



Evolution des connaissances  
sur les cancers professionnels :  
Nouvelles monographies  
Causes émergentes

Centre international de Recherche sur le Cancer  
Lyon, France

Béatrice Secretan-Lauby, PhD  
Groupe IMO

# Sommaire

- Le programme des *Monographies*
  - Procédure d'évaluation
- Expositions dans le milieu professionnel
  - Historique ; critères de définition
  - Revue des monographies récemment publiées
  - Le volume 100
  - 2011: les prochains objectifs



Japon



France



Corée



Allemagne



Espagne



Fédération de Russie



Royaume Uni



Etats-Unis d'Amérique



Australie



Pays-Bas



Italie



Irlande



Inde



Belgique



Suède



Finlande



Norvège



Danemark



Suisse



Canada



Lyon

Centre International de Recherche sur le Cancer

Centre international de Recherche sur le Cancer



Organisation mondiale de la Santé

WORLD HEALTH ORGANIZATION  
INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER

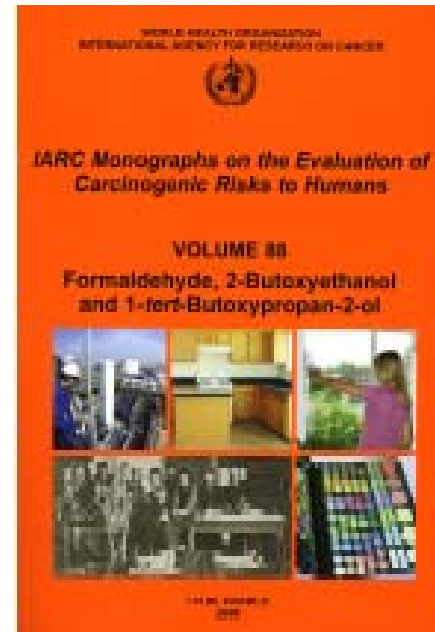


## *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*

- ➔ **40 ans d'existence (1971-2011)**
- ➔ **1000 experts invités de 52 pays**
- ➔ **1000 agents évalués**
- ➔ **100 volumes publiés**
- ➔ **300 000 articles en archives**

# “The encyclopaedia of carcinogens”

- The *IARC Monographs* evaluate
  - Chemicals
  - Complex mixtures
  - Occupational exposures
  - Physical agents
  - Biological agents
  - Lifestyle factors
- National and international health agencies use the *Monographs*
  - As a source of scientific information on potential carcinogens
  - As scientific support for their actions to prevent exposure



# Procédure d'évaluation (I)

## Cancer chez l'Homme

*Niveau de preuve suffisant  
Niveau de preuve limité  
Niveau de preuve inadéquat  
Niveau de preuve suggérant  
l'absence de cancérogénicité*

## Cancer chez l'animal

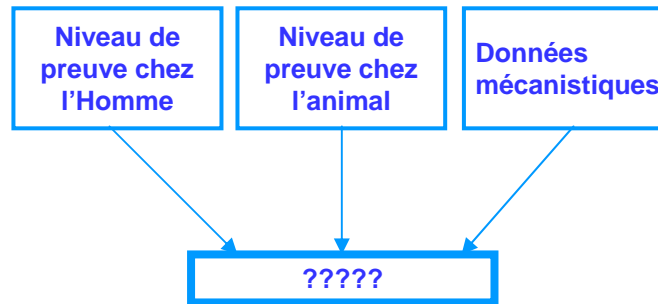
*Niveau de preuve suffisant  
Niveau de preuve limité  
Niveau de preuve inadéquat  
Niveau de preuve suggérant  
l'absence de cancérogénicité*

## Données mécanistiques

*Preuve mécanistique faible,  
modérée ou forte ?  
Mécanisme opérant chez  
l'Homme ?*

<b>Preuve</b>		<b>Cancer chez l'animal</b>			
		<i>Suffisante</i>	<i>Limitée</i>	<i>Inadéquate</i>	<i>Absence</i>
<b>Cancer chez l'Homme</b>	<i>Suffisante</i>				
	<i>Limitée</i>				
	<i>Inadéquate</i>				
	<i>Absence</i>				

