauffement climatique **modification des aires de distribution** (exposition de nouvelles populations),
- **allongement de la période de pollinisation**, et de la **quantité** de pollens pour certaine espèces (ambroisie)

### - sur grain de pollen

- la pollution gazeuse et particulaire favorise la **libération dans l'air de sous fractions et d'allergènes libres**, et la pénétration dans arbre bronchique
  - **augmentation de l'allergénicité** des pollens par le caractère adjuvant de la pollution sur l'inflammation
  - modifications post traductionnelles des molécules allergéniques dont l'effet sur la réaction inflammatoire reste à préciser
    - < reconnaissance par les IgE des pollens en atmosphère toluène et particulaire ;
    - > reconnaissance par IgE des pollens avec NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> et O<sub>3</sub>
-







**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 = Iépç+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
benzofaloprène	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
oprène	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	9	5	14	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: *antifongiques*, *métaux lourds*

## - Gaz issus d'un processus de combustion

- CO
- NO<sub>2</sub>
- 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)*

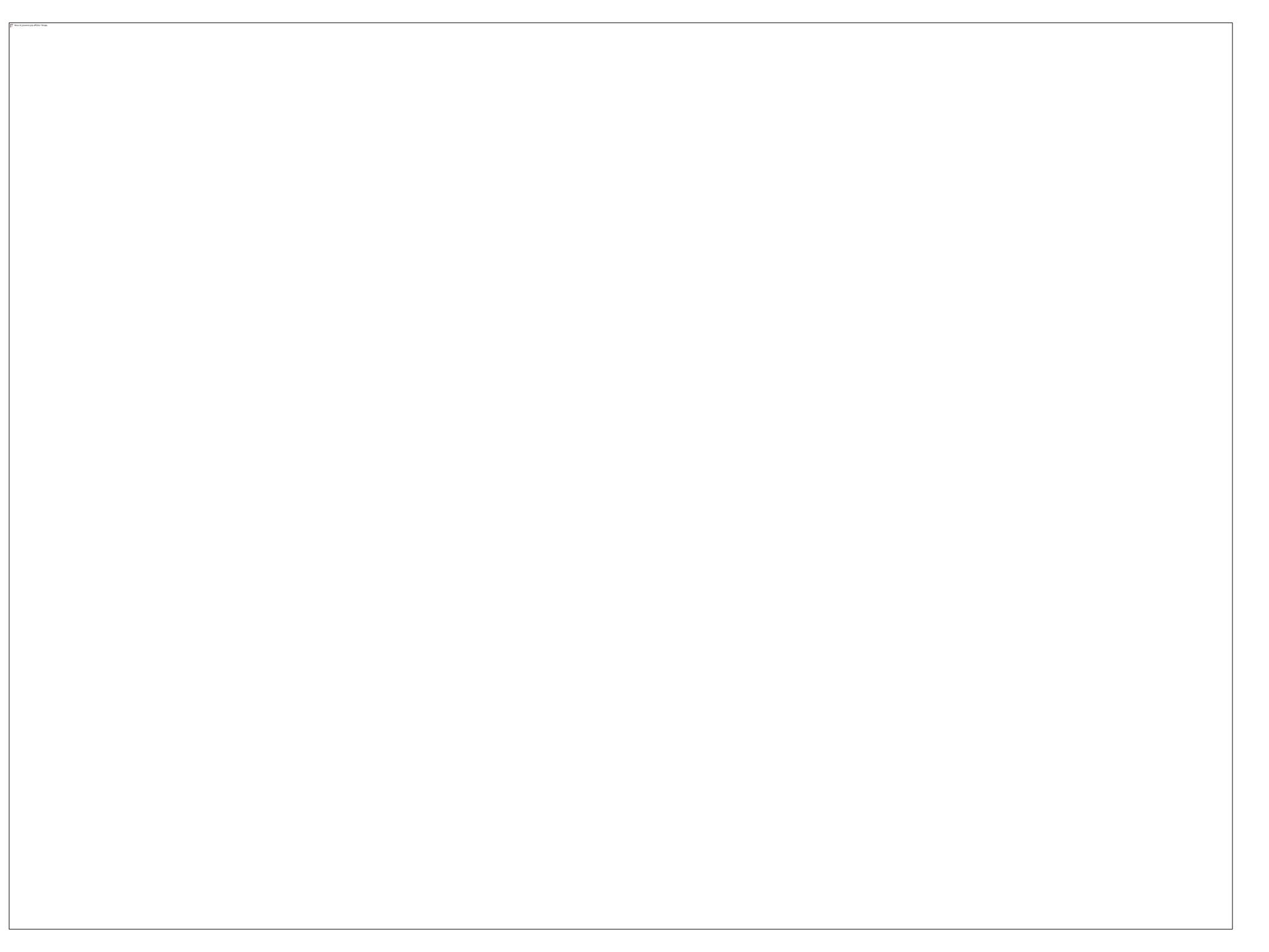
L'ingestion d'eau ou d'aliments contaminés constitue la principale voie d'exposition à l'arsenic pour la population générale (IARC, 2011). Les autres voies d'exposition (air, notamment) sont considérées comme négligeables (Afssa, 2007).

