

R. Vincent (1)
T. Kauppinen, J. Toikkanen (2)
D. Pedersen, R. Young (3)
M. Kogevinas (4)

(1) Département Métrologie des polluants,
Centre de recherche de l'INRS, Nancy
(2) Finnish Institute of Occupational Health,
Helsinki, Finlande.
(3) National Institute for Occupational
Safety and Health, Cincinnati, États-Unis
(4) Institut Municipal d'Investigacio
Médica, Barcelone, Espagne

CAREX

Système international d'information sur l'exposition professionnelle aux agents cancérogènes en Europe

Résultats des estimations pour la France pendant les années 1990-1993

R. Vincent (1)
T. Kauppinen, J. Toikkanen (2)
D. Pedersen, R. Young (3)
M. Kogevinas (4)

(1) Département Métrologie des polluants,
Centre de recherche de l'INRS, Nancy

(2) Finnish Institute of Occupational Health,
Helsinki, Finlande.

(3) National Institute for Occupational
Safety and Health, Cincinnati, États-Unis

(4) Institut Municipal d'Investigació
Mèdica, Barcelone, Espagne

CAREX

Système international d'information sur l'exposition professionnelle aux agents cancérogènes en Europe

Résultats des estimations pour la France pendant les années 1990-1993

CAREX: INTERNATIONAL INFORMATION SYSTEM ON OCCUPATIONAL EXPOSURE TO CARCINOGENIC AGENTS IN EUROPE

OCCUPATIONAL EXPOSURE TO CARCINOGENIC AGENTS IN FRANCE FROM 1990 TO 1993

CAREX (short for CARCinogen EXposure), an international database on occupational exposure to carcinogens, gives access to specific data by country and industry. It includes data on 139 carcinogenic agents evaluated by the International Agency for Research on Cancer. Occupational exposure to these carcinogenic agents in the 15 member States of the European Union from 1990 to 1993 was estimated in two stages. First of all, estimates were generated automatically by the CAREX system on the basis of national workforce data and exposure rate estimates from two reference countries - the United States and Finland. For selected countries these estimates were then refined by national experts in the light of similarity/dissimilarity to the perceived exposure in their own countries. In France, about 5 million workers were potentially exposed to the IARC carcinogens covered by CAREX. The most common exposures were solar radiation (1.5 million workers exposed at least 75% of working time), tobacco smoke in the workplace (1.2 million, at least 75% of working time), radon (500,000), diesel exhaust (400,000), sulfuric acid mist (400,000), formaldehyde (300,000), wood dust (180,000), tetrachloroethylene (140,000), asbestos (140,000) and lead and inorganic lead compounds (140,000).

● carcinogen ● occupational exposure ● information system ● database ● CAREX ● estimation ● Europe

CAREX (Carcinogen Exposure) est une base de données internationale rassemblant des informations sur l'exposition professionnelle aux cancérogènes ; elle donne accès à des données spécifiques par pays et par secteur industriel. Les données portent sur 139 cancérogènes évalués par le CIRC. L'estimation de l'exposition professionnelle à ces agents, de 1990 à 1993, pour les 15 pays de l'Union européenne, s'est effectuée en deux étapes. Les estimations sont d'abord générées automatiquement par CAREX, sur la base des données nationales sur la population active et des estimations de taux d'exposition dans deux pays de référence (Etats-Unis et Finlande). Puis, un réseau d'experts nationaux a évalué ces estimations en fonction de leurs similarités ou différences par rapport aux circonstances d'exposition perçues dans leurs propres pays. Pour la France, pendant cette période, il y avait environ 5 millions de travailleurs potentiellement exposés aux cancérogènes couverts par CAREX. Expositions les plus courantes : rayonnements solaires (1,5 million de travailleurs exposés pendant au moins 75 % de leur temps de travail), fumée de tabac dans l'environnement professionnel (1,2 million pendant au moins 75 %), radon (500 000 travailleurs), émissions de diesel (400 000), brouillards d'acide sulfurique (400 000), formaldéhyde (300 000), poussières de bois (180 000), tétrachloroéthylène (140 000), amiante (140 000), plomb et composés inorganiques de plomb (140 000).

● agents cancérogènes ● exposition professionnelle ● activité industrielle
● système d'information ● banque de données ● CAREX ● mesure ● Europe
● méthode

CAREX (Carcinogen Exposure), base de données internationale rassemblant des informations sur l'exposition professionnelle aux cancérogènes, a été établie avec le soutien du programme « Europe against cancer » (l'Europe contre le cancer) de l'Union européenne. Elle donne accès à des données spécifiques sur l'exposition et à des estimations documentées du nombre de travailleurs potentiellement exposés aux agents cancérogènes, par pays, par agent et par secteur industriel.

L'examen de la littérature disponible, y compris les monographies du CIRC (Centre international de recherche sur le cancer), a indiqué que les estimations directes du nombre de travailleurs exposés n'existaient pas en Europe. Par conséquent, il était évident que la majorité des estimations devaient être dérivées indirectement de jugements d'experts professionnels basés, dans la mesure du possible, sur toute information accessible concernant les travailleurs exposés aux cancérogènes.

Un groupe international d'experts dans le domaine de l'exposition aux cancérogènes, a ainsi été créé, avec pour objectif de déterminer une procédure d'estimation. A l'issue de la création de ce groupe, la première version du système CAREX a été mise en place par l'Institut finlandais de santé au travail (FIOH). Ce système a été ensuite mis au point et testé. La connaissance de chaque situation nationale étant essentielle, des experts issus des différents pays ont été identifiés et invités à participer au projet. Les chercheurs mentionnés dans l'encadré 1 (page suivante) ont contribué à la planification, à la conception du système, au recueil de données ou à l'évaluation de l'exposition.

Cet article présente les résultats des estimations françaises et la méthodologie mise en oeuvre. Un rapport équivalent a également été élaboré pour d'autres pays membres de l'Union européenne et pour les Etats-Unis. Il existe également un rapport sur l'exposition professionnelle aux

cancérogènes dans toute l'Union européenne. Une faible partie seulement des informations contenues dans la base de données CAREX (par exemple : définitions, estimations par secteur industriel, informations descriptives, résultats des mesures d'exposition, données sur la population active, références bibliographiques) est présentée dans ces différents rapports.

1. Description de la méthode d'évaluation

La procédure d'évaluation (fig. 1) comprend les principales phases qui seront décrites en détail dans les sections qui suivent :

- définition des agents cancérogènes et de l'exposition professionnelle,
- définition des industries et recueil des données sur la population active,
- recueil des données sur les mesures d'exposition et des données descriptives de l'exposition,
- génération d'estimations d'expositions par défaut (estimations initiales) par le système CAREX,
- génération des estimations finales des expositions par les experts nationaux,
- estimations d'expositions multiples.

La majorité des cancérogènes ont été évalués selon une méthode par secteur industriel (procédure « longue »).

L'évaluation de quelques cancérogènes a été effectuée grâce à une méthode par pays (procédure « courte ») qui n'a abouti qu'à un chiffre global exprimant le nombre de travailleurs exposés par pays. Certaines expositions à des médicaments ont été évaluées à l'aide de cette méthode. Les « circonstances d'exposition » aux cancérogènes évaluées par le CIRC, ont été brièvement traitées. Par exemple, « l'exposition professionnelle de peintre » a été décrite en termes du nombre de peintres dans le pays, complété d'informations descriptives. Il n'a pas été possible d'évaluer certains agents cancérogènes tels que le bétel, certains virus, le poisson salé, etc. Ils ont été inclus dans la base de données mais le nombre de travailleurs exposés a été estimé comme étant nul ou inconnu.

Le système d'informations sur l'exposition CAREX a été conçu et établi pour traiter les estimations et documenter la manière dont ces estimations ont été obtenues. C'est une base de données Access 2 qui est accessible à partir d'un ordinateur per-

| Chercheur | Pays | Attribution |
|-----------------|-----------------|---|
| Dr M. Kogevinas | Grèce, Espagne | Chef du projet, planification |
| Dr T. Kauppinen | Finlande | Coordinateur, planification, évaluation |
| Dr W. Ahrens | Allemagne | Planification, évaluation |
| Dr H. Veulemans | Belgique | Évaluation |
| Dr J. Hansen | Danemark | Évaluation |
| Dr J. M. Blasco | Espagne | Planification, évaluation |
| Dr D. Pedersen | Etats-Unis | Planification, données américaines, conversions |
| M. R. Young | Etats-Unis | Données américaines |
| M. J. Toikkanen | Finlande | Planification, conception du système |
| M. R. Vincent | France | Planification, évaluation |
| M. B. Pannett | Grande-Bretagne | Planification, évaluation |
| Dr D. Mirabelli | Italie | Planification, évaluation |
| Dr P. B. (CIRC) | Italie | Planification. |
| Dr H. Kromhout | Pays-Bas | Planification, évaluation |
| Dr N. Plato | Suède | Planification, évaluation |

sonnel. Un sommaire des résultats issus de mesures d'expositions publiées, de résultats de la base de données COLCHIC, ainsi que les descriptifs des expositions ont été saisis dans la base CAREX afin de faciliter, par exemple, l'évaluation des niveaux d'expositions dans différents secteurs industriels et domaines professionnels.

La méthode de travail retenue a consisté à produire des estimations indirectes basées sur des informations en provenance de deux pays de référence, dont les données étaient validées et complètes (Finlande et Etats-Unis).

Le calcul de ces premières estimations a été basé sur les données d'exposition directe en provenance des bases de données finlandaises SUTKEA [1], FINJEN [2], ASA [3] et de la base de données américaine NOES (National occupational exposure survey) [4 à 6] Après avoir converti les classifications industrielles finlandaises et américaines au format de la classification des activités des Nations-Unies [7] (UN-ISIC-Révision 2, 1968), les travailleurs exposés aux cancérogènes étudiés ont été répartis par secteur industriel. Les chiffres absolus ont été convertis en fréquences d'exposition (taux) en les divisant par le nombre de travailleurs employés dans le secteur industriel concerné. Le taux qui a été considéré comme étant le plus fiable, celui qui correspondait souvent à la moyenne des taux américains et finlandais, a ensuite été multiplié par le nombre de travailleurs employés dans le secteur

industriel du pays devant être évalué. L'estimation fournie par le système CAREX a été utilisée en tant qu'estimation initiale du nombre de travailleurs exposés.

Ces premières estimations n'étaient pas directement transposables aux différents pays en raison de différences liées à l'infrastructure industrielle, aux taux d'utilisation des agents cancérogènes et aux facteurs temporaires. Par conséquent, les premières estimations ont dû être vérifiées et améliorées par les experts nationaux de différents pays européens. Elles ont abouti aux estimations « finales » du système CAREX.

Les expositions multiples ont été estimées à partir des données finlandaises. La connaissance du niveau d'exposition multiple aux agents cancérogènes couverts est nécessaire lorsque les données sont additionnées, afin d'obtenir le nombre total de travailleurs exposés dans un secteur industriel ou dans un pays. La valeur finlandaise a été appliquée aux autres pays sauf dans le cas où un expert national l'avait modifiée.

2. Agents cancérigènes évalués

Le système CAREX comprend tous les agents cancérigènes, les groupes d'agents et les mélanges que le CIRC a classé dans le groupe 1 (cancérigènes pour l'homme) et le groupe 2A (probablement cancérigènes pour l'homme) en février 1995. Des agents appartenant au groupe 2B (peut-être cancérigènes pour l'homme) ainsi que les rayonnements ionisants ont également été inclus, car bien que ces derniers n'aient pas été évalués par le CIRC, il y a suffisamment d'évidence quant à leur effet cancérigène sur l'homme. Les agents ont été sélectionnés par le groupe responsable du projet.

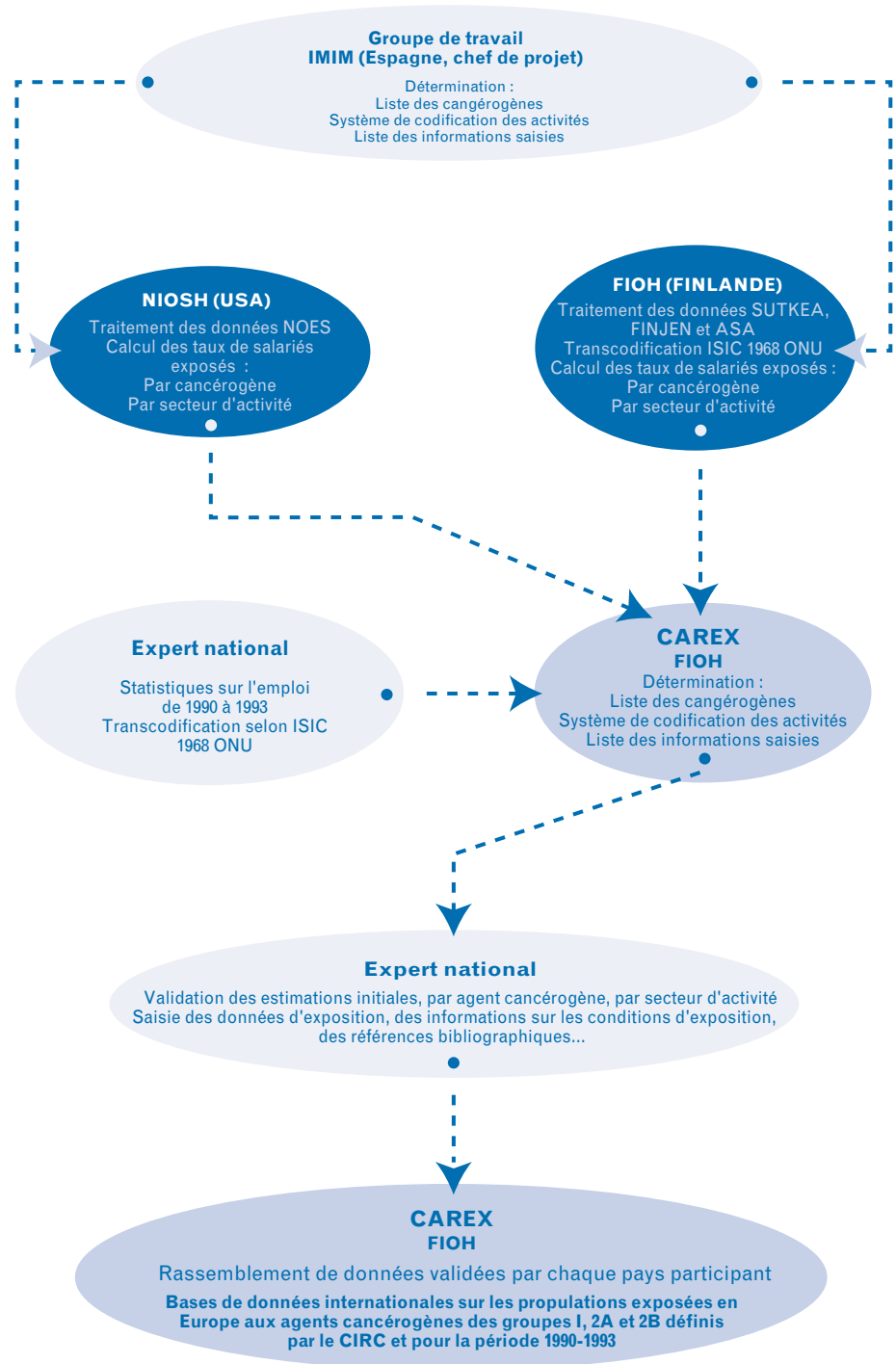
Certains agents cancérigènes des groupes 1 et 2A sont des hydrocarbures polycycliques aromatiques (HPA) et sont regroupés sous cette appellation. Les HPA comprennent les brais de houille, les goudrons de houille, les huiles minérales non traitées ou faiblement traitées, les huiles de schiste, les suies et créosotes, ainsi que le benzo[a]pyrène et autres composés HPA potentiellement cancérigènes. La raison de ce regroupement est due au fait qu'un HPA simple est impossible à discriminer car les HPA présents dans un environnement professionnel le sont souvent sous la forme de mélanges complexes. Cependant, la fumée de tabac (dans ce contexte, inhalation passive sur le lieu de travail) ainsi que les émissions de fumées diesel, bien qu'elles soient également des mélanges complexes contenant des HPA, ont été évaluées séparément.

Les « circonstances d'exposition » aux cancérigènes des groupes 1 et 2A du CIRC ont également été traitées mais uniquement à un niveau national et ont abouti à un nombre global de travailleurs concernés, si disponible.

La base CAREX identifie les agents cancérigènes par :

- leur nom (nomenclature du CIRC) ;
- leur nom abrégé ;
- un code de 2 à 4 lettres ;
- les synonymes couramment utilisés ;
- le n° CAS (Chemical Abstracts System) ;
- le groupe CIRC (I, 2A, 2B) ;
- les principales conditions d'exposition ;
- l'unité et sa définition (l'unité dans laquelle les résultats des mesures d'exposition ont été fournis pour l'agent cancérigène dans CAREX) ;
- la procédure d'évaluation utilisée.

Fig.1. Méthode d'estimation dans Carex - CAREX estimation methodology



3. Définition de l'exposition professionnelle

La rubrique « définition de l'exposition professionnelle » dans CAREX indique les voies d'exposition (inhalation, cutanée ou les deux) ainsi que le niveau d'exposition environnemental (non professionnel) qui est utilisé comme critère minimum d'exposition professionnelle. Si le niveau d'exposition non professionnel est considéré comme étant non significatif, il n'est pas donné numériquement. Dans le cas contraire, le niveau d'exposition non-professionnel est indiqué dans la base de données CAREX.

Lorsque l'agent CAREX concerne une famille de substances cancérigènes (par exemple les HPA), la définition se rapporte à la liste des cancérigènes les plus courants (dans le cas des HPA, cette définition inclut le Benzo(a)pyrène, le Benz(a)anthracène, le Dibenz(a,h)anthracène, les goudrons de houille...). Elle peut également indiquer l'inclusion ou l'exclusion des cas d'expositions « limites » (worst case exposure) ainsi que les variations nationales par rapport à la définition générale.