# Procédure d'évaluation (II)

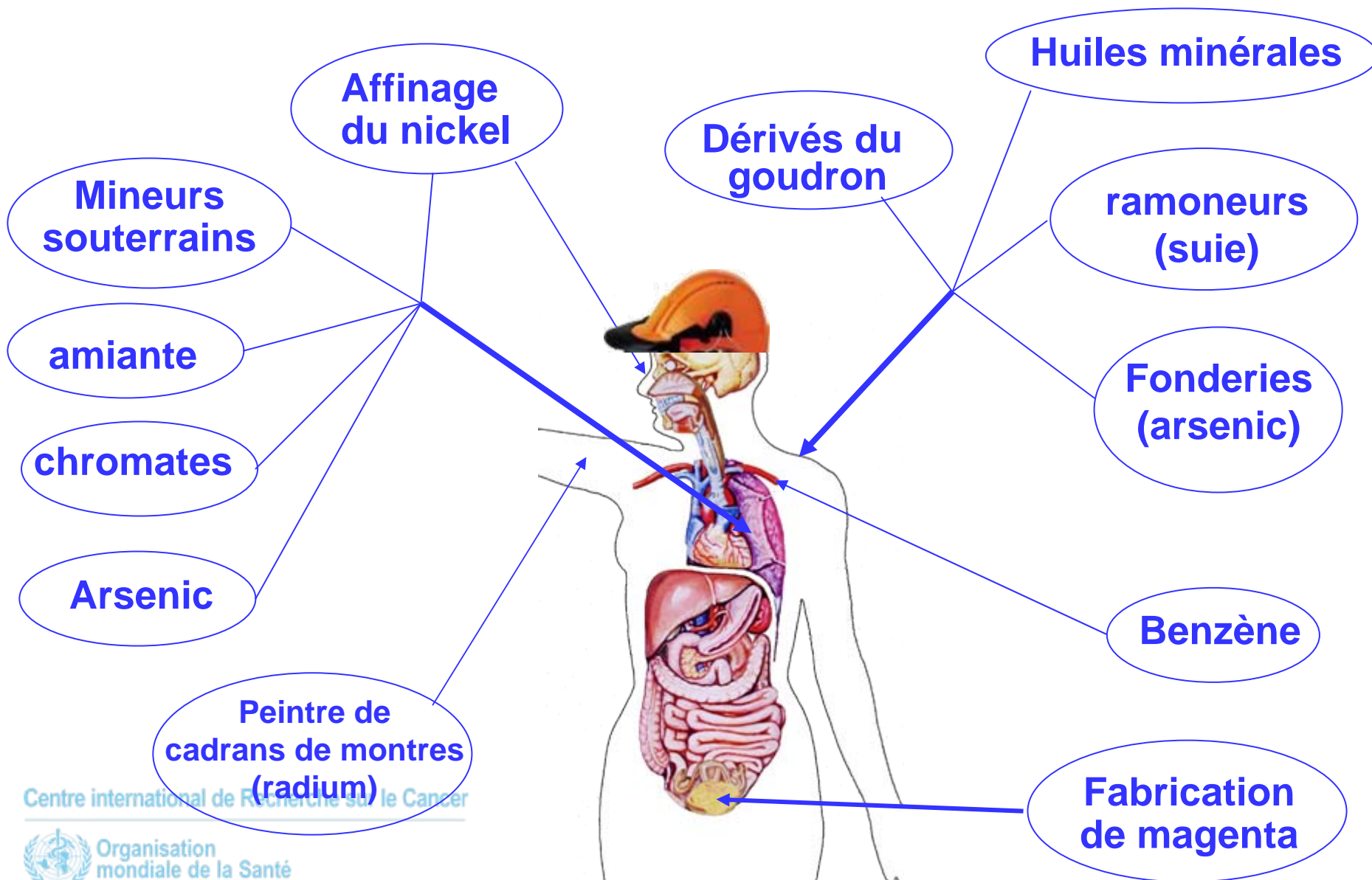


- ❑ *Groupe 1* Cancérogène avéré pour l'Homme
- ❑ *Groupe 2A* Probablement cancérogène pour l'Homme
- ❑ *Groupe 2B* Cancérogène possible pour l'Homme
- ❑ *Groupe 3* Inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'Homme
- ❑ *Groupe 4* Probablement pas cancérogène pour l'Homme

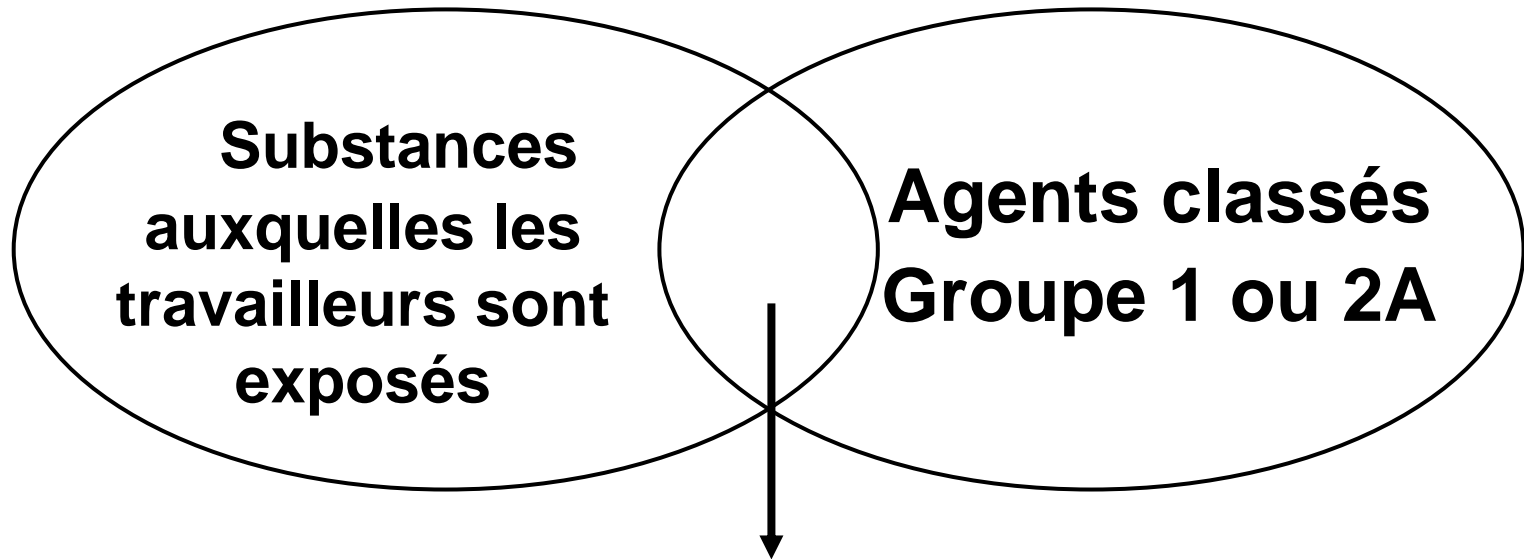


Les cancérogènes  
dans le milieu  
professionnel

# Historique (1775-1950)



# Evaluation des cancérogènes dans le milieu professionnel



Classement par le CIRC	Agent ou composé	Circonstance d'exposition
Groupe 1	45	12
Groupe 2A	38	5