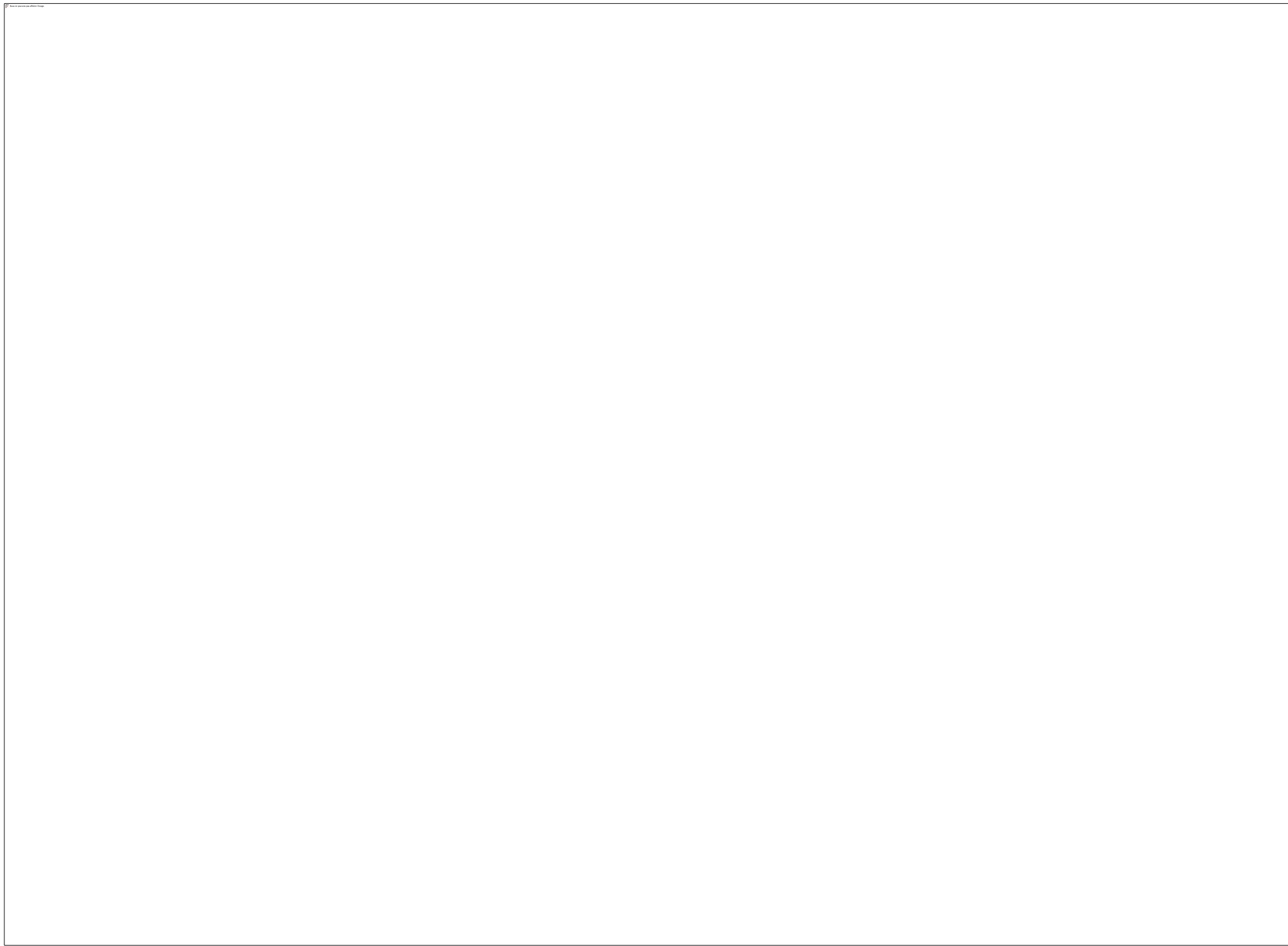
l'exposition chronique par ingestion d'eau contaminée est à l'origine de cancers du poumon, de la peau et de la vessie.

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). Cette valeur a été établie 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  $10 \mu\text{g/L}$  et  $100 \mu\text{g/L}$  augmente le risque **de cancer de la peau** **Une telle exposition concernerait environ 1 million d'individus** dans ces pays, soit **25% de la population** (Hough, 2010).





# Radon

-  
trouve dans les roches

Gaz radioactif, inodore

- **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  $\text{Bq/m}^3$  de radon mesuré
- Risque si accumulation dans atmosphère confinée
  - S'infiltré 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

# 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

*odeur du « neuf », souvent inodore*

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..*

*Persiste dans air intérieur: moins de photochimie, moins d'érosion éolienne  
peut persister des mois ou des années*

# 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



# 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*

*Cloisons, plafonds, planchers, panneaux acoustiques, mobilier.....*  
*Peinture, moquette, textile.....*  
- OQAI( 2006) : 1,3 à 86,3 µg/m<sup>3</sup>

TABAC

BRICOLAGE

# formaldéhyde

**Irritant + allergène + cancérogène + perturbateur endocrinien**

Rhinite et Asthme

Allergie de contact

Cancérogène gr1 : *naso pharynx, leucémie*

Composé génotoxique à forte doses ( aduits ADN et ADN proteines au niveau épithélium respiratoire nasal

*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 dépasserait cette valeur cible - dosage par CMEI



# 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 systeme hematopoiétique leucemie

*(LMA et LA non lymphocytaire)*

valeur guides : **2 $\mu$ gr/m<sup>3</sup>** au 1/01/2016

décret 2009: *les matériaux de construction et de décoration doivent émettre moins de 1  $\mu$ gr/m<sup>3</sup>*

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: *antifongiques, métaux lourds*