Dans CAREX, la définition de l'exposition professionnelle correspond à une « interprétation moyenne » des définitions retenues dans les enquêtes des pays de référence (Finlande et Etats-Unis).

Ainsi pour les enquêtes finlandaises, était considéré comme exposé à un agent cancérigène tout travailleur dont le niveau d'exposition professionnelle, estimé par un expert, était supérieur au niveau d'exposition environnemental pour cet agent.

Pour l'enquête NOES du NIOSH (Etats-Unis) était considéré comme exposé, tout travailleur recensé comme utilisateur d'un agent cancérigène ou d'un produit en contenant et ce, quel que soit le niveau réel d'exposition.

Les estimations françaises obtenues à partir des données finlandaises ou/et américaines indiquent un nombre de travailleurs exposés correspondant à ces définitions.

Dans l'enquête SUMER était considéré comme exposé tout salarié pour lequel, le médecin du travail attaché, à l'entreprise du dit salarié, a recensé l'utilisation d'un agent chimique (cancérigène ou non) au poste de travail et ce, quel que soit le niveau d'exposition réel. Cette définition est identique à celle retenue dans l'enquête NOES du NIOSH.

4. Période couverte

Les estimations concernent le début des années 1990. Les statistiques disponibles sur la population active ont également couvert l'année 1993 pendant la mise en place du système CAREX. La moyenne de la population active par secteur industriel a été calculée pour les années 1990-1993.

5. Caractérisation des données relatives à l'industrie et à la population active

Le nombre d'expositions dans le système CAREX a été évalué principalement pour les classes industrielles (industries CAREX) définies sur la base d'un niveau à 3 chiffres selon la classification internationale type, par industrie de toutes les branches d'activité économique des Nations Unies (ISIC-Révision 2, 1968). Pour certains secteurs, qui ne sont pas des industries de transformation, les niveaux à 1 ou 2 chiffres correspondent au niveau d'évaluation. Les classes industrielles et les données sur la population active sont présentées dans le [tableau I](#).

Les informations relatives à la population active étaient nécessaires pour l'estimation du nombre de travailleurs exposés. Le nombre de personnes employées qui a été utilisé dans le calcul était le nombre moyen des personnes employées pendant les années 1990-1993. L'effectif d'un secteur concerne toutes les personnes travaillant dans le secteur industriel, y compris les salariés, les travailleurs indépendants, les membres des familles y travaillant (notamment pour les professions agricoles ou artisanales), et les travailleurs employés dans des sociétés d'interim. Les informations concernant la population active dans les pays de l'Union européenne étaient cependant hétérogènes et incomplètes.

Les données sur la population active ont été principalement fournies par l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) qui a rassemblé les statistiques sur la population active et la structure industrielle de façon uniforme selon la classification de l'ISIC-Révision 2, depuis la fin des années 1960. Les industries de fabrication et minières sont réparties en 76 secteurs (niveau à 3

chiffres, certaines industries au niveau à 4 chiffres également). Les secteurs hors industries de transformation ne sont reportés qu'au niveau à 1 chiffre dans les statistiques de l'OCDE, un niveau insuffisamment précis pour ce projet. Par conséquent, les données sur la population active recueillies par l'Office statistique des communautés européennes (EUROSTAT) selon la nomenclature des activités européennes [8] (NACE, Révision 1, 1993), ainsi que les statistiques nationales disponibles, ont également été utilisées pour déterminer la population active des secteurs non industriels de CAREX. Les experts nationaux ont examiné, corrigé et complété les données à partir des diverses sources à leur disposition.

6. Procédure d'estimation

Le système CAREX comprend des programmes internes qui permettent de calculer des estimations du nombre de salariés exposés en tenant compte de la structure de la population active du pays concerné ainsi que des taux d'expositions déterminés à partir des données des pays de référence. CAREX a proposé aux experts nationaux chargés de l'évaluation, un choix entre plusieurs estimations du nombre de salariés exposés par agent cancérigène et par secteur d'activité industriel :

1. estimation basée sur le taux d'exposition en Finlande (type d'estimation : FINLANDE) ;
2. estimation basée sur le taux d'exposition aux Etats-Unis (USA) ;
3. estimation moyenne calculée à partir des taux de la Finlande et des Etats-Unis (MOYENNE) ;
4. estimation de l'expert basée sur son jugement ou des données issues du pays (PROPRE) ;
5. le nombre de personnes exposées est nul (ZÉRO).

TABLEAU I

**RÉPARTITION DE LA POPULATION ACTIVE PAR SECTEUR D'ACTIVITÉ EN FRANCE ET EN EUROPE (*)
SELON LA CLASSIFICATION INTERNATIONALE TYPE DES ACTIVITÉS DES NATIONS UNIES (ISIC-REV2) -**

BREAKDOWN OF EMPLOYED POPULATION BY SECTOR OF ACTIVITY IN FRANCE AND IN EUROPE (NUMBER OF PEOPLE AND PERCENTAGE OF TOTAL EMPLOYED POPULATION) ACCORDING TO THE UN STANDARD INTERNATIONAL CLASSIFICATION OF ACTIVITIES (ISIC-REV2)

| Activité | Code ISIC-Rev2 | Nb employés en France (en milliers) | % | Nb employés en Europe (en milliers) | % |
|---|----------------|--|--------|--|-------|
| Agriculture et Chasse | 11 | 1012,6 | 4,73 | 7536,35 | 5,53 |
| Sylviculture et exploitation forestière | 12 | 37,9 | 0,18 | 305,1 | 0,22 |
| Pêche | 13 | 38,5 | 0,18 | 261,43 | 0,19 |
| Extraction du charbon | 21 | 16,7 | 0,08 | 184,66 | 0,14 |
| Production de pétrole brut et de gaz naturel | 22 | 28 | 0,13 | 124,71 | 0,09 |
| Extraction de minerais métalliques | 23 | 4,8 | 0,02 | 40,4 | 0,03 |
| Extraction d'autres minerais | 29 | 42,1 | 0,2 | 244,51 | 0,18 |
| Industries alimentaires | 311-312 | 550,2 | 2,57 | 2636,14 | 1,93 |
| Fabrication de boissons | 313 | 40,5 | 0,19 | 418,27 | 0,31 |
| Industrie du tabac | 314 | 4,9 | 0,02 | 84,24 | 0,06 |
| Industrie textile | 321 | 178,8 | 0,84 | 1223,74 | 0,9 |
| Fabrication d'articles d'habillement | 322 | 120,9 | 0,57 | 1486,31 | 1,09 |
| Industrie du cuir, des articles en cuir | 323 | 16 | 0,07 | 167,22 | 0,12 |
| Fabrication des chaussures (cuir) | 324 | 35,6 | 0,17 | 424,3 | 0,31 |
| Industrie du bois, d'ouvrages en bois | 331 | 79,9 | 0,37 | 735,69 | 0,54 |
| Fabrication de meubles en bois | 332 | 106,5 | 0,5 | 688,05 | 0,5 |
| Fabrication de papier et d'articles en papier | 341 | 102,9 | 0,48 | 699,34 | 0,51 |
| Imprimerie, Edition | 342 | 241,7 | 1,13 | 1712,57 | 1,26 |
| Industrie chimique | 351 | 111,1 | 0,52 | 897,69 | 0,66 |
| Fabrication d'autres produits chimiques | 352 | 197,8 | 0,92 | 964,24 | 0,71 |
| Raffineries de pétrole | 353 | 20,8 | 0,1 | 116,1 | 0,09 |
| Fabrication de dérivés du pétrole et du charbon | 354 | 0,95 | < 0,01 | 23,57 | 0,02 |
| Industrie du caoutchouc | 355 | 89,6 | 0,42 | 347,24 | 0,25 |
| Fabrication d'ouvrages en matières plastiques, nca (**) | 356 | 125,3 | 0,59 | 831,32 | 0,61 |
| Fabrication des grès, porcelaines et faïences | 361 | 22,3 | 0,1 | 210,42 | 0,15 |
| Industrie du verre | 362 | 57,5 | 0,27 | 271,5 | 0,2 |
| Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques | 369 | 81,9 | 0,38 | 599,89 | 0,44 |
| Sidérurgie | 371 | 81,7 | 0,38 | 705,57 | 0,52 |
| Production et transformation des métaux non ferreux | 372 | 48,5 | 0,23 | 332,25 | 0,24 |
| Fabrication d'ouvrages en métaux | 381 | 364,1 | 1,7 | 2599,9 | 1,91 |
| Construction de machines non électriques | 382 | 400,4 | 1,87 | 3445,61 | 2,53 |
| Fabrication de machines, appareils électriques | 383 | 451,1 | 2,11 | 2688,43 | 1,97 |
| Construction de matériel de transport | 384 | 506,5 | 2,37 | 2670,5 | 1,96 |
| Fabrication de matériel médical, de précision, photographique | 385 | 118,9 | 0,56 | 519,13 | 0,38 |
| Autres industries manufacturières, nca (**) | 39 | 40,2 | 0,19 | 355,79 | 0,26 |
| Electricité, Gaz et Vapeur | 41 | 169,6 | 0,79 | 1112,44 | 0,82 |
| Installations de distribution d'eau | 42 | 34,5 | 0,16 | 213,36 | 0,16 |
| Bâtiment et Travaux Publics | 5 | 1479,4 | 6,91 | 11211,88 | 8,22 |
| Commerce de gros de détail, restaurants et hôtels | 6 | 3752,2 | 17,54 | 24016,52 | 17,62 |
| Transports par voie terrestre | 711 | 612,4 | 2,86 | 4090,5 | 3 |
| Transports par eau | 712 | 22,2 | 0,1 | 336,38 | 0,25 |
| Transports aériens | 713 | 57,8 | 0,27 | 437,69 | 0,32 |
| Services auxiliaires des transports | 719 | 179,5 | 0,84 | 1376,05 | 1,01 |
| Communications | 720 | 489,2 | 2,29 | 2670,35 | 1,96 |
| Banques, assurances... services fournis aux entreprises | 8 | 2375,7 | 11,1 | 12998,91 | 9,54 |
| Administration publique et défense nationale | 91 | 2051,4 | 9,59 | 11382,3 | 8,35 |
| Services sanitaires et services analogues | 92 | 284,4 | 1,33 | 1436,29 | 1,05 |
| Enseignement | 931 | 1666,8 | 7,79 | 9066,1 | 6,65 |
| Instituts scientifiques et centres de recherche | 932 | 129,8 | 0,61 | 451,6 | 0,33 |
| Services médicaux, dentaires, vétérinaires et autres services sanitaires | 933 | 1498,7 | 7,01 | 7994,87 | 5,86 |
| Œuvres Sociales | 934 | 383,6 | 1,79 | 4083,62 | 3 |
| Associations commerciales, professionnelles et syndicales | 935-939 | 230,1 | 1,08 | 1437,35 | 1,05 |
| Services récréatifs et culturels | 94 | 287,4 | 1,34 | 2039,75 | 1,5 |
| Services fournis aux ménages et aux particuliers | 95 | 285,1 | 1,33 | 3291,45 | 2,41 |
| Organisations internationales et organismes extraterritoriaux | 96 | 27,6 | 0,13 | 126,67 | 0,09 |

(*) Nombre de personnes et pourcentages par rapport à la population totale active.

(**) nca : y compris les activités non classées ailleurs.

ENCADRÉ 2

VALEUR FINLANDAISE

| | | Pas de signalement | Signalement | Zéro |
|------------|--------------------|--------------------|-------------|------|
| VALEUR USA | Pas de signalement | MOY | USA | MOY |
| | Signalement | FINL | MOY | ZERO |
| | Manquante | FINL | PROPRE (*) | ZERO |
| | Zéro | MOY | ZERO | ZERO |

(*) PROPRE : dans ce cas l'estimation est déterminée par l'expert national.

L'une des valeurs a été fixée en tant que valeur par défaut. La sélection d'une valeur par défaut est due au fait que la moyenne (MOY) des estimations finlandaises et américaines a été privilégiée. Si l'une ou l'autre des valeurs finlandaise et américaine était signalée par un dispositif d'avertissement de faible validité dans le système CAREX, l'autre était proposée comme valeur par défaut. La valeur finlandaise était proposée si la valeur américaine manquait. Si les valeurs finlandaises et américaines étaient toutes les deux connues, la moyenne était utilisée comme valeur par défaut parce que presque systématiquement le taux américain était soupçonné être trop élevé et la valeur finlandaise trop basse, en raison notamment des différences structurelles entre les secteurs d'activités français et ceux des pays de référence.

La grille décisionnelle ci-dessus a été utilisée pour fixer les valeurs par défaut dans le système CAREX (encadré 2).

7. Estimation des expositions multiples

Si un travailleur est exposé à deux cancérogènes, le nombre de travailleurs exposés est de 1, mais le nombre d'expositions est de 2. Dans ce contexte, la notion d'exposition ne s'applique pas au nombre d'expositions (exemple : 5 fois par an) mais au nombre d'agents cancérogènes auquel un travailleur est exposé.

La distinction entre exposition et travailleur exposé est liée au calcul du nombre de travailleurs exposés dans un secteur industriel CAREX ou dans un pays. Si toutes les expositions dans un secteur industriel sont additionnées, le risque est

que les mêmes travailleurs soient comptés plusieurs fois (dans le cas des expositions multiples) et qu'il y ait surestimation. La procédure d'estimation du système CAREX s'intéresse aux expositions (nombre de travailleurs exposés à un cancérogène donné). Le nombre d'expositions et de travailleurs exposés est le même si chaque travailleur est exposé à un seul cancérogène dans le secteur industriel de CAREX. L'estimation des travailleurs exposés dans des conditions d'expositions multiples nécessite le développement de facteurs spécifiques à chaque secteur industriel, qui convertissent les nombres d'expositions en nombres de travailleurs exposés. Ces « facteurs d'expositions multiples » n'ont pu être obtenus que pour les données finlandaises. Les chiffres finlandais sont basés sur l'évaluation de l'additivité des sous-groupes exposés. Les données américaines (NOES) n'ont pas permis d'obtenir des facteurs d'expositions multiples par secteur industriel CAREX.

8. Procédure d'estimation en France

Les estimations françaises ont été obtenues à partir de plusieurs sources de données :

- l'enquête SUMER réalisée en 1994 par le ministère du Travail [9],
- la base de données nationale d'exposition professionnelle COLCHIC [10,11] de l'INRS en utilisant les données rassemblées pendant la période 1990/1996,
- des statistiques sur l'économie et l'emploi publiées par le ministère du Commerce ou l'INSEE (Institut national de la statistique et des études économiques).

L'étude SUMER a été menée en 1994, en France, par le ministère du Travail. La

population étudiée comprend 48190 travailleurs questionnés par 1205 médecins du travail sur leurs conditions de travail et les produits chimiques dangereux présents à leurs postes de travail. Une grande partie des substances chimiques incluses dans CAREX a été évaluée pendant cette étude. Les estimations de populations exposées aux cancérogènes ont été effectuées par secteur industriel et par taille d'entreprise en partie à l'aide des résultats de l'enquête SUMER.

Les résultats de l'étude SUMER ont été utilisés pour les estimations spécifiques à chaque secteur industriel de CAREX. Ils sont documentés dans la base de données CAREX et accompagnés des remarques suivantes :

- « résultats de l'étude SUMER » signifie que les résultats SUMER ont été directement utilisés pour l'estimation ;

- « estimation de l'expert chargé de l'évaluation basée sur les résultats de l'étude SUMER » signifie que les estimations étaient basées sur des résultats à faible niveau de confiance ou à bon niveau de confiance mais devant être corrigés. Par exemple, l'enquête SUMER a abouti à une estimation correcte pour un groupe d'agents chimiques (halogénés par exemple) mais pas pour un agent cancérogène spécifique appartenant à ce groupe. Dans ce cas, les estimations ont été réalisées sur la base de statistiques économiques ou de taux de production spécifiques à la substance ;

- « estimation de l'expert chargé de l'évaluation » signifie que les résultats SUMER à faible niveau de confiance ont été utilisés. Dans certains cas, cette remarque signifie qu'il n'y avait pas de données disponibles en provenance de l'étude SUMER. Les estimations étaient donc basées sur les connaissances de différents experts de l'INRS ou sur les estimations brutes en provenance des pays de référence. Si l'estimation devait être basée sur le taux d'exposition dans les pays de référence, l'estimation (finlandaise, américaine ou leur moyenne) considérée être la plus représentative pour la France, était sélectionnée.

Pour certains cancérogènes, l'enquête SUMER n'a pas permis de mettre en évidence une exposition professionnelle. La recherche a alors été effectuée en exploitant les mesures d'exposition archivées dans la base de données COLCHIC de l'INRS. Cette exploitation a permis d'identifier les secteurs industriels où des mesures avaient été réalisées pour un agent cancérogène donné. Dans ces cas,

l'estimation de nombre de salariés exposée est basée sur l'avis d'experts de l'INRS. Une sélection de mesures d'exposition de la base COLCHIC est incluse dans le système CAREX.

9. Résultats

L'organisation de la population active en France et dans l'Union européenne est présentée dans le [tableau I](#). En France, tout comme en Europe, 60 % de la population active travaille dans les six secteurs d'activité suivants :

- Le commerce et l'hôtellerie 15,1 %
- Les banques et assurances 11,1 %
- L'administration publique et la défense nationale 9,6 %
- L'enseignement 7,8 %
- La santé 7,0 %
- Le bâtiment et les travaux publics 6,9 %

En France, les instituts scientifiques et de recherche ainsi que l'industrie du caoutchouc emploient proportionnellement au moins 50 % plus de travailleurs que dans les autres pays de l'Union européenne en moyenne. Par contre, les industries du charbon, du tabac et du transport fluvial n'emploient que 50 % ou moins de la moyenne de l'Union européenne.