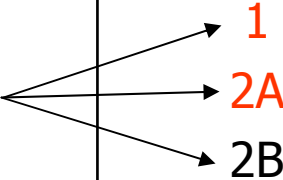
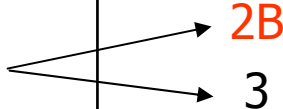
# Monographies récentes (vol. 92-99) sur les cancérogènes professionnels

Volume	Agent	Niveau de preuve		Organe cible	Evaluation
		Homme	Animal		
92	60 HAPs et 9 industries	<b>voir diapositives suivantes</b>			
93	Noir de carbone	I	S	N/A	2B
93	Dioxyde de titane	I	<b>S</b>	N/A	<b>2B</b>
93	Talc ne contenant pas de fibres asbestiformes	I	L	N/A	3
97	1,3-butadiène	<b>S</b>	S	Leucémie	<b>1</b>
97	Oxyde d'éthylène	L	S	N/A (sein, organes lymphoïdes)	1
97	Chlorure de vinyle	S	S	Foie (angiosarcome)	1
97	Bromure de vinyle	I	S	N/A	2A
97	Fluorure de vinyle	I	S	N/A	2A
98	Travail posté	L	S**	N/A (sein)	2A
98	Pompiers	L	I*	N/A	2B
98	Peintres	S	I*	Poumon, vessie	1
99	Colorants	<b>Discutés dans « volume 100 »</b>			

N/A: non applicable; \*, pas de données ; \*\*preuve suffisante de cancérogénicité de l'exposition à la lumière durant la période journalière d'obscurité (nuit biologique).

# HAPs (I): hydrocarbures aromatiques homocycliques non substitués

- 60 HAPs évalués ou réévalués
  - Niveau de preuve *inadéquate* chez l'Homme (pas d'exposition aux composés isolés)
  - Evaluation basée sur niveau de preuve chez les animaux et utilisation des données mécanistiques

Niveau de preuve chez l'animal	Nombre de composés	Evaluation par défaut	Evaluation finale (mécanisme)	Nombre de composés
Suffisant	13	2B	 1 2A 2B	1 3 9
Limité	16	3	 2B 3	2 14

# HAPs (II): Circonstances d'exposition à des HAPs dérivés du goudron

- 9 industries dans lesquelles les ouvriers sont exposés aux HAPs
  - niveau de preuve *inadéquate* chez les animaux (*suffisant* pour les brais de houille, goudron de houille, suie)
  - Evaluation basée sur niveau de preuve chez l'Homme

Niveau de preuve chez l'Homme	Suffisant	Limité	Inadéquate
Evaluation finale	1	2A	3
Industries	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gaséification du charbon</li><li>• Production d'aluminium</li><li>• Production de coke</li><li>• Pavés et couvreurs (goudron et brais de houille)</li><li>• Ramonage (suie)</li><li>• Distillation du goudron de houille (goudron de houille)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fabrication d'électrodes au carbone</li><li>• Créosotes</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Production de carbure de calcium</li></ul>

# Benzo[*a*]pyrène, benz[*a*]anthracène et dibenz[*a,h*]anthracène

## Evaluations du CIRC :

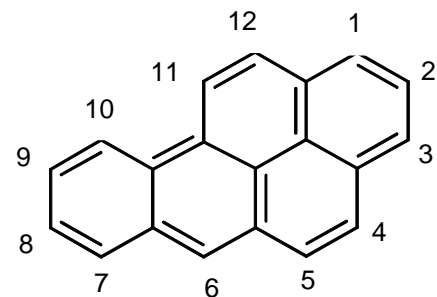
- 1973 : "... produces tumours" dans toutes les espèces étudiées
- 1979 : indication *suffisante* de cancérogénicité chez l'animal
- 1982 : B[*a*]P classé Groupe 2A
- 1983 : Indication *suffisante* dans des tests de génotoxicité
- 1987 : Tous les 3 classés Groupe 2A

**2005 : Ré-évaluation avec le nouveau préambule**

Benzo[ <i>a</i> ]pyrène	Dibenz[ <i>a,h</i> ]anthracène	Benz[ <i>a</i> ]anthracène
1	2A	2B

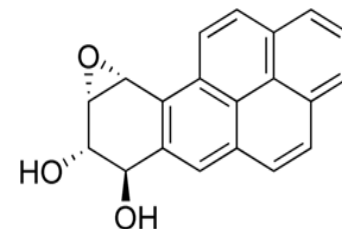
# Mécanismes (I) : identification

- Mécanismes mutagènes
  - Diol-époxyde
  - Cation radical
  - Quinone/ROS
  - Oxydation benzylique
- Autres mécanismes
  - Médié par le récepteur Ah
  - Mécanisme immunologique



**Benzo[a]pyrène**

CYP  
Epoxyde Hydrolase  
CYP



**B[a]P-7,8-diol-9,10-époxyde  
(BPDE)**

# Mécanismes (II) : pertinence

Les mécanismes mutagéniques sont considérés pertinents lorsque les critères suivants ont été établis dans l'organe d'intérêt :

- ✓ Activation métabolique définie clairement, étape par étape
- ✓ Formation d'adduits d'ADN
- ✓ Mutagénicité des métabolites activés
- ✓ Mutation d'un oncogène ou d'un gène suppresseur de tumeur