## - Gaz issus d'un processus de combustion

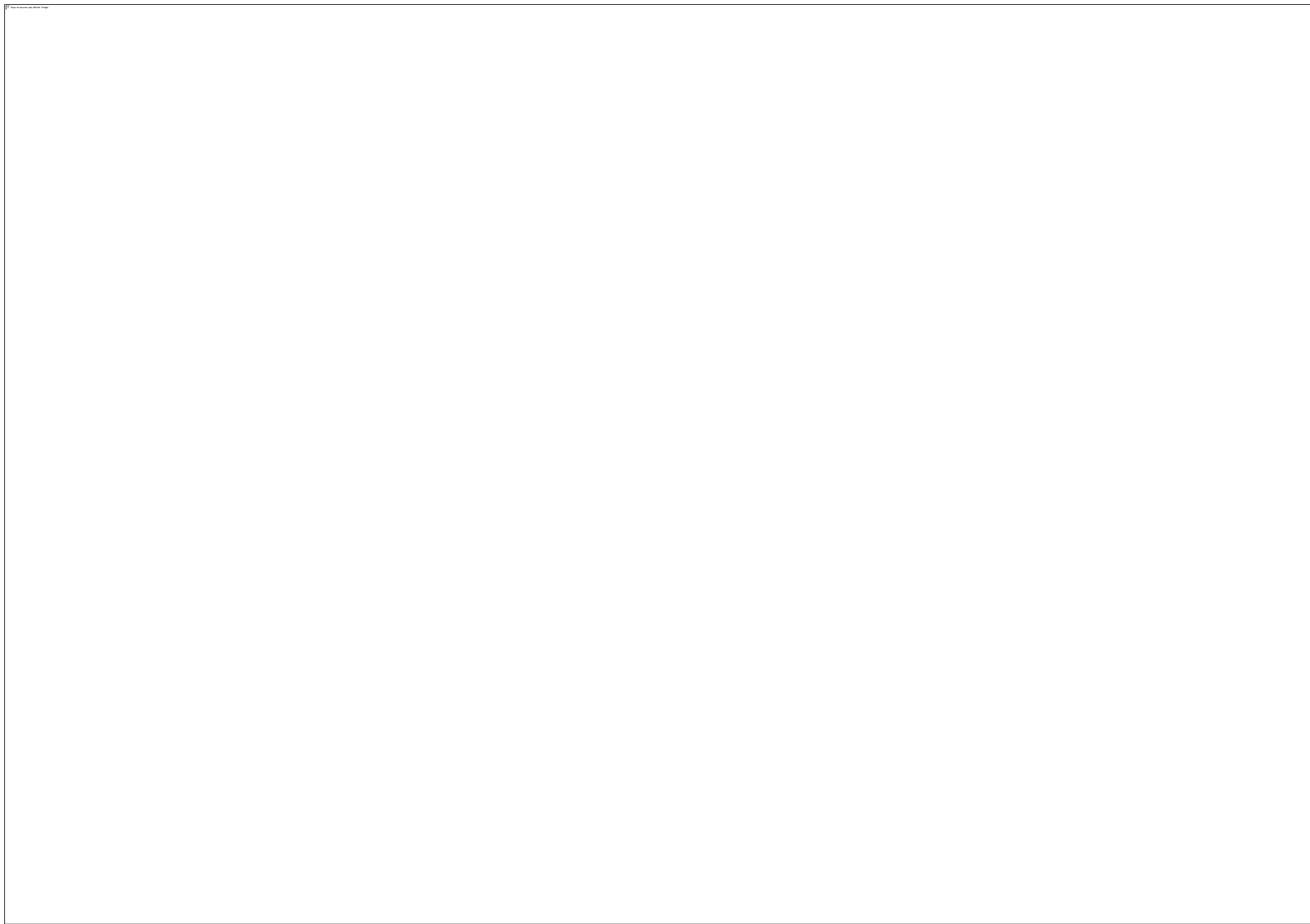
- CO
- NO2
- Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques: *benzo(a)pyrène*

## -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)

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











**Principaux PE :**

**Bisphénol A**  
**Phtalates**  
**Parabènes**  
**Perfluorés**

**Dioxines / PCB**  
**Pesticides**  
**Polybromés**  
**Diéthylstilbestrol**

**Formaldéhydes**  
**Phénoxyéthanol**  
**Alkylphénols**

*Alimentation, air intérieur, eau , plastiques, conserves, produits d'hygiène, filtres solaires, cosmétiques retardateurs de flamme, peintures, colles, revêtements sols conservateurs et excipients de médicaments*



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

**produits cosmétiques** contenant des phtalates, alkylphénols, parabènes, phénoxyéthanol, triclosan, formaldéhyde...

**filtres solaires** contenant benzophénone (BP-3), 4-methylbenzylidene camphor (4-MBC) ...

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

Privilégier les produits sans bisphénol A, sans phtalates, sans polybromés

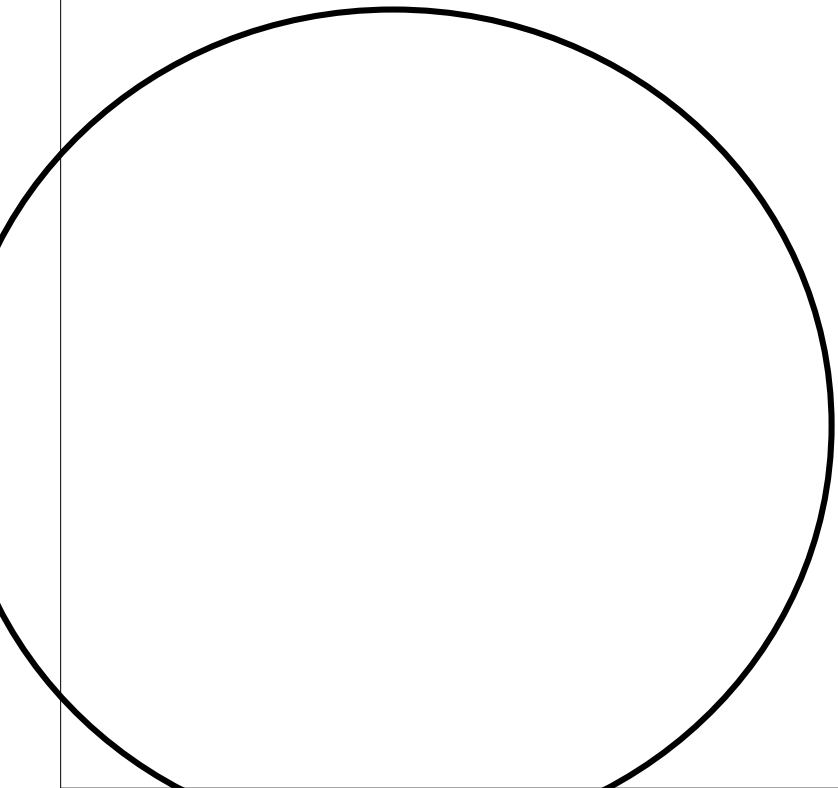
Limitier les produits cosmétiques pour bébé avec de nombreux parfums, conservateurs

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

# Composés organiques semi volatiles COSV :



# 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**, des études conduites dans différents pays européens ont estimé que **l'ingestion quotidienne moyenne variait de 50 à 290 ng/adulte** (Scientific committee on food, 2002).