Selon les estimations obtenues avec CAREX, environ 5 millions de travailleurs (22,7 % de la population active) étaient potentiellement exposés en France aux agents cancérigènes couverts par le système CAREX. Cette estimation du nombre de salariés exposés en France est à comparer aux résultats obtenus avec CAREX pour d'autres pays européens ([tableau II](#)). La proportion estimée de travailleurs exposés est équivalente d'un pays à l'autre, sauf pour les Pays-Bas où l'estimation est la plus faible : 16,9 %.

L'exposition à des agents cancérigènes concerne pratiquement toutes les classes industrielles du système CAREX ([tableau III](#)). Les populations estimées exposées appartiennent pour 58 % à 7 secteurs d'activité :

- Le commerce et l'hôtellerie 15,1 %
- Le Bâtiment et les travaux publics 10,9 %
- L'agriculture 9,8 %
- La santé 6,7 %
- L'administration publique et la défense 5,9 %
- Les transports par voie terrestre 4,9 %
- Les banques et assurances 4,7 %

L'examen des pourcentages de travailleurs exposés par secteur d'activité indique certaines disparités entre les por-

portions françaises et la moyenne européenne. C'est particulièrement le cas pour l'industrie chimique (80,71 % en France contre 38,97 % en Europe), la fabrication de meubles en bois (29,96 % en France contre 86,40 % en Europe), le bâtiment et les travaux publics (36,27 % en France contre 54,28 % en Europe), l'agriculture (47,69 % en France contre 26,27 % en Europe), la santé (22,26 % en France contre 9,09 en Europe). Globalement pour les autres secteurs d'activité on observe une cohérence acceptable entre les estimations françaises et européennes.

Certains agents cancérigènes (produits chimiques dans des laboratoires de recherche, ou drogues pharmaceutiques) ne sont utilisés que dans un ou deux secteurs industriels tandis que d'autres (fumée de tabac, rayonnement solaire, poussière de silice cristallisée, chrome hexavalent, plomb, émissions de diesel, HPA et radon) sont largement représentés dans de nombreux secteurs industriels.

Le nombre total de travailleurs exposés aux cancérigènes est présenté dans le [tableau IV](#).

Les expositions les plus courantes en France étaient les suivantes : rayonnement solaire (1,5 million de travailleurs exposés au moins 75 % du temps de travail), fumée de tabac (1,2 million de travailleurs exposés au moins 75 % du temps de travail), radon (500 000), émissions de diesel (400 000).

TABLEAU II

EFFECTIFS DE LA POPULATION ACTIVE EXPOSÉE AUX CANCÉROGÈNES SELON LE SYSTÈME CAREX, PAR PAYS, DURANT LA PÉRIODE 1990-93 - EMPLOYED POPULATION PER COUNTRY EXPOSED TO CARCINOGENS IN THE PERIOD 1990-1993 ACCORDING TO THE CAREX SYSTEM

| Pays | Population active | Population exposée | % de la population active exposée |
|-------------|-------------------|--------------------|-----------------------------------|
| Allemagne | 34 035 522 | 8 225 886 | 24,2 |
| Autriche | 3 086 425 | 786 116 | 25,4 |
| Belgique | 3 506 842 | 726 855 | 20,7 |
| Danemark | 2 812 902 | 684 032 | 24,3 |
| Espagne | 12 162 830 | 3 083 479 | 25,3 |
| Finlande | 2 138 381 | 510 525 | 23,8 |
| France | 21 786 228 | 4 937 345 | 22,7 |
| Grèce | 3 332 580 | 910 484 | 27,3 |
| Irlande | 1 088 450 | 264 761 | 24,3 |
| Italie | 17 073 393 | 4 202 913 | 24,6 |
| Luxembourg | 186 493 | 47 526 | 25,5 |
| Pays-Bas | 6 463 694 | 1 090 280 | 16,9 |
| Portugal | 4 019 845 | 974 926 | 24,2 |
| Royaume-Uni | 22 821 375 | 4 973 126 | 21,8 |
| Suède | 4 003 674 | 815 536 | 20,4 |

TABLEAU III

RÉPARTITION DU NOMBRE D'EXPOSITIONS ET DU NOMBRE DE TRAVAILLEURS POTENTIELLEMENT EXPOSÉS PAR SECTEUR D'ACTIVITÉ. POURCENTAGES DE LA POPULATION ACTIVE EXPOSÉE PAR SECTEUR D'ACTIVITÉ EN FRANCE ET EN EUROPE -
Breakdown of number of exposures and number of potentially exposed workers per sector of activity. Percentages of employed population exposed per sector of activity in France and Europe

| Activités | Code ISIC- Rev2 | Nbre d'expositions | Nbre d'employés exposés | % en France | % en Europe |
|--|--------------------|-----------------------|-------------------------------|----------------|----------------|
| Agriculture et Chasse | 11 | 482904 | 482904 | 47,69 | 26,27 |
| Sylviculture et exploitation forestière | 12 | 45133 | 28434 | 75,02 | 86,03 |
| Pêche | 13 | 28184 | 28184 | 73,21 | 55,77 |
| Extraction du charbon | 21 | 700 | 700 | 4,19 | 0,41 |
| Production de pétrole brut et de gaz naturel | 22 | 9772 | 9772 | 34,90 | 34,40 |
| Extraction de minerais métalliques | 23 | 11392 | 2164 | 45,08 | 71,15 |
| Extraction d'autres minerais | 29 | 46918 | 19706 | 46,81 | 76,84 |
| Industries alimentaires | 311-312 | 82150 | 77221 | 14,04 | 11,15 |
| Fabrication de boissons | 313 | 5099 | 5048 | 12,46 | 14,03 |
| Industrie du tabac | 314 | 384 | 384 | 7,84 | 5,13 |
| Industrie textile | 321 | 49816 | 45333 | 25,35 | 17,94 |
| Fabrication d'articles d'habillement | 322 | 37283 | 36537 | 30,22 | 23,15 |
| Industrie du cuir, des articles en cuir | 323 | 5312 | 5206 | 32,54 | 23,87 |
| Fabrication des chaussures (cuir) | 324 | 6774 | 6706 | 18,84 | 20,83 |
| Industrie du bois, d'ouvrages en bois | 331 | 57740 | 46769 | 58,53 | 67,24 |
| Fabrication de meubles en bois | 332 | 43118 | 31907 | 29,96 | 86,40 |
| Fabrication de papier et d'articles en papier | 341 | 29274 | 23126 | 22,47 | 19,65 |
| Imprimerie, Edition | 342 | 76811 | 75275 | 31,14 | 25,87 |
| Industrie chimique | 351 | 117991 | 89673 | 80,71 | 38,97 |
| Fabrication d'autres produits chimiques | 352 | 91929 | 81817 | 41,36 | 35,35 |
| Raffineries de pétrole | 353 | 21456 | 18667 | 89,75 | 63,91 |
| Fabrication de dérivés du pétrole et du charbon | 354 | 1144 | 1110 | 116,84 | 74,45 |
| Industrie du caoutchouc | 355 | 50795 | 47747 | 53,29 | 39,11 |
| Fabrication d'ouvrages en matières plastiques, nca | 356 | 67299 | 58550 | 46,73 | 39,78 |
| Fabrication des grès, porcelaines et faïences | 361 | 22819 | 15973 | 71,63 | 81,92 |
| Industrie du verre | 362 | 39594 | 25736 | 44,76 | 48,72 |
| Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques | 369 | 56922 | 46107 | 56,30 | 74,25 |
| Sidérurgie | 371 | 48705 | 33119 | 40,54 | 54,02 |
| Production et transformation des métaux non ferreux | 372 | 30861 | 21294 | 43,91 | 47,32 |
| Fabrication d'ouvrages en métaux | 381 | 174470 | 106591 | 29,28 | 30,85 |
| Construction de machines non électriques | 382 | 111337 | 79049 | 19,74 | 24,22 |
| Fabrication de machines, appareils électriques | 383 | 87420 | 81301 | 18,02 | 16,31 |
| Construction de matériel de transport | 384 | 219620 | 142753 | 28,18 | 35,31 |
| Fabrication de matériel médical, de précision, photographique | 385 | 67459 | 64761 | 54,47 | 37,35 |
| Autres industries manufacturières, nca (*) | 39 | 18689 | 17568 | 43,70 | 30,42 |
| Electricité, Gaz et Vapeur | 41 | 69121 | 61518 | 36,27 | 38,44 |
| Installations de distribution d'eau | 42 | 15546 | 15546 | 45,06 | 39,20 |
| Bâtiment et Travaux Publics | 5 | 789043 | 536549 | 36,27 | 54,28 |
| Commerce de gros de détail, restaurants et hôtels | 6 | 885732 | 744015 | 19,83 | 14,53 |
| Transports par voie terrestre | 711 | 283164 | 243521 | 39,77 | 40,64 |
| Transports par eau | 712 | 14147 | 10469 | 47,16 | 53,84 |
| Transports aériens | 713 | 44946 | 38654 | 66,88 | 64,81 |
| Services auxiliaires des transports | 719 | 92081 | 84715 | 47,19 | 42,32 |
| Communications | 720 | 124009 | 121529 | 24,84 | 22,21 |
| Banques, assurances... services fournis aux entreprises | 8 | 234653 | 232306 | 9,78 | 8,46 |
| Administration publique et défense nationale | 91 | 296594 | 293628 | 14,31 | 14,10 |
| Services sanitaires et services analogues | 92 | 83074 | 70613 | 24,83 | 25,23 |
| Enseignement | 931 | 84145 | 74889 | 4,49 | 3,63 |
| Instituts scientifiques et centres de recherche | 932 | 55225 | 40314 | 31,06 | 21,45 |
| Services médicaux, dentaires, vétérinaires et autres services sanitaires | 933 | 370662 | 333596 | 22,26 | 9,09 |
| Œuvres Sociales | 934 | 21266 | 21053 | 5,49 | 5,25 |
| Associations commerciales, professionnelles et syndicales | 935-939 | 39757 | 39757 | 17,28 | 15,90 |
| Services récréatifs et culturels | 94 | 39246 | 38854 | 13,52 | 13,43 |
| Services fournis aux ménages et aux particuliers | 95 | 187208 | 78627 | 27,58 | 48,23 |
| Organisations internationales et organismes extra-territoriaux | 96 | 0 | 0 | - | 0,79 |
| TOTAL | | | 4 937 345 | | |

(*) nca : y compris les activités non classées ailleurs.

Si l'on exclut les cancérigènes ci-après, rayonnements solaires, radon, fumées de tabac et diesel, dont la présence dans l'environnement peut être un facteur de confusion, on peut estimer que le nombre de travailleurs exposés en France à des agents cancérigènes issus de produits ou matériaux industriels se situe entre 1,4 et 2,6 millions. Ce chiffre a été obtenu en tenant compte des estimations du nombre de travailleurs exposés à un agent cancérigène et des expositions multiples évaluées dans CAREX.

Dans ce cas les expositions les plus courantes concernent :

- les brouillards d'acide sulfurique : 400 000
- le formaldéhyde : 300 000
- les poussières de bois : 180 000
- le tétrachloroéthylène 140 000
- l'amiante : 140 000
- le plomb et les composés inorganiques de plomb : 140 000
- les fibres de laine de verre : 130 000
- les hydrocarbures polycycliques aromatiques sauf tabac et diesel : 120 000
- le trichloroéthylène : 110 000
- la silice cristalline : 110 000
- le benzène : 70 000

Ce profil d'exposition qualitatif est pratiquement identique pour chaque pays de l'Union Européenne.

Pour chaque pays et chaque agent cancérigène, CAREX fournit :

- Les estimations du nombre de travailleurs exposés par secteur d'activité ;
- Les descriptions des circonstances d'exposition ;
- Les niveaux d'exposition mesurés (publiés ou non) ;
- Les informations relatives à la procédure d'estimation ;
- Les références bibliographiques des différents documents référencés.

TABLEAU IV

ESTIMATION DU NOMBRE DE TRAVAILLEURS EXPOSÉS EN FRANCE PAR AGENT CANCÉROGÈNE -
ESTIMATED NUMBER OF WORKERS EXPOSED IN FRANCE PER CARCINOGENIC AGENT

| Agent cancérigène | Travailleurs exposés | Agent cancérigène | Travailleurs exposés |
|---|----------------------|--|----------------------|
| Acrylamide | 13 403 | Formaldéhyde | 307 025 |
| Brouillards d'acides inorganiques forts contenant de l'acide sulfurique | 375 461 | Laine de verre | 128 892 |
| Acrylonitrile | 5 925 | Radiation ionisantes | 22 114 |
| Adriamycine | 27 714 | Dichlorométhane | 58 027 |
| Aflatoxines | 799 | Melphalan | 2 050 |
| Arsenic et ses composés | 25 920 | N-Méthyl-N-nitro-N-nitrosoguanidine (MNNG) | 600 |
| Amiante | 138 111 | 4,4'-Méthylène bis(2-chloroaniline), (MOCA) | 1 041 |
| Azacitidine | 138 | Gaz moutarde (moutarde soufrée) | 247 |
| Azathioprine | 339 | 1,4-Butanediol diméthanesulfonate (Myleran) | 865 |
| Bis(chlorométhyl)éther et chlorométhyl méthyl éther | 2 250 | N-Nitrosodiéthylamine | 6 920 |
| Bischloroéthyl nitrosourée (BNCU) | 2 076 | N-Nitrosodiméthylamine | 5 566 |
| 1,3-Butadiène | 9 584 | Composés du Nickel | 46 541 |
| Colorants à base de benzidine | 7 027 | Moutarde azotée | 590 |
| Beryllium et ses composés | 11 620 | Contraceptifs oraux, combinés | 1 020 |
| Benzène | 69 575 | Contraceptifs oraux, séquentiels | 1 020 |
| 2-Naphtylamine | 465 | Oestrogènes non-stéroïdiens | 1 020 |
| Benzidine | 1 595 | Oestrogènes stéroïdiens | 1 020 |
| Chloramphenicol | 9 281 | Hydrocarbures polycycliques aromatiques (HPA), sauf fumée de tabac | 117 202 |
| Tétrachlorure de carbone | 23 790 | Plomb et composés du plomb inorganiques | 135 474 |
| 1-(2-Chloroéthyle)-3-cyclohexyle-1-nitrosourée | 636 | Polybiphényles chlorés(PCB) | 5 311 |
| Cadmium et ses composés | 22 034 | Par-Chloro-ortho-toluidine et ses sel d'acides forts | 193 |
| Fibres de Céramique | 17 478 | Pentachlorophénol | 9 794 |
| Chlorambucil | 2 218 | Tétrachloroéthylène | 140 913 |
| Ciclosporine | 1 647 | Phénacétine | 1 402 |
| Cis-platine | 4 733 | Hydrochlorure de procarbazine | 344 |
| Cobalt et ses composés | 36 138 | Radon et ses produits de désintégration | 523 971 |
| Chrome VI et ses composés | 67 961 | Silice cristalline | 108 164 |
| Cyclophosphamide | 9 036 | Rayonnement solaire | 1 523 308 |
| Chlorozotocine | 69 | Oxyde de 7,8-styrène | 1 961 |
| Fumées d'échappement Diesel | 410 499 | Styrène | 50 058 |
| Diéthylstilboestrol | 386 | Phosphate de tris(2,3-dibromopropyle) | 124 |
| Sulfate de diéthyle | 1 248 | 1,2,3-Trichloropropane | 227 |
| Sulfate de diméthyle | 2 932 | Thiotepa | 2 964 |
| 1,2-Dibromoéthane | 9 561 | Trichloroéthylène | 111 672 |
| Epichlorhydrine | 11 190 | Chlorure de vinyle | 7 951 |
| Oxyde d'éthylène | 13 320 | Poussières de bois | 177 949 |
| Fumée de tabac (environnement) | 1 162 464 | | |

CAREX sera prochainement disponible sur le réseau Internet. Actuellement il est possible de se procurer cette base de données auprès de M. Timo Kauppinen du FIOH (¹).

Les résultats de cette étude peuvent être consultés sur le site Internet :
<http://www.occuphealth.fi/list/data/CAREX>.

10. Discussion

Les points forts et les faiblesses du système CAREX ont déjà été exposés par ailleurs [12]. Les points forts de CAREX se rapportent essentiellement à sa procédure d'évaluation systématique, au nombre d'agents cancérigènes et d'activités industrielles concernées. Bien que plusieurs méthodes aient été adoptées pour améliorer la validité des estimations et faciliter le processus d'estimation, la validité des estimations incluses dans CAREX reste cependant à améliorer. Les principales sources d'erreur concernent les différences de définition, entre pays, des circonstances de l'exposition professionnelle, la mauvaise prise en compte de circonstances d'ex-

position spécifiques à un pays, la validité variable des données issues des pays de référence et les difficultés de conversion des nomenclatures d'activités industrielles. Les problèmes rencontrés lors de l'estimation des expositions multiples conduisent à obtenir des estimations du nombre de salariés exposés qui sont parfois supérieures au nombre total de salariés employés dans une classe d'activité industrielle. Dans ce cas notamment, l'utilisation des données finlandaises sur les expositions multiples était inappropriée.

Il est donc nécessaire de modifier les expositions multiples nationales en tenant particulièrement compte des différences de structure d'activités industrielles par rapport à la Finlande.

Pour la France, la validité des estimations CAREX dépend essentiellement des estimations obtenues par l'enquête SUMER [9] et de la validité des estimateurs des pays de référence lorsqu'ils ont servi de base aux estimations françaises.

Le nombre total de salariés exposés aux agents cancérigènes CAREX est très important. Cependant le niveau d'exposition peut être considéré comme faible pour de nombreux groupes d'exposition et de ce fait ne permettrait pas de mettre un risque en évidence en utilisant des méthodes épidémiologiques classiques.