# 1. Epidémiologie et cancérogénèse animale

	Benzo[a]pyrene	Dibenzo[a,h]anthracene	Benzo[a]anthracene
Epidemiological data	inadequate	inadequate	inadequate
Cancer bioassays	sufficient	sufficient	sufficient
Preliminary evaluation	2B		

## 2. Mise en évidence des mécanismes d'action

	Benzo[a]pyrene	Dibenzo[a,h]anthracene	Benzo[a]anthracene
Epidemiological data	inadequate	inadequate	inadequate
Cancer bioassays	sufficient	sufficient	sufficient
	2B		
Diol-epoxide	Strong (lung + skin)	Moderate (lung + skin)	Moderate (lung + skin)
Radical cation	Strong (skin)	—	—
Potential additional mechanisms	3,4-quinone/ROS, AhR, immunology	—	3,4-quinone /ROS

### 3. Données dans des cellules humaines

	Benzo[a]pyrene	Dibenzo[a,h]anthracene	Benzo[a]anthracene
Epidemiological data	inadequate	inadequate	inadequate
Cancer bioassays	sufficient	sufficient	sufficient
	2B		
Diol-epoxide	Strong (lung + skin)	Moderate (lung + skin)	Moderate (lung + skin)
Radical cation	Strong (skin)	—	—
Potential additional mechanisms	3,4-quinone/ROS, AhR, immunology	—	3,4-quinone /ROS
Data in human cells <i>in vitro</i>	BPDE-DNA adducts in lung explants and mammary epithelial cells	DNA adduct profiles in skin cells similar to those in mouse <i>in vivo</i>	—
	2A		2B

## 4. Données chez les travailleurs exposés

	Benzo[a]pyrene	Dibenzo[a,h]anthracene	Benzo[a]anthracene
Epidemiological data	inadequate	inadequate	inadequate
Cancer bioassays	sufficient	sufficient	sufficient
	2B		
Diol-epoxide	Strong (lung + skin)	Moderate (lung + skin)	Moderate (lung + skin)
Radical cation	Strong (skin)	—	—
Potential additional mechanisms	3,4-quinone/ROS, AhR, immunology	—	3,4-quinone /ROS
Data in human cells <i>in vitro</i>	BPDE-DNA adducts in lung explants and mammary epithelial cells	DNA adduct profile in skin cells similar to those in mouse <i>in vivo</i>	—
	2A		2B
Data from exposed humans	BPDE adducts (coke-oven workers, chimney sweeps) Mutations in Ki- <i>ras</i>	—	—
Classification	<b>Group 1</b>	<b>Group 2A</b>	<b>Group 2B</b>

# Volume 100

## *A Review of Human Carcinogens*

- ❖ But du Volume 100
  - Mise à jour de l'évaluation de tous les cancérogènes classés **Groupe 1**
  - Identification des **organes cibles** chez l'Homme et l'animal
  - Identification des **mécanismes potentiels** de cancérogénèse
  
- ❖ Le Volume 100 résulte de 6 réunions
  - A. Pharmaceuticals (23 agents, Oct 2008)
  - B. Biological agents (11 agents, Feb 2009)
  - **C. Metals, particles and fibres (14 agents, Mar 2009)**
  - D. Radiation (14 agents, June 2009)
  - E. Lifestyle factors (11 agents, Sept 2009)
  - **F. Chemicals and related occupations (34 agents, Oct 2009)**

# Les cancérogènes professionnels avérés

Type d'agent	Nombre
Composés chimiques ou mélanges	23
Métaux	5
Fibres et particules	5
Radiations	12
Circonstances d'exposition	12

- Niveau de preuve *suffisant* chez l'Homme  
(sauf exceptions, discutées plus tard)
- Niveau de preuve chez l'animal *suffisant*, *limité* ou *inadéquate*
- Classification dans une catégorie supérieure par utilisation des données mécanistiques



# I: Agents chimiques et physiques



Organe cible (suffisant chez l'Homme)	No. d'agents	Catégorie d'agent
Poumon	15	Amiante, silice, métaux (Be, Ca, CrVI, comp. Ni), <b>arsenic</b> , radiations ionisantes, radon, HAP ?
Poumon (petites cellules)	1	Bischloromethylether
Mésothéliome	3	Amiante, erionite
Cavités nasales et sinus paranasaux	5	Poussières (bois, <b>cuir</b> ), <b>composés du nickel</b> , radiations ionisantes
Nasopharynx	2	Formaldéhyde, <b>poussière de bois</b>
Larynx	2	Acides forts, <b>amiante</b>
Peau	9	UV, arsenic, huiles minérales, HAP ?
Mélanome	1	UV
Vessie	6	Amines aromatiques, <b>arsenic</b> , HAP ?
Foie et voies biliaires	2	Radiations ionisantes, <b>chlorure de vinyle</b>
Angiosarcome du foie	1	Chlorure de vinyle, radiations ionisantes
Leucémie, lymphome	7	Benzène, butadiène, radiations ionisantes, <b>formaldéhyde</b>
Os	5	Radiations ionisantes (émetteurs particules $\alpha$ )
Thyroïde	1	Radiations ionisantes (radioiodines, dont I <sup>131</sup> )
Autres	2	<b>Radiations ionisantes, amiante</b>
Tous organes combinés	1	TCDD