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 cumulée :

**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)

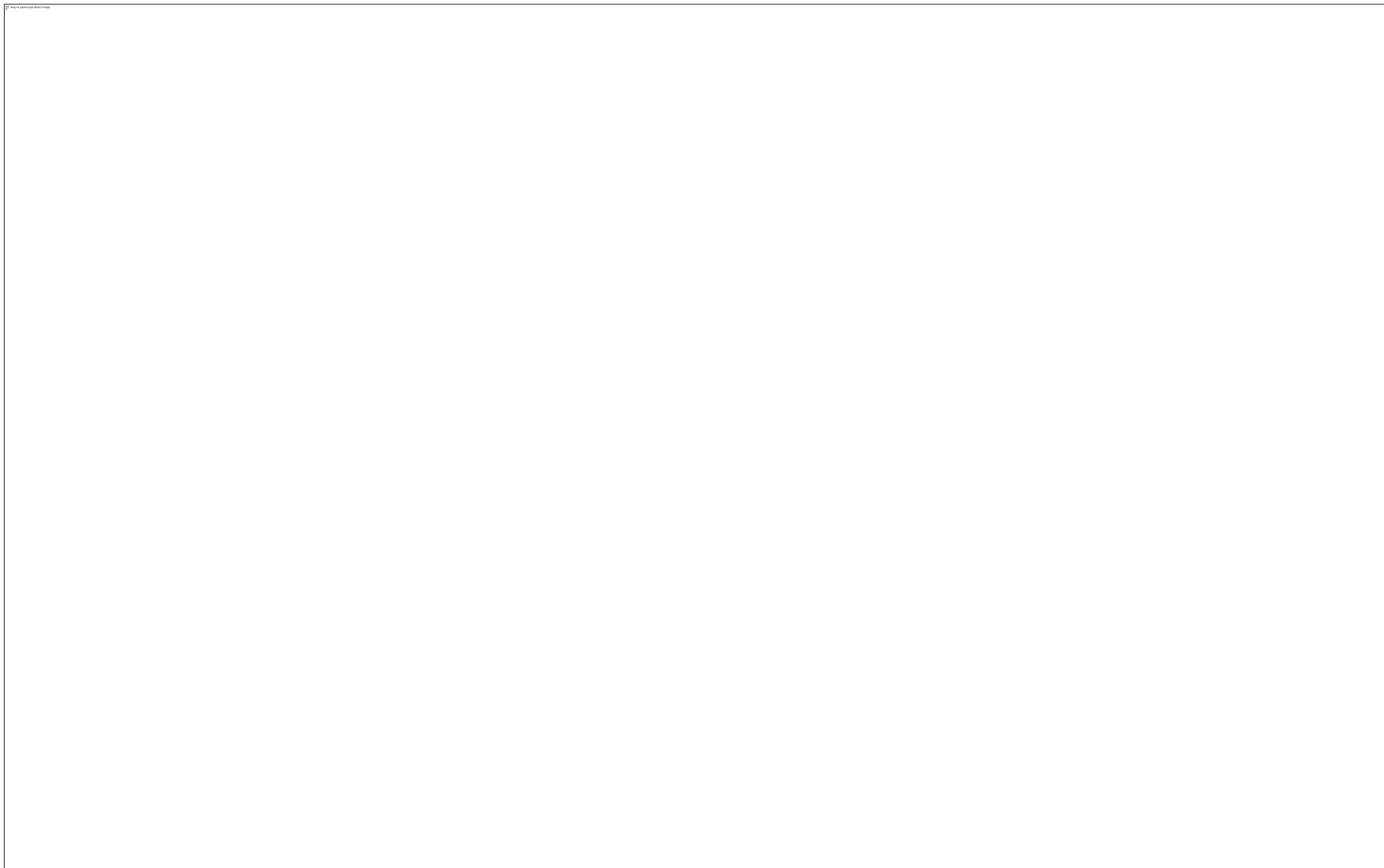
2013 1<sup>st</sup> International conference on Tatro Safety : taux > HAP, surtout encre noire

problème des nouvelles encres avec additifs solubles : résorbable



OQAI

juin 2015





# 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

# combustion

combustion dégage

**Particules** + **gaz**

*CO<sub>2</sub>, 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 formaldehyde)