Les résultats présentés ici sont des résultats préliminaires qui doivent être interpré-

tés avec prudence. Les estimateurs ont été obtenus en référence à la structure et la répartition des emplois en France.

Les spécificités françaises de certaines activités industrielles qui peuvent différer de celles des pays de référence n'ont été que partiellement prises en compte. En raison de l'impossibilité actuelle de valider les estimations générées par le système CAREX, il serait nécessaire de poursuivre ce travail d'investigation au niveau national.

Remerciements

Les auteurs remercient très sincèrement :
Mme O. Heran - Le Roy et M. N. Sandret du Ministère du Travail pour la fourniture des données de l'enquête SUMER ;
Mmes A. Leprince, A. Peltier, Mrs P. Ducos, M. Héry, M. Lafontaine, J.C. Limasset et J.C. Protois pour leur contributions aux estimations ;
Mme B. Jeandel pour l'analyse de données de la base COLCHIC ;
Mmes F. Granjean, A. Julien et L. Salsi pour la collecte des articles et références bibliographiques inclus dans CAREX.

Article reçu en février 1999,
accepté en mai 1999

(¹) FIOH, Topeliuksenkatu 41aA, 00250 Helsinki, Finlande

BIBLIOGRAPHIE

- ANTILLA A., JAAKOLA J., TOSSAVAINEN A., VAINIO H. – Occupational exposure to chemical agents in Finland (in Finnish). *Alistee työssä 34, Työterveyslaitos ja työsuojelurahasto, Helsinki, 1992, 112 p.*
- KAUPPINEN T., TOIKKANEN J., PUKKALA E. – From cross tabulation to multipurpose exposure information system : a new job exposure-matrix. *American Journal of Industrial Medicine, 1998, 33, 4, pp. 409-417.*
- KAUPPINEN T., SAVELA A., VUORELA R. – ASA - 1990 : employees exposed to carcinogens in Finland in 1990, reviews 18. Helsinki, Finnish Institute of Occupational Health, 1992, 28 p.
- GREIFE A., YOUNG R., CARROLL M., SIEBER W., PEDERSEN D., SUNDIN D., SETA J. – National Institute for Occupational Safety and Health General industry occupational exposure databases : their structure, capabilities and limitations. *Applied Occupational and Environmental Hygiene, 1995, 10, pp. 264-269.*
- SETA J., SUNDIN D., PEDERSEN D. – National Occupational Exposure Survey. Volume 1. Survey manual. US Department of Health and Human Services, Cincinnati, National Institute for Occupational Safety and Health, 1988, 194 p.
- SIEBER W. – National Occupational Exposure Survey. Volume 2. Sampling methodology. U.S. Department of Health and Human Services, Cincinnati, National Institute for Occupational Safety and Health, 1990, 51 p.
- Département des affaires économiques et sociales, Bureau de statistiques des Nations-Unies – Classification internationale type, par industrie, de toutes les activités économiques. série M, N° 4, Révision 2, Nations-Unies, New-York, 1969, 74 p.
- Nomenclature d'Activités (NAF) et de Produits (CPF) – Journal Officiel de la République Française, Paris, Direction des journaux officiels, 1992, 417 p.
- HERAN LE ROY O., SANDRET N. – Enquête nationale SUMER 94 : premiers résultats. Paris, Ministère du Travail et des Affaires Sociales, 1996, 27 p.
- CARTON B., GOBERVILLE V. – La base de données COLCHIC. Cahiers de Notes Documentaires - Hygiène et Sécurité du Travail, 1989, 134, pp. 29-38.
- VINCENT R., JEANDEL B. – Apport de la base de données COLCHIC dans le repérage des nuisances chimiques en milieu professionnel. *Revue de Médecine du Travail, 4, 1997, pp. 174-176.*
- KAUPPINEN T. et coll. – Occupational exposure to carcinogens in the European Union in 1990-93. Helsinki, Finnish Institute of Occupational Health, 1998, 31 p.

→ Synthèse établie à partir des fascicules « 1998 Threshold Limit Values for chemical substances » de l'ACGIH et « Maximum concentrations at the workplace 1998 » de la MAK-Kommission et mise à jour par J. Triolet, Département Risques chimiques et biologiques, INRS, Paris

Valeurs limites d'exposition professionnelle aux substances dangereuses

Valeurs de l'ACGIH (Etats-Unis) et de la Commission MAK (Allemagne)

Ce document annule et remplace la version précédente : ND 2022-163-96

LIMIT VALUES FOR OCCUPATIONAL EXPOSURE TO DANGEROUS SUBSTANCES

RECOMMENDED BY THE ACGIH IN THE UNITED STATES AND THE MAK COMMISSION IN GERMANY

This paper is presented in three parts.

- An introduction presenting the respective policies of the two organisations, and definitions of the types of values given and their limitations.
- A synoptic table of mean exposure limit values recommended by the ACGIH (United States) and the MAK Commission (Germany). The table also mentions carcinogenicity, the possibility of skin penetration, the risk of allergy, the types of particle considered (inhalable or alveolar).
- An appendix containing all the relevant details for optimum use of the data provided. For the ACGIH: limit values for mixtures, dusts, carcinogens, dangerous substances of variable composition. For the MAK Commission: carcinogenic substances, mixtures, pregnancy, TRK values (technical reference concentrations), substances that alter the genetic heritage, metal dusts and compounds, smoking.

● limit value ● chemical substance
● occupational exposure ● ACGIH
● MAK-Kommission ● Germany

Cette synthèse s'articule en trois parties :

- une introduction présentant les politiques respectives de chacun des organismes, les définitions des différents types de valeurs données et leurs limitations ;
- un tableau synthétique rassemblant les valeurs limites moyennes d'exposition recommandées par l'ACGIH (Etats-Unis) et par la Commission MAK (Allemagne). Y figurent également les mentions de cancérogénicité, la possibilité d'une pénétration percutanée, le risque d'allergie, les types de fraction considérés (inhalable ou alvéolaire) ;
- en annexes, sont rassemblées toutes les précisions permettant un usage optimal des données. Pour l'ACGIH : valeurs limites pour les mélanges, poussières, cancérogènes, produits dangereux de composition variable. Pour la Commission MAK : substances cancérogènes, mélange de substances, grossesse, valeurs TRK (concentrations techniques de référence), substances modifiant le patrimoine héréditaire, poussières, métaux et composés métalliques.

● valeur limite ● substance chimique ● exposition professionnelle ● ACGIH
● Commission MAK

1. Les TLV de L'ACGIH (Etats-Unis)

Parmi les valeurs limites les plus connues figurent celles élaborées aux Etats-Unis d'Amérique par une association professionnelle, l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Cette association de droit privé a été créée en 1936 pour pallier l'insuffisance des dispositions prises à l'époque par les pouvoirs publics pour la protection des travailleurs de l'industrie chimique. Elle a défini des valeurs limites (TLV : Threshold Limit Values) destinées uniquement à servir de guide ou de recommandations techniques pour une meilleure maîtrise des risques pour la santé au travail. Dès l'origine, l'ACGIH a insisté pour que ces valeurs ne deviennent pas réglementaires, recommandation qui est restée ignorée par de nombreuses autorités locales, régionales ou nationales aux Etats-Unis, et par des pays étrangers.

Aux Etats-Unis, c'est à l'OSHA (Occupational Safety and Health Administration, Administration pour la santé et la sécurité professionnelles) qu'il revient de promulguer les valeurs réglementaires sur les lieux de travail (PEL : Permissible Exposure Limits, limites admissibles d'exposition).

Les TLV s'appliquent aux concentrations atmosphériques de substances dangereuses ; elles définissent des conditions auxquelles on croit que presque tous les travailleurs peuvent être exposés, jour après jour, sans effet néfaste pour leur santé. Cependant, du fait de la grande variabilité des sensibilités individuelles, un faible pourcentage des travailleurs peut ressentir, pour certaines substances, un inconfort à des concentrations inférieures ou égales à la TLV ; pour un pourcentage encore plus faible se développera une affection préexistante ou apparaîtra une maladie professionnelle. Le mieux est donc de maintenir des niveaux de concentration aussi bas que possible pour tous les polluants.

1.1. Définitions

L'ACGIH, pour tenir compte des diverses caractéristiques de l'action toxique des différentes substances, a défini trois types de TLV :

- les *TLV-TWA (Time-Weighted Average)* ou valeurs moyennes pondérées sur 8 heures par jour et 40 heures par semaine (1) ;

- les *TLV-STEL (Short-Term Exposure Limit)* ou valeurs limites d'exposition de courte durée : elles représentent les concentrations moyennes pondérées sur 15 minutes, qui ne doivent être dépassées à aucun moment de la journée. Elles protègent des effets d'irritation, d'atteinte chronique ou irréversible des tissus ou de narcose. La TLV-TWA doit être respectée et les expositions comprises entre la TLV-TWA et la TLV-STEL ne doivent pas se produire plus de 4 fois par jour et être séparées d'au moins une heure ;

- les *TLV-C (Ceiling)* ou valeurs plafond, qui ne doivent jamais être dépassées, même en valeur instantanée. En pratique, si le contrôle instantané n'est pas réalisable, on prélève pendant 15 minutes, sauf pour les substances qui provoquent une irritation immédiate pour une exposition brève.

1.2. Limitations

- Les TLV sont des valeurs déduites de l'expérience industrielle et des connaissances toxicologiques sur l'homme ou l'animal et, autant que possible de l'ensemble de ces connaissances.

- Elles sont établies pour un seul contaminant à la fois.

- Les critères de détermination varient d'une substance à l'autre : pour certaines substances, le seuil sera établi sur la base de considérations telles que la limitation de l'irritation, de la narcose ou d'une gêne quelconque ; pour d'autres, sur la nécessité de protéger la santé.

- Certaines personnes peuvent être hypersensibles ou exceptionnellement réceptives à certains produits chimiques à cause de facteurs génétiques, de leur âge, d'habitudes personnelles (fumer, consommer de l'alcool ou d'autres drogues...), de

la prise de médicaments ou d'une exposition antérieure. De telles personnes peuvent ne pas être convenablement protégées des effets néfastes pour la santé pour des concentrations de produits chimiques inférieures ou égales aux valeurs limites. Dans ce cas, le médecin du travail doit évaluer les mesures complémentaires nécessaires.

- Les TLV ne constituent donc pas une frontière entre les ambiances dangereuses et celles qui ne le seraient pas.

- Pour ces mêmes raisons, elles ne peuvent constituer une échelle de toxicités relatives.

- Elles sont exclusivement destinées à être utilisées comme guide ou recommandation. Elles ne doivent pas, par exemple, être employées pour le contrôle des nuisances dues à la pollution de l'air dans les villes, ni dans le cas d'une exposition ininterrompue, ni comme preuve ou non-preuve d'une maladie existante ou d'un mauvais état de santé, ni dans des pays où les conditions de travail ou les procédés sont différents de ceux rencontrés aux Etats-Unis.

- Elles ne doivent pas être utilisées par des personnes n'ayant pas de pratique en hygiène industrielle.

1.3. TLV-TWA et dépassements de courtes durées

Le lien entre une valeur limite pondérée et l'amplitude avec laquelle elle peut être dépassée sur de courtes périodes sans risque d'atteinte pour la santé dépend de nombreux facteurs comme la nature de la substance, l'intensité de ses effets aigus, le caractère cumulatif de ses effets toxiques, la fréquence et la durée des dépassements.

Pour la majorité des substances pourvues d'une TLV-TWA, il n'y a pas assez de données toxicologiques pour justifier une TLV-STEL. Néanmoins, les dépassements des TLV-TWA devraient rester sous contrôle, même si cette dernière est globalement respectée. A la suite de nombreuses enquêtes sur le terrain, il a été observé que les expositions de courtes durées étaient en général réparties de façon log-normale, avec un écart-type géométrique le plus souvent de l'ordre de 1,5 à 2. L'ACGIH considère qu'un écart-type plus important révèle un mauvais contrôle du procédé de fabrication et conclut par une règle simple,

qui se veut pratique : « Les expositions de courte durée peuvent dépasser 3 fois la TLV-TWA, sur moins de 30 minutes de la journée de travail ; elles ne devraient en aucun cas dépasser 5 fois la TLV-TWA ; cette dernière doit être respectée sur la journée de travail ».

1.4. Pénétration percutanée

La mention d'une pénétration percutanée, symbolisée par le signe « * » dans la liste des valeurs, signifie que la substance liquide ou à l'état de vapeur peut pénétrer dans l'organisme surtout à travers la peau mais aussi par les muqueuses et les yeux. Cela ne signifie pas que la substance est irritante ou sensibilisante. Une atteinte de la peau peut cependant modifier la pénétration percutanée.

Les substances auxquelles la mention « * » est attribuée et qui ont une TLV faible peuvent créer un problème particulier lorsque leur concentration dans l'air est élevée et qu'une grande surface cutanée est exposée pendant une durée importante. Dans ce cas, il faut empêcher ou réduire le contact cutané. La mention « * » doit alerter l'hygiéniste qu'un prélèvement atmosphérique seul est insuffisant pour quantifier avec précision l'exposition à la substance. Un contrôle biologique peut permettre d'évaluer sa pénétration percutanée.

1.5. Poussières

1.5.1. Poussières « totales », inhalables, thoraciques, alvéolaires

En ce qui concerne les substances sous forme de particules, solides ou liquides, les TLV sont exprimées en particules totales, sauf lorsque la nature de la fraction concernée est précisée (poussières inhalables, thoraciques ou alvéolaires). Les définitions de ces termes sont données en annexe.

Le terme « total » est mal défini, puisque pratiquement aucun échantillonneur ne peut collecter toutes les particules en suspension avec une efficacité de 100 %.

(1) Les VME françaises s'apparentent aux TLV-TWA ; les VLE représentent une synthèse entre les TLV-STEL et les TLV-C.

1.5.2. Poussières non spécifiquement classées

Pour de nombreuses substances qui figurent sur la liste des valeurs limites, et bien d'autres qui n'y figurent pas, il n'existe pas de preuves d'un effet toxique spécifique. Les substances pulvérulentes sont souvent nommées « poussières inertes », mais bien qu'elles ne puissent provoquer de fibroses ou d'effets systémiques, elles ne sont pas biologiquement inertes.

A concentrations élevées, les poussières sans toxicité spécifique ont été associées dans certains cas à des atteintes mortelles connues sous le nom de protéinoses alvéolaires. A des concentrations plus basses, elles peuvent inhiber la clairance des poumons en entraînant une diminution de la mobilité des macrophages alvéolaires.

C'est pourquoi, le Comité des valeurs limites des substances chimiques recommande l'usage de l'expression poussières non spécifiquement classées, pour souligner que toutes les substances sont potentiellement toxiques et ne pas suggérer qu'elles sont sans danger quelle que soit leur concentration. Ces poussières non spécifiquement classées doivent contenir moins de 1 % de silice cristalline et pas d'amiante.

Les valeurs limites suivantes ont été retenues :

- une TLV-TWA de 10 mg/m³ pour les particules inhalables ;
- une TLV-TWA de 3 mg/m³ pour les poussières alvéolaires.

1.6. Gaz et vapeurs asphyxiants

Certains gaz ou vapeurs, lorsqu'ils sont présents dans l'atmosphère à des concentrations élevées, agissent comme de simples asphyxiants sans action physiologique. On ne peut pas proposer de TLV dans ce cas, car le facteur limitant à considérer est la teneur en oxygène. Elle doit être au minimum de 18 % en volume dans les conditions normales de pression. Une atmosphère déficiente en oxygène ne provoque aucun avertissement et la plupart des substances asphyxiantes n'ont pas d'odeur. Certains asphyxiants peuvent par ailleurs former des mélanges explosifs avec l'air.

1.7. Horaires de travail particuliers

L'application des TLV aux travailleurs dont les horaires diffèrent sensiblement des 8 h/j et 40 h/sem. conventionnels, demande une étude particulière.

Le guide provisoire proposé aux hygiénistes du terrain est le modèle de Brief et Scala, abondamment décrit et expliqué longuement dans le « Patty's Industrial Hygiene and Toxicology » [1].

Ce modèle propose une réduction des TLV en proportion de la durée accrue d'exposition et de la durée réduite du temps de récupération (non-exposition). Le modèle s'applique généralement aux horaires supérieurs à 8 h/j, 40 h/sem. Il ne doit pas être employé pour autoriser des expositions brèves mais élevées (exemple : 8 fois la TLV-TWA pendant 1 h et aucune exposition pendant le reste du temps). Dans ces conditions, l'usage des TLV ou des STEL doit être conservé.

Puisque l'on ne dispose pas d'un recul suffisant sur l'utilisation de TLV modifiées, une surveillance médicale est conseillée au début avant de les utiliser. En outre, l'hygiéniste doit éviter toute exposition inutile des travailleurs même si un modèle montre que de telles expositions sont « permises ». Il ne doit pas utiliser un modèle pour justifier des expositions au-delà de ce qui est nécessaire.

Le modèle de Brief et Scala est d'usage plus simple que les modèles plus complexes basés sur des actions pharmacocinétiques. Cependant les hygiénistes très familiers de tels modèles peuvent les trouver plus appropriés dans certaines situations spécifiques. Leur emploi exige habituellement la connaissance de la demi-vie biologique de chaque substance et, dans certains cas, des données complémentaires sont nécessaires.

Les durées de travail hebdomadaire réduites peuvent permettre à des travailleurs d'occuper deux emplois avec des expositions similaires dont pourrait résulter une surexposition globale. Les hygiénistes doivent être vigilants devant de telles situations.

2. Les valeurs MAK (Allemagne)

2.1. Définition

La valeur MAK est définie comme la concentration maximale d'une substance chimique (gaz, vapeur ou poussière) dans l'air du lieu de travail qui ne provoque pas d'effets défavorables sur la santé du travailleur ou de nuisance inacceptable lorsque la personne est exposée de manière répétée pendant de longues périodes (semaines de 40 h ou de 42 h, la moyenne étant effectuée dans ce dernier cas sur quatre semaines dans les entreprises à quatre équipes tournantes).