## II: Circonstances d'exposition

Industrie	Organe cible	Composés impliqués, commentaires
Production d'aluminium	Poumon, vessie	HAP
Gaséification du charbon	Poumon	HAP, fumées de goudron
Production de coke	Poumon	HAP, fumées de goudron
Fonderie de fonte et d'acier	Poumon	HAP, silice, fumées de métaux
Extraction d'hématite (avec exposition au radon)	Poumon	Produits de désintégration du radon, silice, gaz d'échappement diesel
Peintres (en bâtiment)	Poumon, <b>mésotéliome, vessie</b>	Pigments? , solvants?, amiante ?
Fabrication de meubles et ébénisterie	Cavités sino-nasales, <b>nasopharynx</b>	<b>Remplacée par « Poussière de bois »</b>
Fabrication et réparation de chaussures	Cavité nasale, sinus paranasaux, leucémie	<b>Remplacée par « Poussière de cuir » et « benzène »</b>
Fabrication d'isopropanol (procédé acide fort)	Cavité nasale, sinus paranasaux	Acide sulfurique
Fabrication d'auramine	Vessie	2-naphtylamine, auramine, pigments
Fabrication du magenta	Vessie	Magenta, autres amines aromatiques
Industrie de caoutchouc	Leucémie, <b>lymphome</b> , poumon, estomac, vessie	Amines aromatiques, solvants, HAP
Distillation du goudron	Peau	HAP, déposition de fumées de goudron

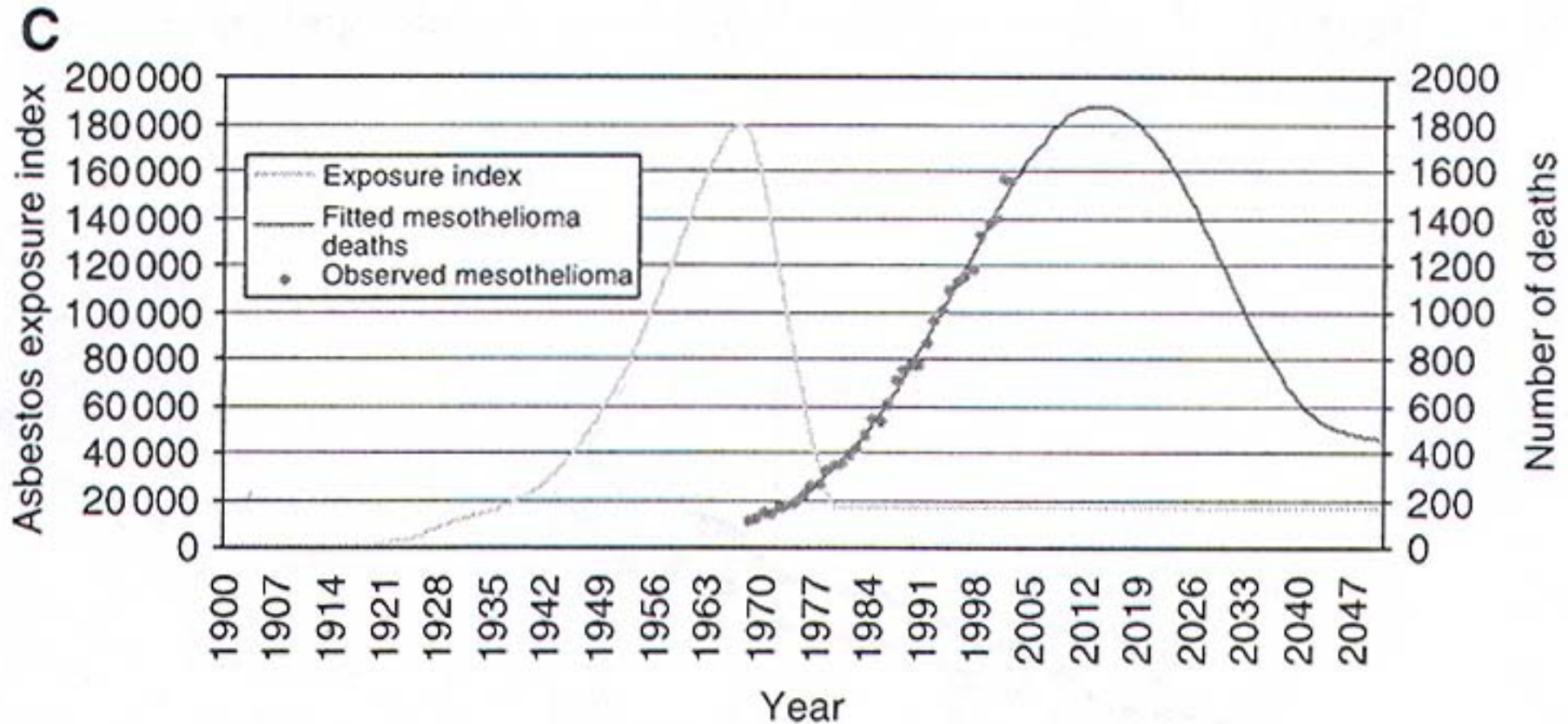
# Lung carcinogens, IARC Vol 100C

Agent	Human evidence	Sufficient human evidence	limited human evidence	Sufficient animal evidence
Arsenic and inorganic arsenic compounds	<b>S</b>	lung, bladder, skin	kidney, liver, prostate	inorganic compounds: lung, bladder, liver, adrenal
Beryllium and beryllium compounds	<b>S</b>	lung		inhalation, instillation: lung ingestion, local: bone
Cadmium and cadmium compounds	<b>S</b>	lung	prostate, kidney	Cd compounds: lung, testis, prostate,
Chromium (VI) compounds	<b>S</b>	lung	nose, nasal sinus	lung, oral cavity, GI tract, local-site
Nickel compounds	<b>S</b>	lung, nose, nasal sinus		lung, adrenal tumours, local-site
Asbestos, all forms of	<b>S</b>	lung, mesothelioma, larynx, ovary	colorectum, pharynx, stomach	lung, mesothelioma
Crystalline silica dust, quartz or cristobalite	<b>S</b>	lung		<b>S:</b> Quartz Lung (rats) Lymphomas (rats i.th, i.pl. i. p.; mice s.c.) <b>L:</b> Tridymite- and cristobalite