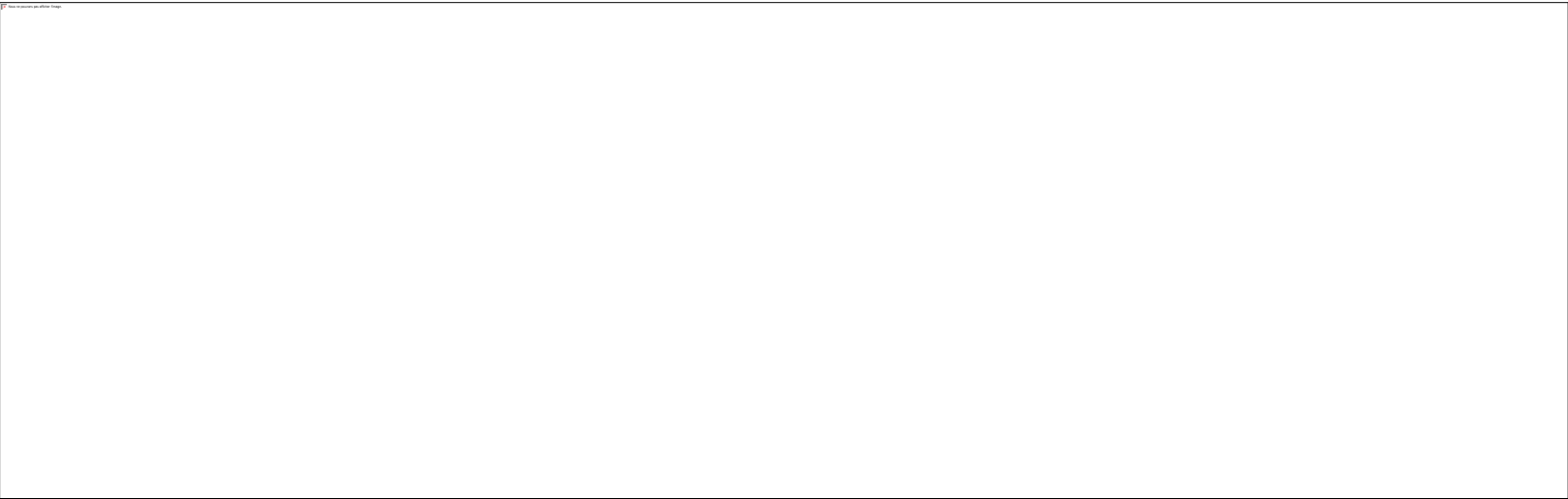
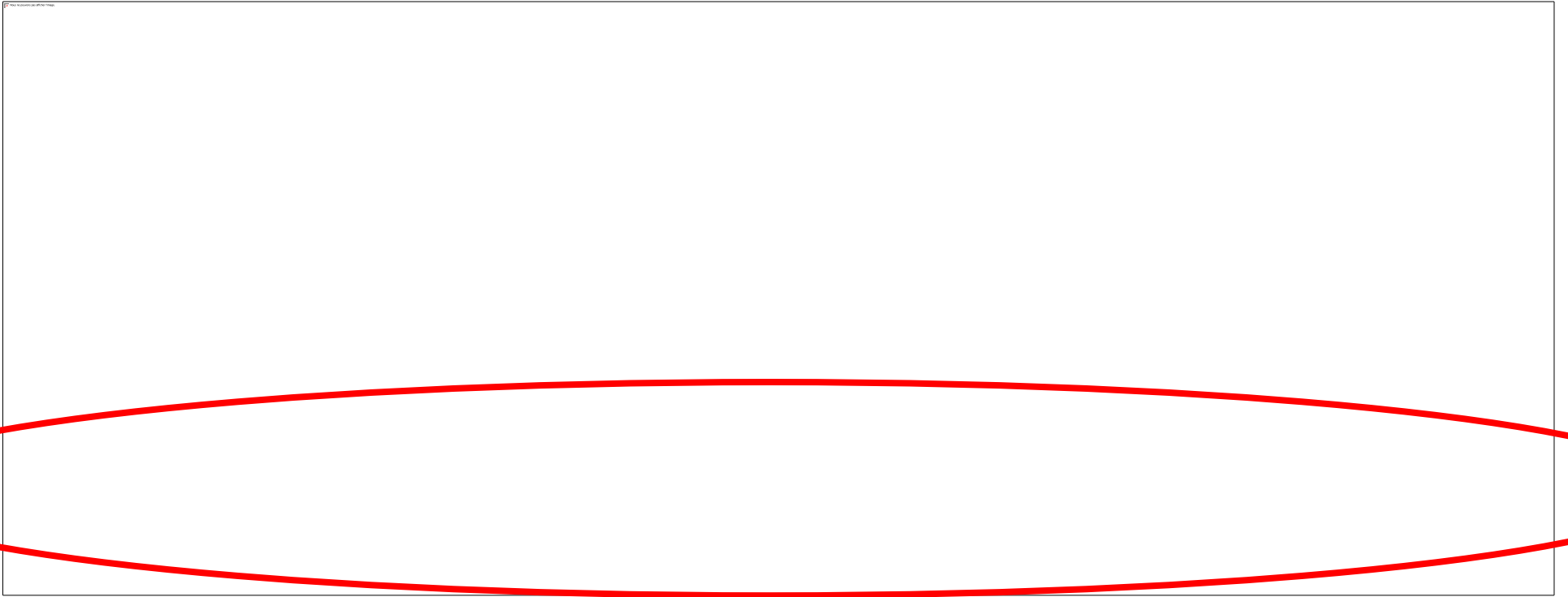
*un poêle à bois non certifié produit autant de petites particules qu'une voiture qui roule 18 000 km*

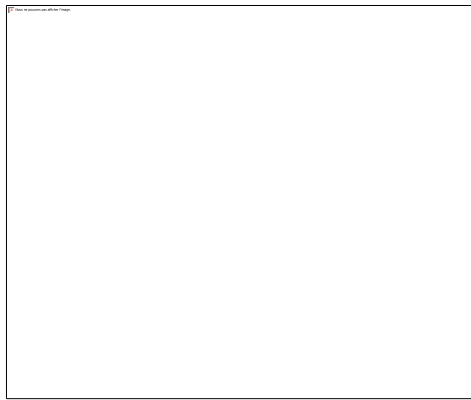
- Brûleur chauffe eau

- Cuisson avec flamme

- Encens, bougies, papier d'arménie

- Le tabac





<u>tabac</u>	Composé chimique	Facteur d'émission (µg par cigarette)
	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 µ, 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

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.*
- 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 ?**