Ces valeurs MAK sont établies sur la base des effets chimiques des substances. Lorsque c'est possible, l'aspect pratique des procédés industriels et les modèles d'exposition résultant sont également pris en considération. Les critères scientifiques pour la prévention des effets défavorables sur la santé sont décisifs mais pas la faisabilité technique ou économique.

2.2. Conditions préalables

La condition préalable pour l'établissement d'une valeur MAK est la disponibilité de données suffisantes pour la substance dans le domaine toxicologique, des maladies professionnelles ou de l'hygiène industrielle. L'expérimentation des effets sur l'homme est prioritaire sur l'expérimentation animale. Une documentation adéquate n'est pas toujours disponible ; pour certaines substances, la Commission a pu s'inspirer des résultats d'études effectuées par ses propres membres. Chaque année, la liste est révisée et les changements prévus ainsi que les nouvelles entrées sont annoncés dans la liste des valeurs MAK et simultanément dans le *Bundesarbeitsblatt* et d'autres périodiques.

La Commission ne prend ses décisions que sur des bases publiées dans la littérature scientifique. Si nécessaire d'autres sources, tels que des rapports internes de sociétés, sont citées.

2.3. Utilisation et limitations

Les valeurs MAK favorisent la protection de la santé sur le lieu de travail. Elles fournissent une base d'évaluation du potentiel toxique des substances dans l'atmosphère

des lieux de travail. Cependant elles ne donnent pas de constantes permettant de déterminer le risque sur une période d'exposition plus longue ou plus courte. Elles ne donnent pas de certitude pour un cas isolé ou pour une substance cancérigène. De telles déductions ne peuvent être faites que sur la base de résultats médicaux, tenant compte de toutes les circonstances particulières. Les valeurs MAK ne doivent pas être prises comme des jugements a priori pour des cas individuels.

En plus de l'exposition respiratoire, d'autres facteurs peuvent être responsables des effets sur la santé : potentiel de sensibilisation, absorption cutanée, corrosivité, combustibilité, pression de vapeur, etc. En principe, le respect des valeurs MAK ne dispense pas de faire des examens médicaux réguliers des individus exposés.

Les valeurs MAK ne sont pas faites pour évaluer les risques de santé dans le cas d'une exposition à long terme dans les atmosphères non professionnelles, par exemple dans le voisinage d'installations industrielles.

2.4. Contrôles analytiques

La prévention des effets défavorables sur la santé, raison d'être des valeurs MAK, peut être assurée par la détermination quantitative de la concentration des substances dans l'atmosphère du lieu de travail.

Ces dernières années, on a montré l'utilité, pour la surveillance des sujets exposés, de la détermination des indices biologiques d'exposition aux substances dangereuses, de leurs métabolites ou d'un changement des paramètres biologiques induit par les substances ou leurs métabolites. Des échantillons de sang ou d'urine servent habituellement de matériau de test. La coordination des analyses chimiques et biologiques avec les examens médicaux a pour but de confirmer la validité des valeurs MAK ou de permettre de les corriger.

La concentration des substances dans l'atmosphère des lieux de travail varie plus ou moins autour d'une valeur moyenne et des concentrations nettement supérieures ou inférieures à la valeur moyenne peuvent apparaître brièvement. La méthode analytique doit tenir compte de telles variations et fournir autant que possible un enregistrement représentatif des concentrations qui apparaissent et de leur fréquence d'apparition. L'échantillonnage doit donc être effectué en continu pendant une période de travail complète ou consister en échantillons représentatifs tenant compte des modèles d'exposition. Les mesures doivent être programmées pour permettre la détermination de la concentration moyenne pendant une période de temps donnée ou une estimation de la concentration moyenne avec une certitude statistique connue. Lorsque les propriétés toxicologiques spécifiques d'une substance l'exigent, il faut enregistrer les pics de concentration ou estimer leur fréquence.

Dans la mesure du possible, la prise d'échantillons doit être effectuée à proximité immédiate des voies respiratoires des travailleurs.

Dans l'analyse des échantillons biologiques, le métabolisme, la cinétique des excréments et les effets des substances et de leurs métabolites sur les paramètres biochimiques, doivent être pris en compte. Les analyses doivent être spécifiques du diagnostic et régulièrement répétées.

2.5. Dépassements

Les valeurs MAK ont toujours été conçues et utilisées comme des valeurs moyennes pondérées sur 8 heures. En pratique, les concentrations réelles des substances chimiques sur le lieu de travail varient fréquemment et de manière importante. Les déviations au-dessus de la moyenne pondérée doivent être restreintes de façon à éviter des effets défavorables sur la santé. Comme le risque de telles déviations dépend des effets des substances, un système de classification des substances a été élaboré, basé le plus souvent possible sur les considérations toxicologiques et les possibilités analytiques.

Etant donné que la moyenne pondérée sur 8 heures doit toujours être respectée, les déviations au-dessus de cette valeur doivent être restreintes selon le tableau ci-dessous pour les 5 catégories de limitations de pics.

TABLEAU I

| Catégories | Niveau à court terme | | Fréquence par jour de travail |
|---|----------------------|-----------|-------------------------------------|
| | Pic | Durée | |
| I. Irritants locaux | MAK x 2 | 5 min, P | 8 |
| II. Substances à effets systémiques Apparition de l'effet en 2 heures ou moins | | | |
| II,1 : demi-vie < 2 h | MAK x 2 | 30 min, M | 4 |
| II,2 : demi-vie = 2 à 8 h | MAK x 5 | 30 min, M | 2 |
| III. Substances à effets systémiques Apparition de l'effet après 2 h, demi-vie > 8 h (propriétés cumulatives) | MAK x 10 | 30 min, M | 1 |
| IV. Substances causant des effets très faibles (MAK > 500 ppm) | MAK x 2 | 1 h, P | 3 |
| V. Substances très odorantes | MAK x 2 | 10 min, P | 4 |

P = valeur à ne jamais dépasser ; M = valeur pondérée sur la durée indiquée.
La demi-vie est la durée au terme de laquelle la concentration a diminué de moitié.

SIGNES, SYMBOLES, NOTES ET UNITES UTILISES DANS LE TABLEAU PRINCIPAL

Signes et symboles

| | |
|--------------------|--|
| S | Valeur TLV-STEL (exposition de courte durée) pour l'ACGIH |
| P | Valeur TLV-C (« plafond ») pour l'ACGIH |
| () | Les valeurs entre () sont encore valables mais d'autres sont à l'étude (l'ACGIH propose d'autres valeurs dans le tableau A1.1 en annexe) |
| * | Pénétration cutanée (peau, muqueuses et yeux) |
| Sens | Sensibilisant, risque d'allergie |
| A1, A2, A3, A4, A5 | Catégories de l'ACGIH pour les substances cancérogènes |
| 1, 2, 3, 4, 5 | Catégories MAK pour les substances cancérogènes |
| A, B, C, D | Catégories MAK pour les substances tératogènes |
| I, II, III, IV, V | Catégories MAK pour les limitations d'exposition |
| p | Catégorie MAK pour les limitations d'exposition non encore définie |
| i | Fraction inhalable |
| a | Fraction alvéolaire |

Notes

- (1) Valeurs s'appliquant à la somme des concentrations en 2-Ethoxyéthanol et en Acétate de 2-éthoxyéthyle.
- (2) Classification s'appliquant à l'acide sulfurique contenu dans les brouillards inorganiques fortement acides.
- (3) Poussières ne contenant pas d'amiante et moins de 1 % de silice cristalline.
- (4) Fibres de longueur supérieure à 5 µm et de rapport longueur / diamètre ≥ 3, déterminées par la méthode du filtre à membrane, grossissement 400-450 (objectif de 4 mm), en contraste de phase.
- (5) Biodisponible qualifie une substance qui peut être absorbée par l'organisme et transportée vers l'organe cible.
- (6) Valeurs ne s'appliquant qu'à la substance pure.
- (7) Poussières sans fibres courtes dont la concentration est mesurée par l'échantillonneur de poussières de coton à élutriateur vertical décrit par J.R. Lynch dans «*Transactions of the national conference on cotton dust*», 2 mai 1970, p. 33.
- (8) Valeur ne s'appliquant qu'au coton brut.
- (9) Valeurs ne s'appliquant que dans les lieux où il n'y a pas de contact cutané.
- (10) Fibres de longueur supérieure à 5 µm, de diamètre inférieur à 3 µm et de rapport longueur / diamètre > 5, déterminées par la méthode du filtre à membrane, grossissement 400-450 (objectif de 4 mm), en contraste de phase.
- (11) Valeur s'appliquant à la somme ($[\alpha\text{-HCH}]/5 + [\beta\text{-HCH}]$).
- (12) Valeur obtenue par une méthode avec laquelle on ne recueille pas les vapeurs.
- (13) A l'exception de l'huile de ricin, l'huile de noix de cajou ou d'autres huiles irritantes similaires.
- (14) Classification s'appliquant aux produits techniques pouvant être contaminés avec jusqu'à 7 % d'oxyde de bis(chlorométhyle).
- (15) Une concentration de 0,002 mg/m³ lors de pics d'exposition ne devrait pas être dépassée.
- (16) Valeur ne s'appliquant pas aux constituants des insecticides ou aux dérivés (semi)synthétiques, mais uniquement aux lactones α-méthyléniques sesquiterpéniques trouvées dans les extraits végétaux.
- (17) Etabli à partir d'un échantillonnage sur un grand volume d'air.

Correspondance entre les unités

La correspondance entre les valeurs exprimées en poids (mg/m³) et en volume (ppm = parties par million) est donnée, à la température de 25 °C et sous une pression équivalente à 760 mm de Hg, par les formules suivantes :

$$[\text{ppm}] \times \text{masse molaire} / V = [\text{mg}/\text{m}^3]$$

$$[\text{mg}/\text{m}^3] \times V / \text{masse molaire} = [\text{ppm}]$$

avec V = 24,45 l.

| Substances | N° CAS | Etats-Unis | | | Allemagne | | | | |
|---|------------|------------|-----|-------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-------|----------|
| | | | ppm | mg/m ³ | | ppm | mg/m ³ | | |
| A | | | | | | | | | |
| <i>Acétaldéhyde</i> → Aldéhyde acétique | | | | | | | | | |
| Acétamide | 60-35-5 | | - | - | | - | - | 3 | |
| Acétates d'amyle (tous isomères) | - | | - | - | I | 50 | 270 | | |
| Acétate de <i>n</i> -amyle | 628-63-7 | | 100 | - | | - | - | C | |
| Acétate de <i>sec</i> -amyle | 626-38-0 | | 125 | - | | - | - | | |
| Acétate de benzyle | 140-11-4 | | 10 | - | A4 | - | - | | |
| Acétate de 2-butoxyéthyle | 112-07-2 | | - | - | II,1 | 20 | 130 | C, * | |
| Acétate de <i>n</i> -butyle | 123-86-4 | | 150 | - | I | 100 | 480 | D | |
| | | S | 200 | - | | | | | |
| Acétate de <i>sec</i> -butyle | 105-46-4 | | 200 | - | I | 100 | 480 | | |
| Acétate de <i>tert</i> -butyle | 540-88-5 | | 200 | - | I | 100 | 480 | | |
| <i>Acétate de butylglycol</i> → Acétate de 2-butoxyéthyle | | | | | | | | | |
| Acétate de 2-éthoxyéthyle | 111-15-9 | | 5 | - | * | II,1 | 5 | 27 | B, * (1) |
| Acétate d'éthyle | 141-78-6 | | 400 | - | I | 400 | 1 500 | C | |
| <i>Acétate d'éthylglycol</i> → Acétate de 2-éthoxyéthyle | | | | | | | | | |
| Acétate de <i>sec</i> -hexyle | 108-84-9 | | 50 | - | I | 50 | 300 | | |
| Acétate d'isoamyle | 123-92-2 | | 100 | - | | - | - | | |
| Acétate d'isobutyle | 110-19-0 | | 150 | - | I | 100 | 480 | | |
| Acétate d'isopropyle | 108-21-4 | | 250 | - | | - | - | | |
| | | S | 310 | - | | | | | |
| Acétate de 2-méthoxyéthyle | 110-49-6 | | 5 | - | * | II,1 | 5 | 25 | B, * |
| 1-Acétate de 2-méthoxypropyle | 70657-70-4 | | - | - | II,1 | 20 | 110 | B | |
| 2-Acétate de 1-méthoxypropyle | 108-65-6 | | - | - | I | 50 | 270 | C | |
| Acétate de méthyle | 79-20-9 | | 200 | - | II,1 | 200 | 610 | C | |
| | | S | 250 | - | | | | | |
| <i>Acétate de méthylglycol</i> → Acétate de 2-méthoxyéthyle | | | | | | | | | |
| Acétate de 2-propoxyéthyle | 20706-25-6 | | - | - | I | 20 | 120 | C, * | |
| Acétate de <i>n</i> -propyle | 109-60-4 | | 200 | - | I | 200 | 850 | | |
| | | S | 250 | - | | | | | |
| <i>Acétate de propylglycol</i> → Acétate de 2-propoxyéthyle | | | | | | | | | |
| Acétate de vinyle | 108-05-4 | | 10 | - | A3 | I | 10 | 36 | 3, D |
| | | S | 15 | - | A3 | | | | |
| Acétone | 67-64-1 | | 500 | - | A4 | I | 500 | 1 200 | |
| | | S | 750 | - | A4 | | | | |
| Acétone cyanhydrine, en CN | 75-86-5 | P | 4,7 | - | * | | - | - | |
| Acétonitrile | 75-05-8 | | 40 | - | A4 | II,1 | 40 | 68 | |
| | | S | 60 | - | A4 | | | | |
| Acétophénone | 98-86-2 | | 10 | - | | | - | - | |
| Acétylène | 74-86-2 | | 10 | - | Simple asphyxiant | | | - | |
| Acide acétique | 64-19-7 | | 15 | - | | I | 10 | 25 | |
| | | S | 15 | - | | | | | |
| Acide acétylsalicylique (aspirine) | 50-78-2 | | - | 5 | | | - | - | |
| Acide acrylique | 79-10-7 | | 2 | - | A4, * | | - | - | |
| Acide adipique | 124-04-9 | | - | 5 | | | - | - | |
| Acide arsénieux et ses sels, en As | - | | - | 0,01 | A1 | Voir tableau A2.1 en annexe | | | 1 |
| Acide arsénique et ses sels, en As | - | | - | 0,01 | A1 | Voir tableau A2.1 en annexe | | | 1 |
| <i>Acide bromhydrique</i> → Hydrogène (bromure) | | | | | | | | | |
| <i>Acide chlorhydrique</i> → Hydrogène (chlorure) | | | | | | | | | |
| Acide 2-chloropropionique | 598-78-7 | | 0,1 | - | * | | - | - | |
| <i>Acide cyanhydrique</i> → Hydrogène (cyanure) | | | | | | | | | |
| Acide 2,4-dichlorophénoxyacétique | 94-75-7 | | - | 10 | A4 | II,2 | - | 1i | C, * |
| et ses sels et esters | - | | - | - | | II,2 | - | 1i | C, * |
| Acide 2,2-dichloropropionique | 75-99-0 | | 1 | - | | p | 1 | 5,9 | |
| et son sel de sodium | 127-20-8 | | - | - | | p | 1 | 5,9 | |
| <i>Acide fluorhydrique</i> → Hydrogène (fluorure) | | | | | | | | | |
| Acide formique | 64-18-6 | | 5 | - | | I | 5 | 9,5 | C |
| | | S | 10 | - | | | | | |
| Acide hydrazoïque | 7782-79-8 | | - | - | | I | 0,1 | 0,18 | |
| Acide méthacrylique | 79-41-4 | | 20 | - | | | - | - | |
| Acide méthoxyacétique | 625-45-6 | | - | - | | I | 5 | 19 | B |
| Acide nitrique | 7697-37-2 | | 2 | - | | I | 2 | 5,2 | |
| | | S | 4 | - | | | | | |
| Acide oxalique | 144-62-7 | | - | 1 | | | - | - | |
| | | S | - | 2 | | | - | - | |
| Acide peracétique | 79-21-0 | | - | - | | | - | - | 3 |
| Acide phosphorique | 7664-38-2 | | - | 1 | | | - | - | |
| | | S | - | 3 | | | - | - | |
| Acide picrique | 88-89-1 | | - | 0,1 | | I | - | 0,1i | * |
| Acide propionique | 79-09-4 | | 10 | - | | I | 10 | 31 | |
| Acide sulfurique | 7664-93-9 | | - | 1 | A2 (2) | I | - | 1i | |
| | | S | - | 3 | A2 (2) | | | | |