# Lung carcinogens, IARC Vol 100F

Agent	Human evidence	sufficient human evidence	limited human evidence	Established mechanistic events
Soot (chimney sweeps)	<b>S</b>	Skin, lung.	Urinary bladder.	Genotoxic (moderate)
Coal gasification	<b>S</b>	Lung		Genotoxic (strong)
Coke production	<b>S</b>	Lung		Genotoxic (strong)
Coal-tar pitches	<b>S</b>	Lung	Bladder	Genotoxic
Aluminium production	<b>S</b>	Urinary bladder, lung.		Genotoxic (weak-to-moderate)
Iron and steel founding	<b>S</b>	Lung		Genotoxic (weak)
BCME, CMME	<b>S</b>	Lung		Genotoxic mechanism (moderate to strong)
Strong inorganic acid mists	<b>S</b>	Larynx	Lung	
Painting	<b>S</b>	Mesothelioma, urinary bladder, lung	Childhood leukaemia (maternal exposure)	Genotoxic (strong)
Rubber-mfgctg industry	<b>S</b>	Leukaemia, lymphoma, urinary bladder, lung, stomach	Prostate, oesophagus, larynx	Genotoxic (strong)

# Exposition à l'amiante et mortalité par mésothéliome en Grande-Bretagne



# Occupational exposure as a painter



## Exposure

Painters potentially exposed to numerous chemicals found in paint

- pigments: chromium and lead compounds, coal tar paints, pigments that contain 3,3'dichlorobenzidine
- fillers or extenders: asbestos used until the early 1990s.
- solvents: benzene, toluene, xylene, aliphatic compounds, ketones, alcohols, esters and glycol esters
- additives: formaldehyde used as biocide

Some hazardous chemicals such as benzene, some other solvents, and lead have been replaced in paints, but are still used in some countries.

Exposure as bystanders to asbestos or crystalline silica.

# Occupational exposure as a painter



## Meta-analysis on lung cancer (Guha et al, EHP, in press)

Cohort and linkage studies mRR, 1.36 (18 studies, 95% CI, 1.29-1.44)

Case-control studies mRR, 1.35 (29 studies, 95% CI, 1.22-1.51)

Pop.-based Case-control, smoking adjusted , mRR, 1.41 (95%CI, 1.23-1.61)

Among never & non-smokers, mRR, 1.96 (4 studies, 95%CI, 1.15-3.35)

Suggestive trend by duration of exposure

<20 years (mRR, 1.37; 95%CI, 0.89-2.13)

>20 years (mRR, 2.00; 95%CI, 1.01-3.92)

*No particular causative agent could be identified from the available epidemiological studies*

Increased mortality from mesothelioma noted in several studies.

# Occupational exposure as a painter



## Cytogenetic studies on painters

Most studies (6/7) reported **increased levels of genetic damage** in blood cells:

*single strand-breaks, sister chromatide exchange, micronucleus formation and chromosomal aberrations*

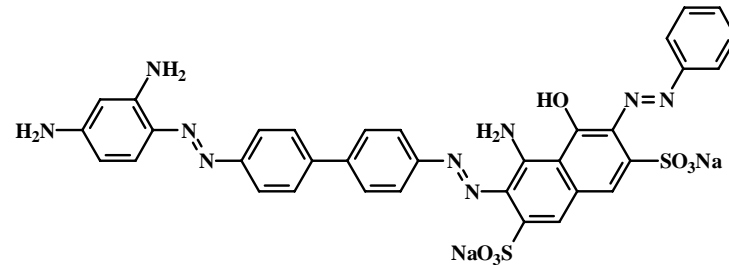
Several studies showed a **dose-response association** with **duration of work**.

Stratified analysis by tobacco-smoking status generally showed **similar results in smokers and non-smokers**.

# Cancérogènes pour la vessie

Agent	Human evidence	Site with sufficient evidence	Animal evidence	Comments
Benzidine	S	Bladder	S	Strong mechanistic evidence in exposed humans
Dyes metabolized to benzidine	I	--	S	New name for agent; strong mechanistic evidence in exposed humans
4-Aminobiphenyl	S	Bladder	S	
2-Naphthylamine	S	Bladder	S	
<i>ortho</i> -Toluidine	S	Bladder	S	Dyes based on o-T, prilocaine metabolized to o-T
MOCA	I	--	S	Strong mechanistic evidence in exposed humans
Auramine production	S	Bladder	--	Michler's base and Michler's ketone classified in 2B with sufficient evidence in animals
Magenta production	S	Bladder	--	New agent "Magenta", classified in 2B based on mechanistic data
Soot / chimney sweeps	S	(bladder)	S	PAHs
Coal-tar pitches	S	(bladder)	S	PAHs
Aluminium production	S	Bladder, lung	--	PAHs
Painting	S	Bladder, lung, mesothelioma	--	- Individual agents for the different sites
Rubber industry	S	Bladder, lung, leukemia, lymphoma, stomach	--	- Individual agents for the different sites

# Benzidine et colorants métabolisés en benzidine



- La benzidine induit le cancer de la vessie chez l'Homme.
  - Tous les colorants issus de la benzidine testés sont cancérogènes chez la souris et/ou le rat -> *indication de preuve suffisante*
  - Free benzidine and benzidine conjugates have been measured in the urine of workers exposed to benzidine-based dyes, and in all experimental animal species studied, generally at higher concentrations than could be explained by the small amounts of benzidine present in the dyes
  - Une activité azo-reductase, responsable pour le clivage de la liaison azo-, a été démontrée dans l'intestin chez le rat, la souris et l'Homme, et dans la vessie.
- **Les colorants métabolisés en benzidine** sont cancérogènes Groupe 1.