# Étude UFC Que Choisir 2014

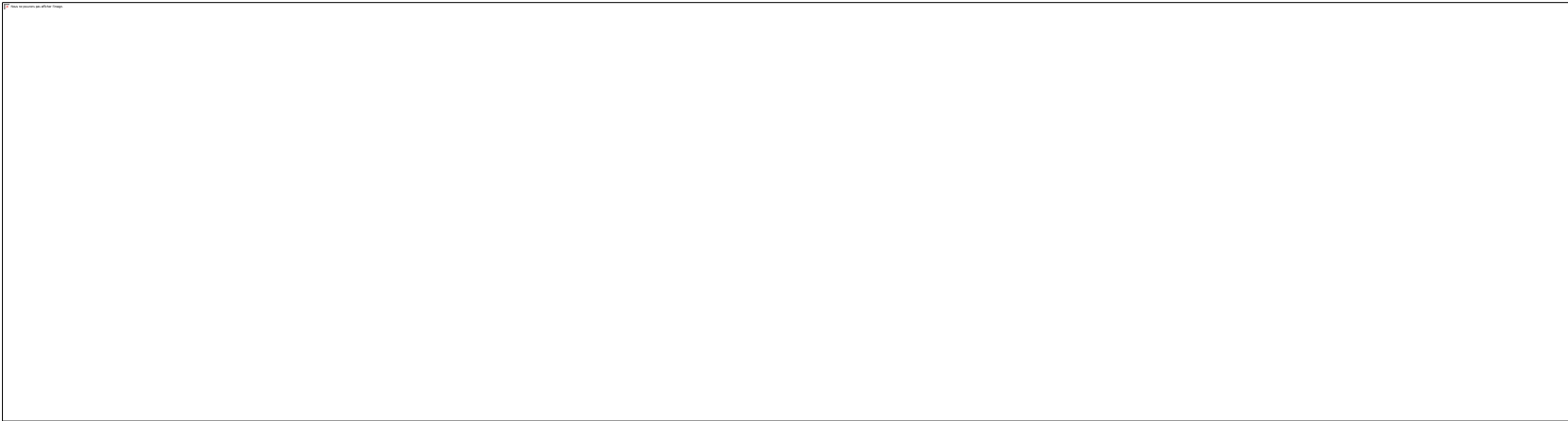




















# Valeur Toxicologique de référence





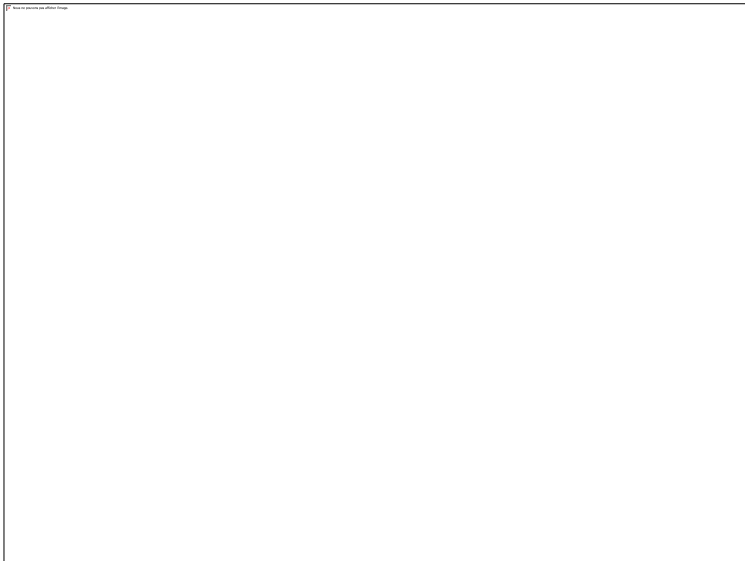
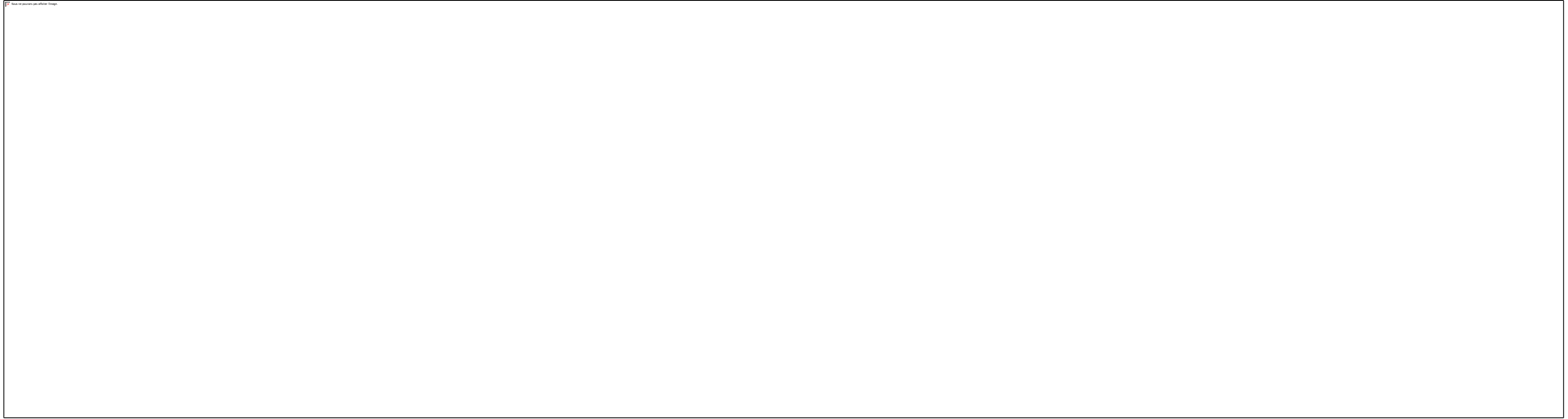
VTR sans seuil de dose d'exposition : la plupart des effets sont cancérogènes = probabilité supplémentaire par rapport à un sujet non exposé, qu'un individu contracte un effet s'il est exposé pendant sa vie entière à une unité de dose de la substance

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  $\mu\text{gr} \cdot \text{M}3$ )



**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**





# 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
- NO<sub>2</sub>
- 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: en 2014 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**  $\text{TiO}_2$  E 171

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

- **OXYDE de FER**  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  E172

colorant jaune ou rouge

-**DIOXYDE de TITANE**  $\text{TiO}_2$  titanium dioxyde CI 77891

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

-**OXYDE de ZINC**  $\text{ZnO}$  CI 77947

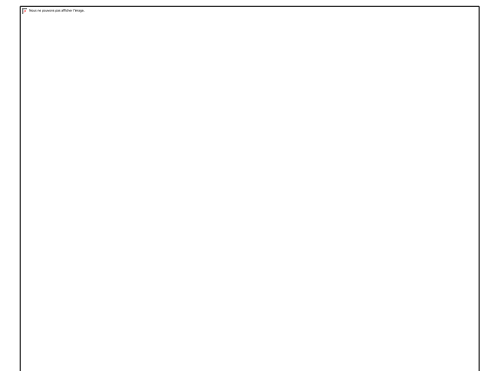
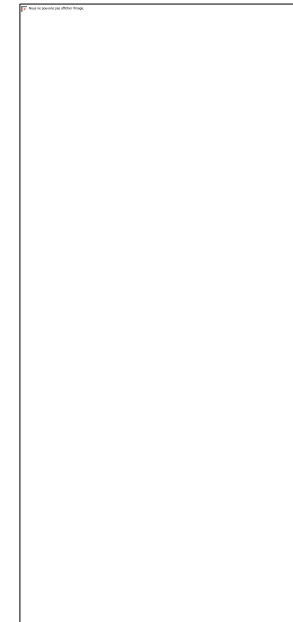
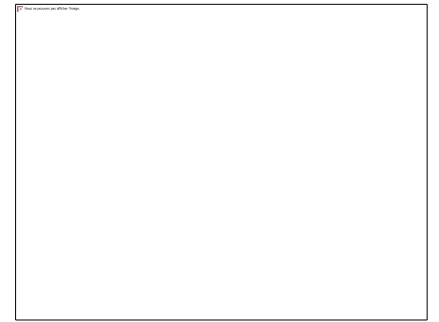
filtre solaire, colorant

-**OXYDE de FER**  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  iron oxyde CI 77489

Colorant noir rouge orange jaune

-**DIOXYDE de Titane**  $\text{TiO}_2$  E171

excipient pelliculage des cp et gelule  
par exemple Doliprane 500 contient  $\text{TiO}_2$ , 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 mentionné ....présence 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 »







## 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** (*géoŝmine*) 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