| Substances | N° CAS | Etats-Unis | | | Allemagne | | | |
|---|--------------------------|------------|------|-------------------|-----------|-----------------------------|-------------------|---------|
| | | | ppm | mg/m ³ | | ppm | mg/m ³ | |
| <i>Anhydride arsénique</i> → Arsenic | | | | | | | | |
| <i>Anhydride borique</i> → Bore (trioxyde de di-) | | | | | | | | |
| <i>Anhydride carbonique</i> → Carbone (dioxyde) | | | | | | | | |
| <i>Anhydride chromique</i> → Chrome VI | | | | | | | | |
| Anhydride hexahydrophthalique..... | 85-42-7 | | - | | | - | | Sens |
| Anhydride maléique..... | 108-31-6 | | 0,25 | | I | 0,1 | 0,41 | C, Sens |
| Anhydride méthyltétrahydrophthalique..... | 11070-44-3 | | - | | | - | | Sens |
| <i>Anhydride phosphorique</i> → Phosphore (pentoxyde de di-) | | | | | | | | |
| Anhydride phtalique..... | 85-44-9 | | 1 | | A4 | | 1i | D, Sens |
| <i>Anhydride sulfureux</i> → Soufre (dioxyde) | | | | | | | | |
| Anhydride trimellitique..... | 552-30-7 | P | - | | | - | - | |
| Anhydride trimellitique (fumées)..... | 552-30-7 | | - | | | - | 0,04 | Sens |
| Aniline..... | 62-53-3 | | - | | | II,2 | 2 | 7,7 |
| Aniline et homologues..... | - | | 2 | | A3,* | - | - | |
| <i>o</i> -Anisidine..... | 90-04-0 | | 0,1 | | A3,* | Voir tableau A2.I en annexe | | 2,* |
| <i>p</i> -Anisidine..... | 104-94-9 | | 0,1 | | A4,* | II,1 | 0,1 | 0,51 |
| <i>Anthophyllite</i> → Amiante | | | | | | | | |
| Antimoine (poussières)..... | 7440-36-0 | | - | | | III | - | 0,5i |
| Antimoine et ses composés, en Sb..... | - | | - | | | | - | - |
| <i>Antimoine (hydrure)</i> → Stibine | | | | | | | | |
| Antimoine (trioxyde de di-)..... | 1309-64-4 ; 1327-33-9 | | - | | | | | |
| | | | - | | | | | |
| Antimoine (trioxyde de di-), production..... | 1309-64-4 | | - | | A2 | Voir tableau A2.I en annexe | | 2 |
| ANTU..... | 86-88-4 | | - | | A4 | II,2 | - | 0,3i |
| <i>p</i> -Aramide (fibres) → Fibres de <i>p</i> -aramide | | | | | | | | |
| Argent (métal)..... | 7440-22-4 | | - | | | III | - | 0,1i |
| Argent (composés solubles), en Ag..... | - | | - | | | | - | - |
| Argent (sels d'), en Ag..... | - | | - | | | III | - | 0,01i |
| Argon..... | 7440-37-1 | | | | | | | |
| Arsenic | 7440-38-2 | | | | | | | |
| et composés inorganiques (sauf arsine), en As..... | - | | - | | | | | |
| | | | - | | A1 | | | |
| Arsenic (trioxyde de di-)..... | 1327-53-3 | | - | | A1 | | | |
| Arsenic (pentoxyde de di-)..... | 1303-28-2 | | - | | A1 | Voir tableau A2.I en annexe | | 1 |
| Arsine..... | 7784-42-1 | | 0,05 | | | II,2 | 0,05 | 0,16 |
| Asphalte..... | 8052-42-4 | | - | | (A4) | | - | - |
| Atrazine..... | 1912-24-9 | | - | | A4 | p | - | 2i |
| Attapulgite..... | 12174-11-7 | | - | | | | - | - |
| Auramine..... | 492-80-8 | | - | | | | | |
| Auramine (chlorhydrate)..... | 2465-27-2 | | - | | | | | |
| Azinphos méthyle..... | 86-50-0 | | - | | A4,* | III | - | 0,2i |
| Azote..... | 7727-37-9 | | | | | | | |
| Azote (monoxyde de di-)..... | 10024-97-2 | | 50 | | A4 | II,1 | 100 | 180 |
| Azote (oxyde)..... | 10102-43-9 | | 25 | | | | - | - |
| Azote (dioxyde)..... | 10102-44-0 | | 3 | | A4 | I | 5 | 9,5 |
| | | S | 5 | | A4 | | | |
| Azote (trifluorure)..... | 7783-54-2 | | 10 | | | | - | - |
| B | | | | | | | | |
| Baryum, composés solubles, en Ba..... | 7440-39-3 | | - | | A4 | II,1 | - | 0,5i |
| Baryum (sulfate)..... | 7727-43-7 | | - | | | | | |
| | | | - | | | | | |
| Bénomyl..... | 17804-35-2 | | - | | A4 | | | |
| Benzène..... | 71-43-2 | | 0,5 | | A1,* | Voir tableau A2.I en annexe | | 1,* |
| | | S | 2,5 | | | | | |
| Benzidine..... | 92-87-5 | | - | | A1,* | | - | - |
| et ses sels..... | - | | - | | | | - | - |
| | | | - | | | | - | - |
| 1,2-Benzisothiazole-3(2 <i>H</i>)-one..... | 2634-33-5 | | - | | | | - | - |
| Benzo[<i>a</i>]anthracène..... | 56-55-3 | | - | | A2 | | - | - |
| Benzo[<i>b</i>]fluoranthène..... | 205-99-2 | | - | | A2 | | - | - |
| Benzo[<i>a</i>]pyrène..... | 50-32-8 | | - | | A2 | Voir tableau A2.I en annexe | | |
| <i>p</i> -Benzoquinone..... | 106-51-4 | | 0,1 | | | I | 0,1 | 0,45 |
| Béryllium et composés, en Be..... | 7440-41-7 | | - | | A1 | Voir tableau A2.I en annexe | | 2 |
| | | S | - | | | | | |
| | | | 0,2 | | | p | 0,16 | 1 |
| Biphényle..... | 92-52-4 | | - | | | III | 0,1 | 1,1 |
| Biphényles chlorés (42 % Cl)..... | 53469-21-9 | | - | | * | | | |
| Biphényles chlorés (54 % Cl)..... | 11097-69-1 | | - | | A3,* | III | 0,05 | 0,7 |
| Bis(2-chloroéthyl)méthylamine..... | 51-75-2 | | - | | | | - | - |
| <i>Bis(chlorométhyléther)</i> → Oxyde de bis(chlorométhyle) | | | | | | | | |
| <i>4,4'</i> -Bis(diméthylaminobenzophénone) → Cétone de Michler | | | | | | | | |
| 1,3-Bis(2,3-époxypropoxy)benzène..... | 101-90-6 | | - | | | | - | - |
| Bismuth (tellurure), non dopé au Se, en Bi ₂ Te ₃ | 1304-82-1 | | - | | A4 | II,2 | - | 0,1i |
| Bismuth (tellurure), dopé au Se..... | - | | - | | A4 | II,2 | - | 0,1i |

| Substances | N° CAS | Etats-Unis | | | Allemagne | | | |
|--|------------|------------|-------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------|---------|
| | | | ppm | mg/m ³ | | ppm | mg/m ³ | |
| Bisphénol A | 80-05-7 | - | - | - | I | - | 5i | C, Sens |
| Bithionol | 97-18-7 | - | - | - | - | - | - | Sens |
| Bitumes | 8052-42-4 | - | - | - | Voir tableau A2.I en annexe | | | 3 |
| <i>Blé</i> → Céréales | | | | | | | | |
| Bois (poussières)..... | - | - | - | - | Voir tableau A2.I en annexe | | | Sens |
| • sauf chêne et hêtre..... | - | - | - | - | - | - | - | 3 |
| • bois tendres | - | - | 5 | - | - | - | - | - |
| • certains bois durs comme chêne ou hêtre | - | S | - | (10) | A1 | - | - | 1 |
| <i>Borax</i> → Sodium (tétraborate) | | | | | | | | |
| Bore (tribromure) | 10294-33-4 | P | 1 | - | - | - | - | - |
| Bore (trifluorure)..... | 7637-07-2 | P | 1 | - | - | - | - | - |
| Bore (trioxyde de di-)..... | 1303-86-2 | - | - | 10 | - | - | - | - |
| Brai de houille (fraction volatile soluble dans le benzène) .. | 65996-93-2 | - | - | 0,2 | A1 | - | - | 1 |
| Bromacil | 314-40-9 | - | - | 10 | A3 | - | - | - |
| Brome | 7726-95-6 | - | 0,1 | - | I | 0,1 | 0,66 | - |
| | | S | 0,2 | - | - | - | - | - |
| | | | 0,1 | - | - | - | - | - |
| Brome (pentafluorure) | 7789-30-2 | - | 200 | - | II,1 | 200 | 1 100 | - |
| Bromochlorométhane..... | 74-97-5 | - | 200 | - | - | - | - | - |
| <i>2-Bromo-2-chloro-1,1,1-trifluoroéthane</i> → Halothane | | | | | | | | |
| Bromoéthane | 74-96-4 | - | 5 | - | A3,* | - | - | 2 |
| Bromoéthylène | 593-60-2 | - | (5) | - | A2 | - | - | - |
| <i>Bromoforme</i> → Tribromométhane | | | | | | | | |
| Bromométhane..... | 74-83-9 | - | 1 | - | * | - | - | 3,* |
| 2-Bromo-2-nitro-1,3-propanediol | 52-51-7 | - | - | - | - | - | - | * |
| Bromotrifluorométhane (Fréon 13 B1)..... | 75-63-8 | - | 1 000 | - | IV | 1 000 | 6 200 | C |
| <i>Bromure d'éthyle</i> → Bromoéthane | | | | | | | | |
| <i>Bromure d'éthylène</i> → 1,2-Dibromoéthane | | | | | | | | |
| <i>Bromure de méthyle</i> → Bromométhane | | | | | | | | |
| <i>Bromure de vinyle</i> → Bromoéthylène | | | | | | | | |
| 1,3-Butadiène..... | 106-99-0 | - | 2 | - | A2 | Voir tableau A2.I en annexe | | 1 |
| <i>n</i> -Butane | 106-97-8 | - | 800 | - | IV | 1 000 | 2 400 | - |
| 1,4-Butanesultone..... | 1633-83-6 | - | - | - | - | - | - | 3 |
| 2,4-Butanesultone..... | 1121-03-5 | - | - | - | - | - | - | 2 |
| Butanethiol | 109-79-5 | - | (0,5) | - | V | 0,5 | 1,9 | - |
| <i>2-Butanone</i> → Méthyléthylcétone | | | | | | | | |
| 2-Butoxyéthanol | 111-76-2 | - | (25) | - | * | II,1 | 20 | 98 |
| 2-(2-Butoxyéthoxy)éthanol..... | 112-34-5 | - | - | - | I | - | 100 | C,* |
| Butylamines (tous isomères) | - | - | - | - | II,2 | 5 | 15 | * |
| <i>n</i> -Butylamine | 109-73-9 | P | 5 | - | * | II,2 | 5 | 15 |
| <i>Butyldiglycol</i> → 2-(2-Butoxyéthoxy)éthanol | | | | | | | | |
| <i>Butylglycidyléther</i> → Oxyde de butyle et de glycidyle..... | | | | | | | | |
| <i>Butylglycol</i> → 2-Butoxyéthanol..... | | | | | | | | |
| <i>Butylmercaptan</i> → Butanethiol | | | | | | | | |
| <i>o</i> -sec-Butylphénol..... | 89-72-5 | - | 5 | - | * | - | - | - |
| <i>p</i> -tert-Butylphénol..... | 98-54-4 | - | - | - | II,2 | 0,08 | 0,5 | - |
| <i>p</i> -tert-Butyltoluène | 98-51-1 | - | 1 | - | - | - | - | - |
| C | | | | | | | | |
| Cadmium..... | 7440-43-9 | - | - | - | - | - | - | 2 |
| Cadmium (dichlorure) | 10108-64-2 | - | - | - | - | - | - | 2 |
| Cadmium (oxyde)..... | 1306-19-0 | - | - | - | - | - | - | 2 |
| Cadmium (sulfate)..... | 10124-36-4 | - | - | - | - | - | - | 2 |
| Cadmium (sulfure)..... | 1306-23-6 | - | - | - | Voir tableau A2.I en annexe | | | 2 |
| et autres composés biodisponibles (5) | | | | | | | | |
| (poussières et aérosols inhalables) | - | - | - | - | - | - | - | 2 |
| Cadmium et composés, en Cd | - | - | - | 0,01i | A2 | - | - | - |
| | | | | 0,002a | A2 | - | - | - |
| <i>Calcite</i> → Calcium (carbonate) | | | | | | | | |
| Calcium (arséniate)..... | 7778-44-1 | - | - | - | Voir tableau A2.I en annexe | | | 1 |
| Calcium (carbonate)..... | 1317-65-3 | - | - | 10 (3) | - | - | - | - |
| Calcium (chromate), en Cr | 13765-19-0 | - | - | 0,001 | A2 | - | - | - |
| Calcium (cyanamide) | 156-62-7 | - | - | 0,5 | A4 | - | 1i | * |
| Calcium (cyanure), en CN | 592-01-8 | - | - | 5 | * | - | - | - |
| Calcium (hydroxyde)..... | 1305-62-0 | - | - | 5 | - | - | - | - |
| Calcium (oxyde) | 1305-78-8 | - | - | 2 | I | - | 5i | - |
| Calcium (silicate) synthétique..... | 1344-95-2 | - | - | 10 (3) | A4 | - | - | - |
| Calcium et sodium (métaphosphate) (poussières fibreuses) | 23209-59-8 | - | - | - | - | - | - | 3 |
| Calcium (sulfate) | 7778-18-9 | - | - | 10 (3) | - | - | 6a | - |
| <i>Calcium (tétraoxychromate)</i> → Chrome VI (composés) | | | | | | | | |
| Camphéchloré | 8001-35-2 | - | - | 0,5 | A3,* | - | - | 2,* |

| Substances | N° CAS | Etats-Unis | | | Allemagne | | | | |
|---|------------|------------|--------|-------------------|-----------|------|-------------------|-------|------------|
| | | | ppm | mg/m ³ | | ppm | mg/m ³ | | |
| Camphre..... | 76-22-2 | | 2 | - | A4 | p | 2 | 13 | |
| ε-Caprolactame (poussière)..... | 105-60-2 | S | 4 | - | A4 | | | | |
| ε-Caprolactame (vapeur)..... | 105-60-2 | S | - | (1) | (A4) | p | - | 5i | C |
| Captafol..... | 2425-06-1 | | (5) | - | (A4) | | | | |
| Captane..... | 133-06-2 | | (10) | - | (A4) | p | - | 5i | C |
| Carbamate d'éthyle..... | 51-79-6 | | - | 0,1 | A4,* | | - | - | |
| Carbaryl..... | 63-25-2 | | - | 5 | A3 | | - | - | 2 |
| Carbofuran..... | 1563-66-2 | | - | 5 | A4 | p | - | 5i | * |
| Carbone (dioxyde)..... | 124-38-9 | | - | 0,1 | A4 | | - | - | |
| Carbone (disulfure)..... | 75-15-0 | S | 5 000 | - | | IV | 5 000 | 9 100 | |
| Carbone (monoxyde) → Carbone (oxyde) | | | 30 000 | - | | | | | |
| Carbone (oxyde)..... | 630-08-0 | | 10 | - | * | II,1 | 2 | 16 | B, * |
| Carborundum → Silicium (carbure) | | | 25 | - | | II,1 | 30 | 35 | B |
| Catéchol → Pyrocatechol | | | | | | | | | |
| Cellulose..... | 9004-34-6 | | - | 10 | | | - | - | |
| Céréales (poussières d'avoine, blé, orge)..... | - | | - | 4 ⁽³⁾ | | | - | - | Sens |
| Césium (hydroxyde)..... | 21351-79-1 | | - | 2 | | | - | - | |
| Cétène..... | 463-51-4 | | 0,5 | - | | I | 0,5 | 0,87 | |
| Cétone de Michler..... | 90-94-8 | S | 1,5 | - | | | - | - | 3 |
| Charbon (poussières) | | | - | - | | | - | - | |
| - anthracite..... | - | | - | 0,4a | (A4) | | - | - | 3 |
| - bitumineux..... | - | | - | 0,9a | (A4) | | - | - | 3 |
| Chlordane..... | 57-74-9 | | - | 0,5 | A3,* | III | - | 0,5i | 3, * |
| Chlordécone..... | 143-50-0 | | - | - | | | - | - | 3 |
| Chlore..... | 7782-50-5 | | 0,5 | - | A4 | I | 0,5 | 1,5 | C |
| Chlore (dioxyde)..... | 10049-04-4 | S | 1 | - | A4 | | | | |
| Chlore (trifluorure)..... | 7790-91-2 | P | 0,1 | - | | I | 0,1 | 0,38 | |
| Chloroacétate de méthyle..... | 96-34-4 | | 0,3 | - | | I | 1 | 4,5 | D, *, Sens |
| Chloroacétone..... | 78-95-5 | P | 1 | - | | | - | - | |
| α-Chloroacétophénone..... | 532-27-4 | | 0,05 | - | A4 | | - | - | |
| 2-Chloroacrylonitrile..... | 920-37-6 | | - | - | | | - | - | 3 |
| o-Chloroaniline..... | 95-51-2 | | - | - | | | - | - | * |
| m-Chloroaniline..... | 108-42-9 | | - | - | | | - | - | * |
| p-Chloroaniline..... | 106-47-8 | | - | - | | | - | - | * |
| Chlorobenzène..... | 108-90-7 | | 10 | - | A3 | II,1 | 10 | 47 | 2, * |
| o-Chlorobenzylidène malononitrile..... | 2698-41-1 | P | 0,05 | - | A4,* | | - | - | C |
| 2-Chloro-1,3-butadiène..... | 126-99-8 | | 10 | - | * | | - | - | 2, * |
| 1-Chloro-1,1-difluoroéthane (Fréon 142)..... | 75-68-3 | | - | - | | IV | 1 000 | 4 200 | |
| Chlorodifluorométhane (Fréon 22)..... | 75-45-6 | | 1 000 | - | A4 | IV | 500 | 1 800 | C (6) |
| 1-Chloro-2,3-époxypropane → Epichlorhydrine | | | | | | | | | |
| Chloroéthane..... | 75-00-3 | | 100 | - | A3,* | | | | 3 |
| 2-Chloroéthanol → Alcool 2-chloroéthylique | | | | | | | | | |
| Chloroéthylène → Chlorure de vinyle | | | | | | | | | |
| Chlorofluorométhane (Fréon 31)..... | 593-70-4 | | - | - | | | | | 2 |
| Chloroforme → Trichlorométhane | | | | | | | | | |
| N-Chloroformylmorpholine..... | 15159-40-7 | | - | - | | | - | - | 2 |
| 2-Chloro-N-hydroxyméthylacétamide..... | 2832-19-1 | | - | - | | | - | - | 3, Sens |
| Chlorométhane..... | 74-87-3 | S | 50 | - | A4,* | II,1 | 50 | 100 | 3, B, * |
| 5-Chloro-2-méthyl-2,3-dihydroisothiazol-3-one..... | 26172-55-4 | | 100 | - | A4,* | | | | |
| et 2-Méthyl-2,3-dihydroisothiazol-3-one (mélange 3/1) | 2682-20-4 | | - | - | | | - | 0,05 | D, Sens |
| 3-Chloro-2-méthylpropène..... | 563-47-3 | | - | - | | | - | - | 3 |
| o-Chloronitrobenzène..... | 88-73-3 | | - | - | | | - | - | 3, * |
| m-Chloronitrobenzène..... | 121-73-3 | | - | - | | | - | - | * |
| p-Chloronitrobenzène..... | 100-00-5 | | 0,1 | - | A3,* | | | | 3, * |
| 1-Chloro-1-nitropropane..... | 600-25-9 | | 2 | - | | | - | - | |
| Chloropentafluoroéthane..... | 76-15-3 | | 1 000 | - | | | - | - | |
| Chloropicrine..... | 76-06-2 | | 0,1 | - | A4 | I | 0,1 | 0,68 | |
| β-Chloroprène → 2-Chloro-1,3-butadiène | | | | | | | | | |
| 3-Chloropropène..... | 107-05-1 | S | 1 | - | A3 | | - | - | 3, * |
| o-Chlorostyrène..... | 2039-87-4 | S | 2 | - | | | - | - | |
| Chlorothalonil..... | 1897-45-6 | | 50 | - | | | - | - | 3, Sens |
| α-Chlorotoluène..... | 100-44-7 | | 75 | - | | | - | - | 2 |
| | | | 1 | - | A3 | | | | |