# *o*-toluidine, 4-Cl-*o*-toluidine

## ✓ Cancer bioassays

- Sufficient evidence of carcinogenicity in experimental animals (rat, mouse)

## ✓ Epidemiological data

### ▪ ***Ortho*-toluidine : S**

- 5 EU and US cohort studies
- 4 studies reported highly elevated risk of bladder cancer
- confounding by other bladder carcinogens could be excluded

### ▪ **4-Cl-*o*-toluidine : L**

- 3 small cohort studies (Germany, USA)
- 1 study was uninformative
- 2 positive studies; co-exposure to *o*-toluidine could not be excluded

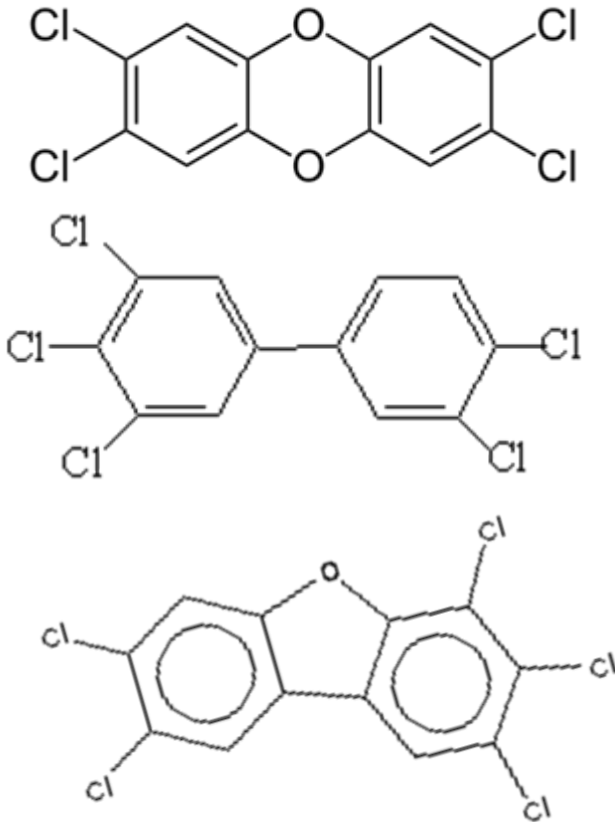
## ➤ Overall evaluation

- ***o*-Toluidine classified Group 1**
- **4-Cl-*o*-toluidine classified Group 2A**

# MOCA

- ✓ Données mécanistiques
  - MOCA a un profil toxicologique typique d'une amine aromatique monocyclique
  - Toxicité aiguë pour le foie, la rate et les reins
  - Génotoxicité forte dans systèmes bactériens and mammifères
  - Formation d'adduits d'ADN, adduits d'hémoglobine, SCE et micronuclei dans les cellules urothéliales de travailleurs exposés
- ✓ Cancérogénèse animale
  - *Indication de preuve suffisante* de la cancérogénicité
  - Basé sur des résultats positifs chez le rat, souris, chien
- ✓ Données épidémiologiques
  - Pas d'études adéquates -> *evidence inadequate*
- **MOCA est classé Groupe 1 sur la base de données mécanistiques fortes**

Activation du récepteur aryl hydrocarbone:  
2,3,7,8-tetrachlorodibenzodioxine (TCDD)  
3,4,5,3',4'-Pentachlorobiphenyl (PCB-126)  
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane



Effets du TCDD liés à l'activation du AhR  
(facteur de transcription) :

- Réponse pléiotropique sur une batterie de gènes
  - Activation de la réplication cellulaire
  - Altération de la sénescence cellulaire et apoptose
  - Augmentation du stress oxydatif
  - Initiation et promotion de tumeurs
- La conservation du AhR et de la cascade de mécanisme lié à son activation se retrouve dans de nombreuses espèces

# Radiations ionisantes

- ❖ One of the best studied and most ubiquitous carcinogens in our general environment
  - Radon: high lung cancer rates in miners reported since 16<sup>th</sup> century
  - X-rays : first animal experiments in 1903-1904
  - Cancers among pioneer radiologists
  - Cancers among survivors of atomic bombs
- ❖ Evaluations of health effects
  - US NAS – BEIR / BEAR since 1956
  - IARC Monographs:  
radon (vol 43, 1988),  
external radiation (vol. 75, 2000),  
internally deposited radionuclide (vol. 78, 2001)
  - **NEW: IARC Monographs, vol 100D, June 2009**

# Rayons X et gamma

Glandes salivaires

Thyroïde

Sein

Foie

Estomac

Pancréas

Colon

Rectum

Ovaire / prostate

Cerveau et SNC

Peau (cellules basales)

Oesophage

Leucémie (sauf chronique lymphocytaire)