# 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

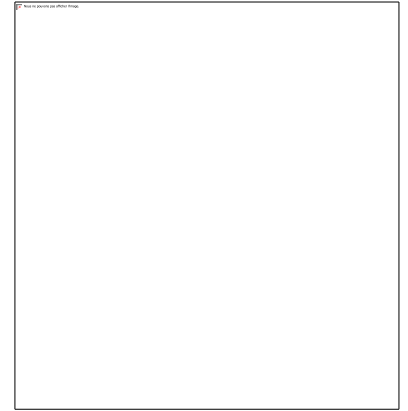
# Conseils pratiques



# 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 m<sup>3</sup> / H pour une chambre de 12 m<sup>2</sup>*

*= 2 renouvellement du volume de la pièce / heure*

*= 15 à 30 mn / j*

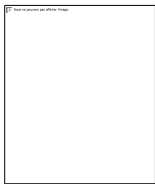
**Naturelle ou mécanique ( nécessité d'entretien pour VMC)**

**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)

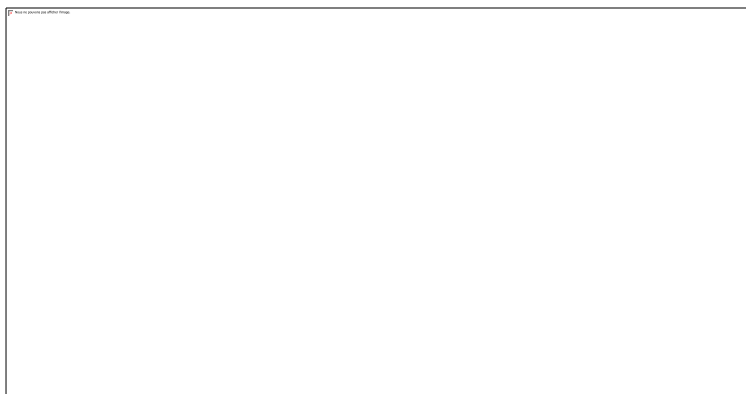
Aspiration des poussières : Aspiration centralisée : évite la remise en suspension des poussières

## 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



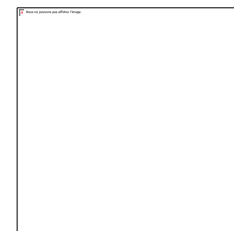
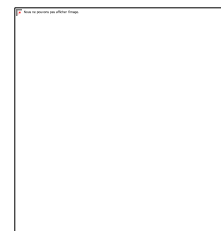
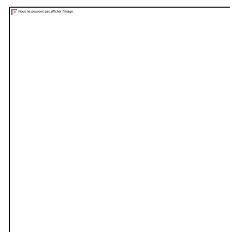
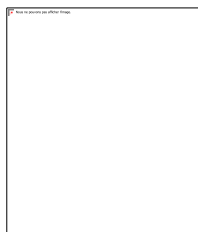
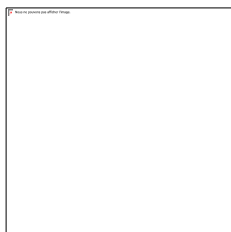
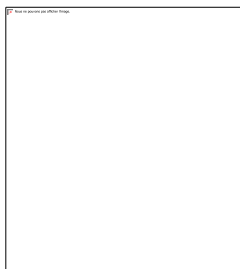
Décret  
N° 2011-321  
du 23 mars 2011

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

1er septembre 2013 : toutes les autres références.

Concerne les produits utilisés exclusivement ou non en intérieur

## Labels



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

- 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*



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*

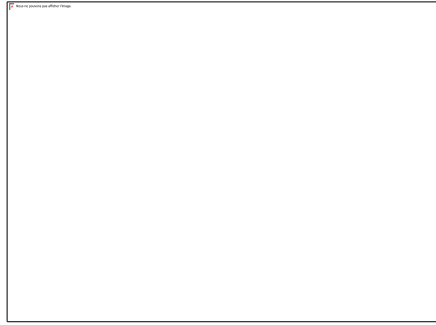
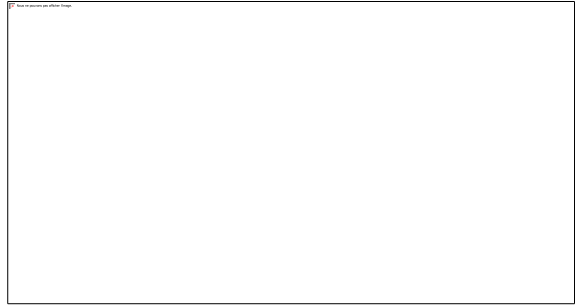
***court et moyens terme***

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

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

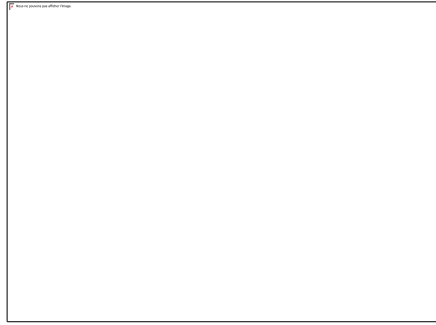
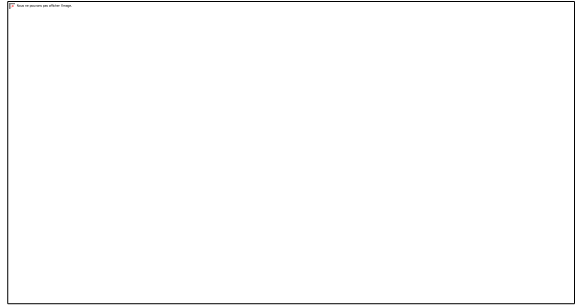
***long terme***