| Substances | N° CAS | Etats-Unis | | | Allemagne | | | |
|--|------------|------------|-------|--------------------|-----------|---|-------------------|------------------|
| | | | ppm | mg/m ³ | | ppm | mg/m ³ | |
| <i>o</i> -Chlorotoluène | 95-49-8 | | 50 | - | | - | - | |
| 4-Chloro- <i>o</i> -toluidine | 95-69-2 | | - | - | | - | - | 1 |
| 5-Chloro- <i>o</i> -toluidine | 95-79-4 | | - | - | | - | - | 3 |
| 2-Chloro-6-trichlorométhylpyridine → Nitrapyrine | | | | | | | | |
| <i>p</i> -Chloro- α,α,α -trichlorotoluène | 5216-25-1 | | - | - | | - | - | 2, * |
| Chlorotrifluorométhane (Fréon 13) | 75-72-9 | | - | - | IV | 1 000 | 4 300 | |
| Chlorpromazine | 50-53-3 | | - | - | | - | - | Sens |
| Chlorpyrifos | 2921-88-2 | | - | 0,2 | A4,* | - | - | |
| Chlorure d'allyle → 3-Chloropropène | | | | | | | | |
| Chlorure d'ammonium (fumées) → Ammonium (chlorure) | | | | | | | | |
| Chlorure de benzoyle | 98-88-4 | P | 0,5 | - | A4 | - | - | 2 |
| Chlorure de benzyle → α -Chlorotoluène | | | | | | | | |
| Chlorure de benzylidène → α,α -Dichlorotoluène | | | | | | | | |
| Chlorure de chloroacétyle | 79-04-9 | | 0,05 | - | * | - | - | * |
| | | S | 0,15 | - | * | | | |
| Chlorure de chromyle → Chrome (oxychlorure) | | | | | | | | |
| Chlorure de diéthylcarbamoyle | 88-10-8 | | - | - | | - | - | 3 |
| Chlorure de diméthylcarbamoyle | 79-44-7 | | - | - | A2 | - | - | 2 |
| Chlorure de diméthylsulfamoyle | 13360-57-1 | | - | - | | Voir tableau A2.I en annexe | | 2 |
| Chlorure d'éthyle → Chloroéthane | | | | | | | | |
| Chlorure d'éthylène → 1,2-Dichloroéthane | | | | | | | | |
| Chlorure d'éthylidène → 1,1-Dichloroéthylène | | | | | | | | |
| Chlorure de méthyle → Chlorométhane | | | | | | | | |
| Chlorure de méthylène → Dichlorométhane | | | | | | | | |
| Chlorure de phosphoryle → Phosphore (oxychlorure) | | | | | | | | |
| Chlorure de propylène → 1,2-Dichloropropane | | | | | | | | |
| Chlorure de thionyle | 7719-09-7 | P | 1 | - | | - | - | |
| Chlorure de vinyle | 75-01-4 | | (5) | - | A1 | Voir tableau A2.I en annexe | | 1 |
| Chlorure de vinylidène → 1,1-Dichloroéthylène | | | | | | | | |
| Chromates alcalins → Chrome VI (composés) | | | | | | | | |
| Chromate de <i>tert</i> -butyle, en CrO ₃ | 1189-85-1 | P | - | 0,1 | * | - | - | |
| Chromate de plomb → Plomb (chromate) | | | | | | | | |
| Chromate de zinc → Zinc (chromate) | | | | | | | | |
| Chromate (fabrication à partir du minerai), en Cr | - | | - | 0,05 | A1 | - | - | |
| Chrome (métal) | | | | | | | | |
| et composés inorganiques du Chrome III, en Cr | 7440-47-3 | | - | 0,5 | A4 | - | - | |
| Chrome VI (composés inorganiques solubles dans l'eau non classés ailleurs), en Cr | - | | - | 0,05 | A1 | Voir tableau A2.I en annexe | | |
| Chrome VI (composés inorganiques insolubles dans l'eau non classés ailleurs), en Cr | - | | - | 0,01 | A1 | Voir tableau A2.I en annexe | | |
| Chrome VI (composés) sous forme d'aérosols, poussières, sauf les quasi-insolubles dans l'eau comme les chromates de plomb ou de baryum ; le chromate de zinc est classé 1 .. | - | | - | - | | Voir tableau A2.I en annexe | | 2, Sens |
| Chrome hexacarbonyle | 13007-92-6 | | - | - | | - | - | 3 |
| Chrome (oxychlorure) | 14977-61-8 | | 0,025 | - | | - | - | |
| Chrysène | 218-01-9 | | - | - | A3 | - | - | 2 |
| Chrysotile → Amiante | | | | | | | | |
| Ciment Portland | 65997-15-1 | | - | 10 ⁽³⁾ | | - | 5i | |
| Clopidol | 2971-90-6 | | - | 10 | A4 | - | - | |
| Cobalt (métal et composés biodisponibles), aérosols inhalables | - | | - | - | | Voir tableau A2.I en annexe | | 2 |
| Cobalt (métal) | | | | | | | | |
| et composés inorganiques, en Co | 7440-48-4 | | - | 0,02 | A3 | Voir tableau A2.I en annexe | | |
| Cobalt (alliages et sels solubles) | | | - | - | | Voir tableau A2.I en annexe | | Sens |
| Cobalt carbonyle, en Co | 10210-68-1 | | - | 0,1 | | - | - | |
| Cobalt hydrocarbonyle, en Co | 16842-03-8 | | - | 0,1 | | - | - | |
| Colophane et produits de décomposition des baguettes de soudure | 8050-09-7 | | | | | - | - | Sens |
| | | | | | | Sensibilisant : réduire l'exposition au plus faible niveau possible | | |
| Colorants diazoïques dérivés de la benzidine → 3,3'-Diméthylbenzidine ; 3,3'-Diméthoxybenzidine ; 3,3'-Dichlorobenzidine | | | | | | | | |
| Coton brut (poussières) | - | | - | 0,2 ⁽⁷⁾ | p | - | 1,5i | C ⁽⁸⁾ |
| Coumafène → Warfarine | | | | | | | | |
| Crésols (tous isomères) | 1319-77-3 | | 5 | - | * | I | 5 | 22 |
| Cristobalite → Silices cristallines | | | | | | | | |
| Crocidolite → Amiante | | | | | | | | |
| Crufomate | 299-86-5 | | - | 5 | A4 | - | - | |
| Cuivre | 7440-50-8 | | - | - | | II,1 | - | 1i |
| Cuivre (fumées) | 7440-50-8 | | - | 0,2 | | II,1 | - | 0,1a |
| Cuivre (poussières et brouillards), en Cu | 7440-50-8 | | - | 1 | | - | - | |
| Cumène | 98-82-8 | | 50 | - | (*) | II,2 | 50 | 250 |

| Substances | N° CAS | Etats-Unis | | | Allemagne | | | | |
|---|-----------------------|------------|-------|-------------------|-----------|-----------------------------|-------------------|----------|------|
| | | | ppm | mg/m ³ | | ppm | mg/m ³ | | |
| Cyanamide | 420-04-2 | | - | 2 | | - | - | | |
| 2-Cyanoacrylate d'éthyle..... | 7085-85-0 | | 0,2 | - | | - | - | | |
| 2-Cyanoacrylate de méthyle | 137-05-3 | | 0,2 | - | p | 2 | 9,2 | | |
| Cyanogène..... | 460-19-5 | | 10 | - | II,2 | 10 | 22 | * | |
| Cyanogène (chlorure)..... | 506-77-4 | P | 0,3 | - | | - | - | | |
| Cyanures, en CN | - | | - | - | II,1 | - | 5i | * | |
| Cyclohexane | 110-82-7 | | (300) | - | II,1 | 200 | 700 | | |
| Cyclohexanol | 108-93-0 | | 50 | - | II,1 | 50 | 210 | * | |
| Cyclohexanone..... | 108-94-1 | | 25 | - | A4,* | Voir tableau A2.I en annexe | | 3,* | |
| Cyclohexène | 110-83-8 | | 300 | - | II,1 | 300 | 1 000 | | |
| Cyclohexylamine..... | 108-91-8 | | 10 | - | A4 | V | 41 | D | |
| <i>Cyclonite</i> → Hexogène | | | | | | | | | |
| Cyclopentadiène | 542-92-7 | | 75 | - | p | 75 | 210 | | |
| Cyclopentane..... | 287-92-3 | | 600 | - | | - | - | | |
| Cyhexatin | 13121-70-5 | | - | 5 | A4 | - | - | | |
| D | | | | | | | | | |
| <i>2,4-D</i> → Acide 2,4-dichlorophénoxyacétique | | | | | | | | | |
| <i>Dalapon</i> → Acide 2,2-dichloropropionique | | | | | | | | | |
| Dawsonite (poussières fibreuses) | 12011-76-6 | | - | - | | - | - | 2 | |
| <i>DDT</i> → Zeidane | | | | | | | | | |
| Décaborane | 17702-41-9 | | 0,05 | - | * | I | 0,05 | 0,25 | * |
| | | S | 0,15 | - | * | | | | |
| <i>Décachlorotétracyclodécane</i> → Chlordécone | | | | | | | | | |
| Déméton | 8065-48-3 | | 0,01 | - | * | III | 0,01 | 0,11 | * |
| Déméton-méthyl | 8022-00-2 | | - | 0,5 | * | III | 0,5 | 4,8 | * |
| Diacétone-alcool..... | 123-42-2 | | 50 | - | | p | 50 | 240 | |
| 2,4-Diaminoanisole..... | 615-05-4 | | - | - | | - | - | - | 2 |
| 3,3'-Diaminobenzidine..... | 91-95-2 | | - | - | | | | | 3 |
| et le tétrachlorhydrate | 7411-49-6 | | - | - | | | | | 3 |
| 4,4'-Diamino-3,3'-dichlorodiphénylméthane..... | 101-14-4 | | 0,01 | - | A2,* | Voir tableau A2.I en annexe | | 2,* | |
| 4,4'-Diamino-3,3'-diméthyl-diphénylméthane..... | 838-88-0 | | - | - | | Voir tableau A2.I en annexe | | 2 | |
| 4,4'-Diaminodiphénylméthane..... | 101-77-9 | | 0,1 | - | A3,* | Voir tableau A2.I en annexe | | 2,* Sens | |
| 1,2-Diaminoéthane..... | 107-15-3 | | 10 | - | A4,* | II,1 | 10 | 25 | D |
| 2,4-Diaminotoluylène..... | 95-80-7 | | - | - | | Voir tableau A2.I en annexe | | 2 | |
| o-Dianisidine | 119-90-4 | | - | - | | Voir tableau A2.I en annexe | | 2 | |
| Diazinon | 333-41-5 | | - | 0,1 | A4,* | III | - | 0,1i | C,* |
| Diazométhane | 334-88-3 | | 0,2 | - | A2 | - | - | - | 2 |
| Diborane | 19287-45-7 | | 0,1 | - | | - | - | - | |
| 1,2-Dibromo-3-chloropropane | 96-12-8 | | - | - | | - | - | - | 2 |
| Dibromodifluorométhane..... | 75-61-6 | | 100 | - | | II,1 | 100 | 870 | |
| 1,2-Dibromoéthane | 106-93-4 | | - | - | A3,* | Voir tableau A2.I en annexe | | 2,* | |
| <i>N,N</i> -Dibutylaminoéthanol..... | 102-81-8 | | 0,5 | - | * | - | - | - | |
| 2,6-Di- <i>tert</i> -butyl- <i>p</i> -crésol | 128-37-0 | | - | 10 | A4 | - | - | - | |
| Dichloroacétylène..... | 7572-29-4 | P | 0,1 | - | A3 | - | - | - | 2 |
| 1,2-Dichlorobenzène..... | 95-50-1 | | 25 | - | A4 | II,1 | 50 | 300 | C,* |
| | | S | 50 | - | A4 | | | | |
| 1,4-Dichlorobenzène..... | 106-46-7 | | 10 | - | A3 | II,1 | 50 | 300 | C |
| 3,3'-Dichlorobenzidine..... | 91-94-1 | | - | - | A3,* | Voir tableau A2.I en annexe | | 2,* | |
| 1,4-Dichloro-2-butène..... | 764-41-0 | | 0,005 | - | A2,* | Voir tableau A2.I en annexe | | 2 | |
| Dichlorodifluorométhane (Fréon 12) | 75-71-8 | | 1 000 | - | A4 | IV | 1 000 | 5 000 | C |
| 1,3-Dichloro-5,5-diméthylhydantoïne..... | 118-52-5 | | - | 0,2 | | - | - | - | |
| | | S | - | 0,4 | | | | | |
| <i>Dichlorodiphényltrichloroéthane</i> → Zeidane | | | | | | | | | |
| 1,1-Dichloroéthane | 75-34-3 | | 100 | - | A4 | II,1 | 100 | 410 | D |
| 1,2-Dichloroéthane | 107-06-2 | | 10 | - | A4 | Voir tableau A2.I en annexe | | 2 | |
| 1,1-Dichloroéthylène..... | 75-35-4 | | 5 | - | A3 | II,1 | 2 | 8 | 3, C |
| | | S | (20) | - | A3 | | | | |
| 1,2-Dichloroéthylènes (cis, trans)..... | 540-59-0 | | | | | | | | |
| | (156-59-2 ; 156-60-5) | | 200 | - | | II,1 | 200 | 800 | |
| Dichlorofluorométhane (Fréon 21)..... | 75-43-4 | | 10 | - | | II,1 | 10 | 43 | |
| Dichlorométhane | 75-09-2 | | 50 | - | A3 | II,2 | 100 | 350 | 3, D |
| 1,1-Dichloro-1-nitroéthane | 594-72-9 | | 2 | - | | p | 10 | 60 | |
| 1,2-Dichloropropane | 78-87-5 | | 75 | - | A4 | - | - | - | 3 |
| | | S | 110 | - | A4 | | | | |
| <i>1,3-Dichloro-2-propanol</i> → Alcool 1,3-dichloroisopropylique | | | | | | | | | |
| 1,3-Dichloropropènes (cis, trans) | 542-75-6 | | 1 | - | A4,* | Voir tableau A2.I en annexe | | 2,* Sens | |
| 1,2-Dichlorotétrafluoroéthane (Fréon 114)..... | 76-14-2 | | 1 000 | - | A4 | IV | 1 000 | 7 100 | |
| α,α-Dichlorotoluène | 98-87-3 | | - | - | | Voir tableau A2.I en annexe | | 2 | |
| 2,2-Dichloro-1,1,1-trifluoroéthane (Fréon 123)..... | 306-83-2 | | - | - | | - | - | - | 3 |