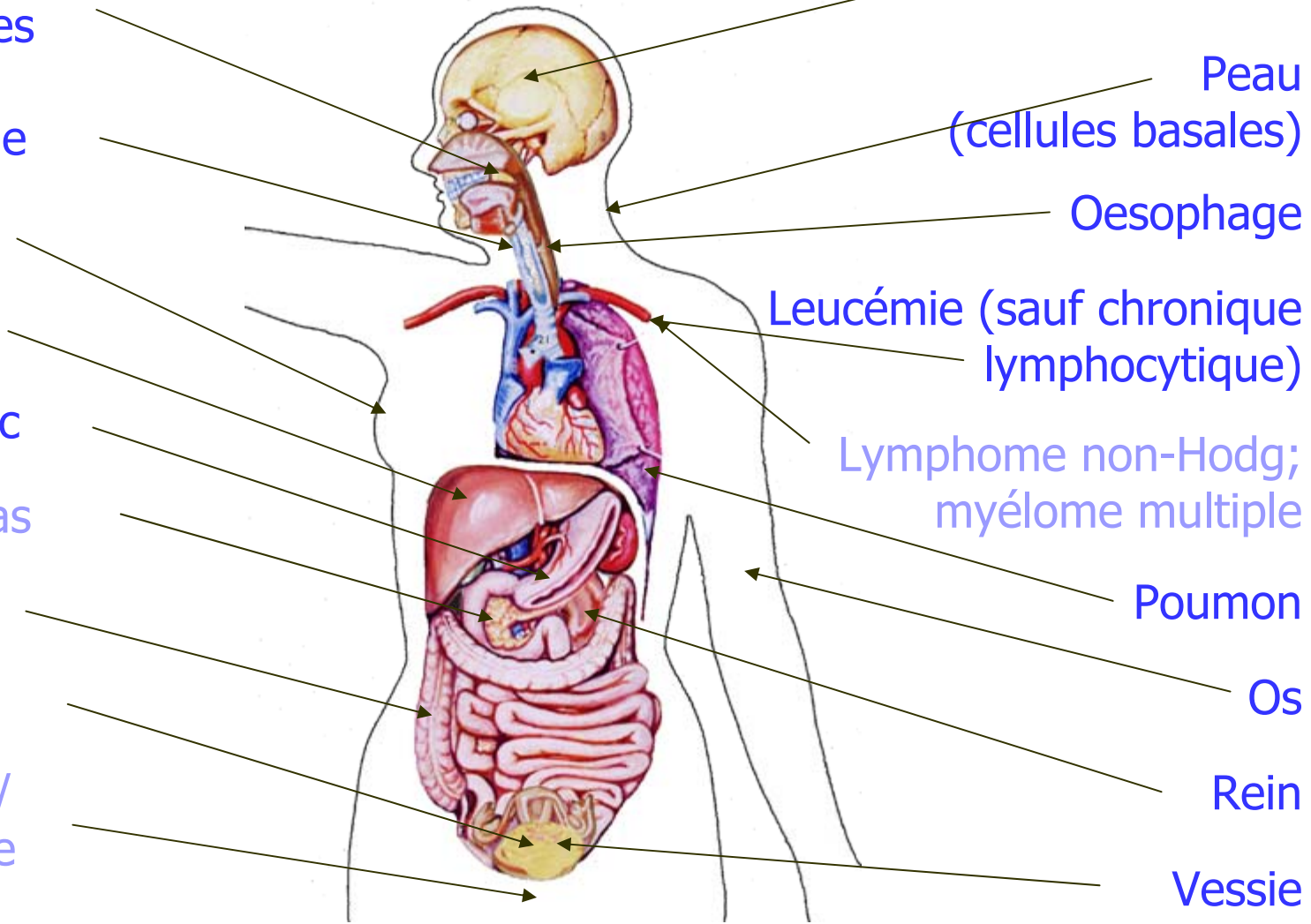
Lymphome non-Hodg; myélome multiple

Poumon

Os

Rein

Vessie



# Emetteurs de particules $\alpha$ et $\beta$ : nouveaux organes cibles

- Alpha emitters
  - Radon: limited evidence for leukemia
  - Thorium-232: sufficient evidence for extrahepatic bile duct and gall bladder
- Beta emitters (other than X/ $\gamma$  radiation)
  - Fission products, including Strontium-90: sufficient for leukemia, solid cancers

# Volume 101 :

Certains produits chimiques industriels ou retrouvés dans des produits de consommation courante, contaminants alimentaires, et sous-produits de désinfection chlorés dans l'eau  
(15-22 février 2011)

Agents retrouvés dans le milieu professionnel, essentiellement dans l'industrie chimique:

- 1-Amino-2,4-dibromoanthraquinone (81-49-2)
- Anthraquinone (84-65-1)
- Phtalate de bis(2-éthylhexyle) (117-81-7)
- Diéthanolamine de cocamide (68603-42-9)
- Diéthanolamine (111-42-2)
- Methyl isobutyl cétone (108-10-1)
- 2-Nitrotoluène (88-72-2)
- Benzophénone (119-61-9)
- Cumène (98-82-8)
- 2-Méthylimidazole (693-98-1)
- 4-Méthylimidazole (822-36-6)



# Volume 103:

## Bitume et fumées de bitume, et certains hydrocarbures aromatiques polycycliques hétérocycliques (11-18 octobre 2011)

### Bitumen and bitumen fumes

#### N-Heterocyclic polycyclic aromatic hydrocarbons:

- Benz[a]acridine (225-11-6)
- Benz[c]acridine (225-51-4)
- Carbazole (86-74-8)
- Dibenz[a,h]acridine (226-36-8)
- Dibenz[a,j]acridine (224-42-0)
- 7H-Dibenzo[c,g]carbazole (194-59-2)

#### S-Heterocyclic polycyclic aromatic hydrocarbons:

- Benzo[b]naphthol[2,1-d]thiophene (239-35-0)
- Dibenzothiophene (132-65-0)

# L'Unité des Monographies (IMO)



Robert Baan, Véronique Bouvard, Sandrine Egraz, Fatiha El Ghissassi, Laurent Galichet, Neela Guha, Yann Grosse, Helene Lorenzen-Augros, Dorothy Russell, Béatrice Secretan-Lauby, Kurt Straif, Lamia Tallaa

Centre international de Recherche sur le Cancer