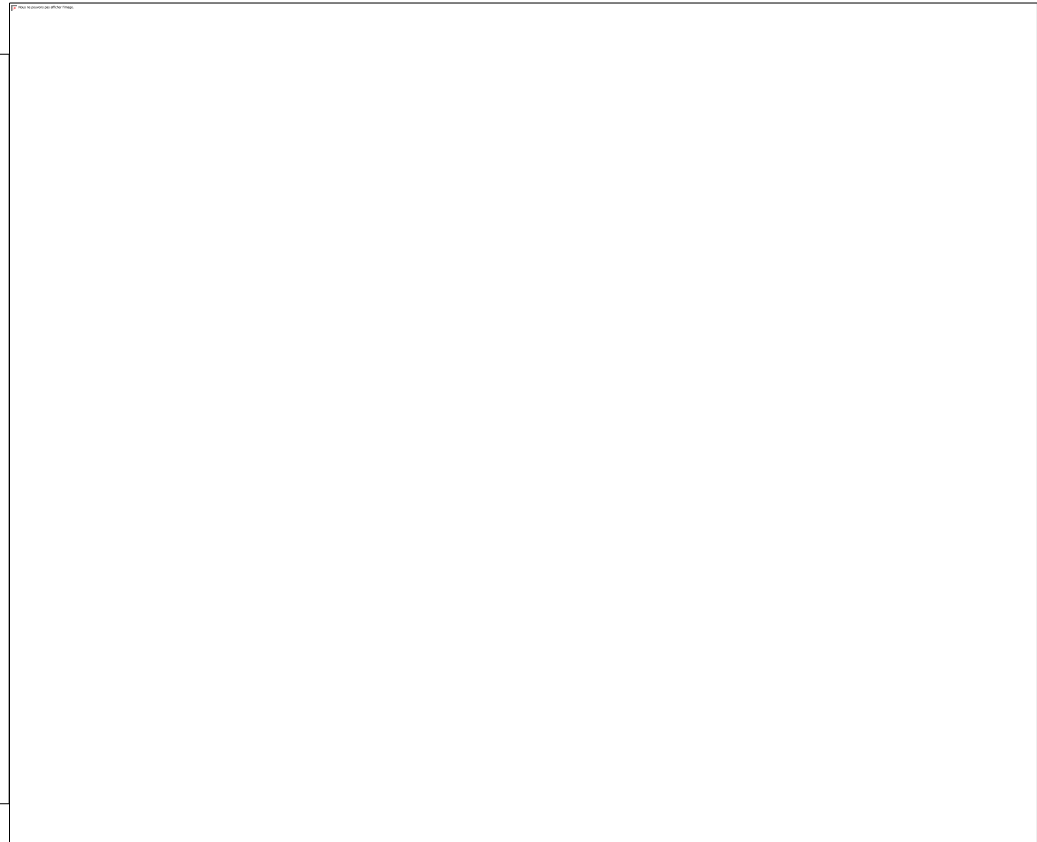
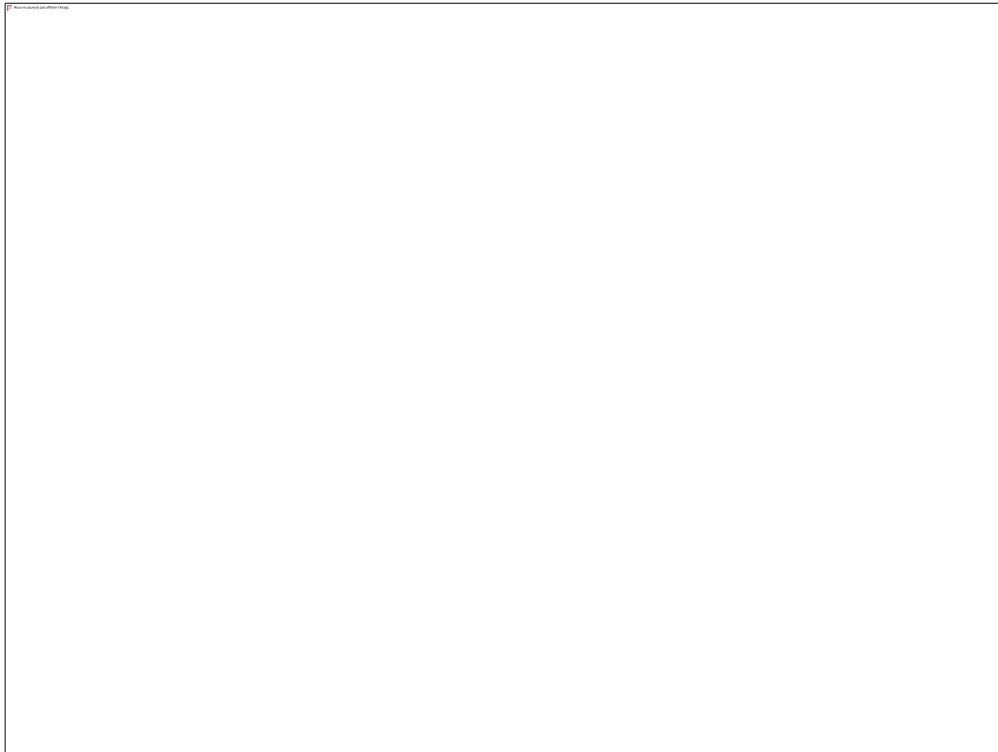
## Chauffage au bois

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



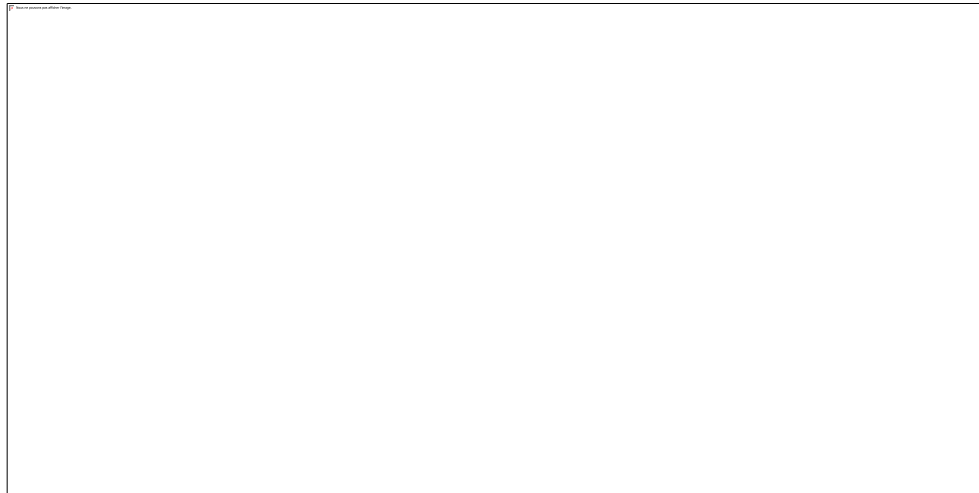
## Chauffage au bois

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



## 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...***