| Substances | N° CAS | Etats-Unis | | | Allemagne | | | | |
|---|------------|------------|-------|-------------------|-----------|------|-------------------|-------|------------|
| | | | ppm | mg/m ³ | | ppm | mg/m ³ | | |
| <i>Dichlorure de benzyle</i> → α,α -Dichlorotoluène | | | | | | | | | |
| Dichlorvos..... | 62-73-7 | | - | 0,9 | A4,* | III | 0,11 | 1 | C, * |
| Dicrotophos..... | 141-66-2 | | - | 0,25 | A4,* | | - | - | |
| Dicyclopentadiène..... | 77-73-6 | | 5 | - | | I | 0,5 | 2,7 | |
| Dicyclohexylamine..... | 101-83-7 | | - | - | | | - | - | * |
| Dieldrine..... | 60-57-1 | | - | 0,25 | A4,* | III | - | 0,25i | * |
| Diéthanolamine..... | 111-42-2 | | - | 2 | * | | - | - | |
| Diéthion..... | 563-12-2 | | - | 0,4 | * | | - | - | |
| Diéthylamine..... | 109-89-7 | | 5 | - | A4,* | V | 5 | 15 | |
| | | S | 15 | - | A4,* | | | | |
| 2-Diéthylaminoéthanol..... | 100-37-8 | | 2 | - | * | I | 5 | 24 | D, * |
| Diéthylcétone..... | 96-22-0 | | 200 | - | | | - | - | |
| | | S | 300 | - | | | | | |
| Diéthylèneglycol..... | 111-46-6 | | - | - | | II,2 | 10 | 44 | C |
| Diéthylèneglycol diméthyléther..... | 111-96-6 | | - | - | | II,1 | 5 | 28 | B, * |
| Diéthylènetriamine..... | 111-40-0 | | 1 | - | * | | - | - | |
| <i>Diéthyléthanolamine</i> → 2-Diéthylaminoéthanol | | | | | | | | | |
| 1,1-Difluoroéthylène..... | 75-38-7 | | - | - | | | - | - | 3 |
| 1,3-Diglycidyoxybenzène..... | 101-90-6 | | - | - | | | - | - | 2, Sens |
| <i>1,2-Dihydroxybenzène</i> → Pyrocatechol | | | | | | | | | |
| Diisobutylcétone..... | 108-83-8 | | 25 | - | | | - | - | |
| 4,4'-Diisocyanate de dicyclohexylméthane..... | 5124-30-1 | | 0,005 | - | | | - | - | |
| 4,4'-Diisocyanate de diphenylméthane (MDI)..... | 101-68-8 | | 0,005 | - | | I | - | 0,05 | 3, Sens |
| 4,4'-Diisocyanate de diphenylméthane (oligomères) (aérosols) | 9016-87-9 | | - | - | | | - | - | 3, Sens |
| 1,6-Diisocyanate d'hexaméthylène (HDI)..... | 822-06-0 | | 0,005 | - | | I | 0,005 | 0,035 | Sens |
| Diisocyanate d'isophorone (IPDI)..... | 4098-71-9 | | 0,005 | - | | I | 0,01 | 0,092 | Sens |
| 1,5-Diisocyanate de naphtylène..... | 3173-72-6 | | - | - | | I | 0,01 | 0,087 | Sens |
| 2,4-Diisocyanate de toluylène (TDI)..... | 584-84-9 | | 0,005 | - | A4 | I | 0,01 | 0,072 | Sens |
| | | S | 0,02 | - | A4 | | | | |
| 2,6-Diisocyanate de toluylène (TDI)..... | 91-08-7 | | - | - | | I | 0,01 | 0,072 | Sens |
| Diisopropylamine..... | 108-18-9 | | 5 | - | * | I | - | - | |
| <i>3,3'-Diméthoxybenzidine</i> → <i>o</i> -Dianisidine | | | | | | | | | |
| Diméthoxyméthane..... | 109-87-5 | | 1 000 | - | | p | 1 000 | 3 200 | |
| <i>N,N</i> -Diméthylacétamide..... | 127-19-5 | | 10 | - | A4,* | II,2 | 10 | 36 | C, * |
| Diméthylamine..... | 124-40-3 | | 5 | - | A4 | V | 2 | 3,7 | |
| | | S | 15 | - | A4 | | | | |
| <i>N,N</i> -Diméthylaniline..... | 121-69-7 | | 5 | - | A4,* | II,1 | 5 | 25 | 3, * |
| | | S | 10 | - | A4,* | | | | |
| 3,3'-Diméthylbenzidine..... | 119-93-7 | | - | - | | | | | 2 |
| 2,2-Diméthylbutane..... | 75-83-2 | | - | - | | II,1 | 200 | 720 | |
| Diméthyléthoxysilane..... | 14857-34-2 | | 0,5 | - | | | - | - | |
| | | S | 1,5 | - | | | | | |
| <i>N,N</i> -Diméthyléthylamine..... | 598-56-1 | | - | - | | V | 25 | 76 | |
| Diméthylformamide..... | 68-12-2 | | 10 | - | A4,* | II,1 | 10 | 30 | B, * |
| 1,1-Diméthylhydrazine..... | 57-14-7 | | 0,01 | - | A3,* | | - | - | 2, *, Sens |
| 1,2-Diméthylhydrazine..... | 540-73-8 | | - | - | | | - | - | 2, *, Sens |
| Dinitrate d'éthylèneglycol..... | 628-96-6 | | 0,05 | - | * | II,1 | 0,05 | 0,32 | * (9) |
| Dinitrate de diéthylèneglycol..... | 693-21-0 | | - | - | | | - | - | * |
| Dinitrate de 1,2-propylèneglycol..... | 6423-43-4 | | 0,05 | - | * | p | 0,05 | 0,34 | * (9) |
| Dinitrobenzènes (tous isomères)..... | 25154-54-5 | | 0,15 | - | * | | - | - | 3, * |
| 4,6-Dinitro- <i>o</i> -crésol..... | 534-52-1 | | - | 0,2 | * | | - | - | * |
| Dinitronaphtalènes (tous isomères)..... | 27478-34-8 | | - | - | | | - | - | 3 |
| 3,5-Dinitro- <i>o</i> -toluamide..... | 148-01-6 | | - | 5 | A4 | | - | - | |
| Dinitrotoluènes (mélange d'isomères)..... | 25321-14-6 | | - | 0,2 | A3,* | | | | 2, * |
| 1,4-Dioxanne..... | 123-91-1 | | (25) | - | A3,* | I | 20 | 73 | 4, D, * |
| Dioxathion..... | 78-34-2 | | - | 0,2 | A4,* | | - | - | |
| <i>Dioxyde d'azote</i> → Azote (dioxyde) | | | | | | | | | |
| <i>Dioxyde de carbone</i> → Carbone (dioxyde) | | | | | | | | | |
| Dioxyde de vinylcyclohexène..... | 106-87-6 | | 0,1 | - | A3,* | | - | - | 2 |
| Diphénylamine..... | 122-39-4 | | - | 10 | A4 | | - | - | |
| Dipropylcétone..... | 123-19-3 | | 50 | - | | | - | - | |
| <i>Dipropylèneglycol monométhyléther</i> → 3-(3-Méthoxy)propoxy-1-propanol | | | | | | | | | |
| Diquat..... | 2764-72-9 | | - | 0,5 i 0,1 a | A4,* | | - | - | |
| Disulfiram..... | 97-77-8 | | - | 2 | | III | - | 2i | D, Sens |
| Disulfoton..... | 298-04-4 | | - | 0,1 | * | | - | - | |
| Disulfure d'allyle et de propyle..... | 2179-59-1 | | 2 | - | | p | 2 | 12 | |
| | | S | 3 | - | | | | | |
| <i>Disulfure de carbone</i> → Carbone (sulfure) | | | | | | | | | |
| 2,6-Di- <i>tert</i> -butyl- <i>p</i> -crésol..... | 128-37-0 | | - | 10 | | | - | - | |
| <i>Ditolyl base</i> → 4,4'-Diamino-3,3'-diméthylidiphénylméthane | | | | | | | | | |
| Diuron..... | 330-54-1 | | - | 10 | A4 | | - | - | |
| Divinylbenzène..... | 1321-74-0 | | 10 | - | | | - | - | |

| Substances | N° CAS | Etats-Unis | | | Allemagne | | | | |
|--|------------|------------|-------------------|-----------------------------|-----------|-----------------------------|-------------------|-------|-----------|
| | | | ppm | mg/m ³ | | ppm | mg/m ³ | | |
| E | | | | | | | | | |
| <i>Eau oxygénée</i> → Hydrogène (peroxyde) | | | | | | | | | |
| Emeri..... | 1302-74-5 | | - | 10 (3) | | - | - | | |
| Endosulfan..... | 115-29-7 | | - | 0,1 | A4,* | - | - | | |
| Endrine..... | 72-20-8 | | - | 0,1 | A4,* | III | 0,1i | C, * | |
| Enflurane..... | 13838-16-9 | | 75 | - | A4 | II,1 | 20 | 150 | C |
| <i>Enzymes</i> → Subtilisines | | | | | | | | | |
| Epichlorhydrine..... | 106-89-8 | | 0,5 | - | A3,* | Voir tableau A2.I en annexe | | 2, * | |
| EPN..... | 2104-64-5 | | - | 0,1 | A4,* | III | - | 0,5 i | * |
| <i>1,2-Epoxypropane</i> → Oxyde de propylène | | | | | | | | | |
| Erionite (poussières fibreuses)..... | 12510-42-8 | | - | - | | - | - | - | 1 |
| Essences..... | 8006-61-9 | | 300 | - | A3 | - | - | - | |
| | | S | 500 | - | A3 | | | | |
| <i>Essence de térébenthine</i> → Térébenthine | | | | | | | | | |
| Etain métal..... | 7440-31-5 | | - | 2 | | - | - | - | |
| Etain (composés organiques), en Sn..... | - | | - | 0,1 | A4 | II,1 | - | 0,1i | D, * |
| Etain (dioxyde et composés inorganiques sauf SnH ₄), en Sn | - | | - | 2 | | - | - | - | |
| Etain tributyle et ses dérivés (benzoate, chlorure, fluorure, linoléate, méthacrylate, naphatéate, oxyde), en oxyde de tri- <i>n</i> -butyl étain..... | - | | - | - | | I | 0,0021 | 0,05 | C |
| <i>1,2-Ethanediol</i> → Ethylèneglycol | | | | | | | | | |
| Ethane..... | 74-84-0 | | Simple asphyxiant | | | | - | - | |
| Ethanethiol..... | 75-08-1 | | (0,5) | - | | V | 0,5 | 1,3 | |
| <i>Ethanol</i> → Alcool éthylique | | | | | | | | | |
| Ethanolamine..... | 141-43-5 | | 3 | - | | I | 2 | 5,1 | C, * |
| | | S | 6 | - | | | | | |
| <i>Ethion</i> → Diéthion | | | | | | | | | |
| 2-Ethoxyéthanol..... | 110-80-5 | | 5 | - | * | II,1 | 5 | 19 | B, *, (1) |
| <i>Ethrane</i> → Enflurane | | | | | | | | | |
| <i>Ethylamylcétone</i> → 5-Méthyl-3-heptanone | | | | | | | | | |
| Ethylamine..... | 75-04-7 | | 5 | - | * | V | 5 | 9,4 | |
| | | S | 15 | - | * | | | | |
| Ethylbenzène..... | 100-41-4 | | 100 | - | | I | 100 | 440 | D, * |
| | | S | 125 | - | | | | | |
| <i>Ethylbutylcétone</i> → 3-Heptanone | | | | | | | | | |
| Ethylène..... | 74-85-1 | | Simple asphyxiant | | | | - | - | 3 |
| <i>Ethylène chlorhydrine</i> → Alcool 2-chloroéthylique | | | | | | | | | |
| <i>Ethylènediamine</i> → 1,2-Diaminoéthane | | | | | | | | | |
| Ethylèneglycol (aérosol)..... | 107-21-1 | P | - | 100 | A4 | I | 10 | 26 | C, * |
| Ethylèneimine..... | 151-56-4 | | 0,5 | - | A3,* | Voir tableau A2.I en annexe | | 2, * | |
| Ethylènethiourée..... | 96-45-7 | | - | - | | | - | - | 3 |
| <i>Ethylglycol</i> → 2-Ethoxyéthanol | | | | | | | | | |
| Ethylidène norbornène..... | 16219-75-3 | P | 5 | - | | | - | - | |
| <i>Ethylisoamylcétone</i> → 5-Méthyl-3-heptanone | | | | | | | | | |
| <i>Ethylmercaptan</i> → Ethanethiol | | | | | | | | | |
| <i>N</i> -Ethylmorpholine..... | 100-74-3 | | 5 | - | * | | - | - | |
| F | | | | | | | | | |
| Fenamiphos..... | 22224-92-6 | | - | 0,1 | A4,* | | - | - | |
| Fenchlorfos..... | 299-84-3 | | - | 10 | A4 | | - | - | |
| Fensulfothion..... | 115-90-2 | | - | 0,1 | A4 | | - | - | |
| Fenthion..... | 55-38-9 | | - | 0,2 | A4,* | III | - | 0,2i | * |
| Ferbame..... | 14484-64-1 | | - | 10 | A4 | p | - | 15i | |
| Fer dicyclopentadiényle..... | 102-54-5 | | - | 10 | | | - | - | |
| Fer pentacarbonyle, en Fe..... | 13463-40-6 | | 0,1 | - | | | - | - | |
| | | S | 0,2 | - | | | | | |
| Fer pentacarbonyle..... | 13463-40-6 | | - | - | | II,1 | 0,1 | 0,81 | |
| Fer (oxyde)..... | 1345-25-1 | | - | - | | | - | 1,5a | |
| Fer (trioxyde de di-)..... | 1309-37-1 | | - | - | | | - | 1,5a | |
| Fer (poussières et fumées de trioxyde de di-), en Fe..... | 1309-37-1 | | - | 5(3) | A4 | | - | - | |
| Fer (sels solubles), en Fe..... | - | | - | 1 | | | - | - | |
| Ferrovanadium (poussières)..... | 12604-58-9 | | - | 1 | | p | - | 1i | |
| | | S | - | 3 | | | | | |
| Fibres de <i>p</i> -aramide..... | 26125-61-1 | | - | - | | | - | - | 3 |
| Fibres céramiques réfractaires..... | - | | - | - | | | | | B, 2 |
| Fibres de laitier..... | - | | 1 | fibres/cm ³ (10) | A3 | | | | B, 3 |
| Fibres minérales artificielles..... | - | | - | - | | | | | B |
| Fibres de roche..... | - | | 1 | fibres/cm ³ (10) | A3 | | | | B, 2 |
| Fibres de verre (laine de verre)..... | - | | 1 | fibres/cm ³ (10) | A3 | | | | B, 2 |
| Fibres de verre à filament continu..... | - | | 1 | fibres/cm ³ (10) | A4 | | | | B, 2 |
| | | | | 5i | | | | | |

| Substances | N° CAS | Etats-Unis | | | Allemagne | | | |
|---|--|------------|-------------------------|-------------------|------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|
| | | | ppm | mg/m ³ | | ppm | mg/m ³ | |
| Fibres de verre spéciales | - | | 1f/cm ³ (10) | - | A3 | Voir tableau A2.I en annexe | | B, 2 |
| Fluides de lubrification contenant des nitrites ou produits en libérant et substances réagissant avec les nitrites pour former une nitrosamine..... | - | | - | - | | | | 3 |
| Fluor..... | 7782-41-4 | | 1 | - | | I | 0,1 | 0,16 |
| | | S | 2 | - | | | | |
| Fluorures, en F | - | | - | 2,5 | A4 | II,2 | - | 2,5i |
| Fluorures + acide fluorhydrique..... | - | | - | - | | I | - | 2,5 |
| Fluorure de carbonyle..... | 353-50-4 | | 2 | - | | | - | - |
| | | S | 5 | - | | | | |
| Fluorure de perchlore..... | 7616-94-6 | | 3 | - | | | - | - |
| | | S | 6 | - | | | | |
| Fluorure de sulfure..... | 2699-79-8 | | 5 | - | | | - | - |
| | | S | 10 | - | | | | |
| Fonofos..... | 944-22-9 | | - | 0,1 | A4,* | | - | - |
| Formamide..... | 75-12-7 | | 10 | - | * | | - | - |
| Formiate d'éthyle..... | 109-94-4 | | 100 | - | | I | 100 | 310 |
| Formiate de méthyle..... | 107-31-3 | | 100 | - | | I | 50 | 120 |
| | | S | 150 | - | | | | |
| Fumées de soudage(non classées ailleurs)..... | - | | - | 5 | cf. § A1.5 | | - | - |
| <i>Furfural</i> → Aldéhyde furfurylique | | | | | | | | |
| G | | | | | | | | |
| Gaz de pétrole liquéfié..... | 68476-85-7 | | 1 000 | - | | | - | - |
| <i>Gel de silice</i> → Silices amorphes | | | | | | | | |
| Germanium (tétrahydrure)..... | 7782-65-2 | | 0,2 | - | | | - | - |
| Glycérine (brouillard)..... | 56-81-5 | | - | 10 | | | - | - |
| Glycidol..... | 556-52-5 | | 2 | - | A3 | I | 50 | 150 |
| Glycidyltriméthylammonium (chlorure)..... | 3033-77-0 | | - | - | | | - | - |
| Goudron de houille..... | - | | - | - | | | - | - |
| Goudron de lignite et de schiste (brown coal tar)..... | - | | - | - | | | - | - |
| Graphite (sauf fibres)..... | 7782-42-5 | | - | 2a | | | - | - |
| Graphite..... | 7782-42-5 | | - | - | | | - | 1,5a |
| | 7440-44-0 | | - | - | | | - | 1,5a |
| <i>Gypse</i> → Calcium (sulfate) | | | | | | | | |
| H | | | | | | | | |
| Hafnium..... | 7440-58-6 | | - | 0,5 | | III | - | 0,5i |
| Halothane..... | 151-67-7 | | 50 | - | A4 | II,1 | 5 | 41 |
| Halloysite..... | 12298-43-0 | | - | - | | | - | - |
| Hélium..... | 7440-59-7 | | | | | | - | - |
| | | | | | | | | Simple asphyxiant |
| Heptachlore..... | 76-44-8 | | - | 0,05 | A3,* | III | - | 0,5i |
| Heptachlore époxyde..... | 1024-57-3 | | - | 0,05 | A3,* | | - | - |
| <i>n</i> -Heptane..... | 142-82-5 | | 400 | - | | | - | - |
| | | S | 500 | - | | | | |
| Heptane (tous isomères)..... | - | | - | - | | I | 500 | 2100 |
| <i>2-Heptanone</i> → Méthyl- <i>n</i> -amylcétone | | | | | | | | |
| <i>3-Heptanone</i> | 106-35-4 | | 50 | - | | | - | - |
| | | S | 75 | - | | | | |
| Hexachlorobenzène..... | 118-74-1 | | - | 0,002 | A3,* | | - | - |
| Hexachlorobutadiène..... | 87-68-3 | | 0,02 | - | A3,* | | - | - |
| 1,2,3,4,5,6-Hexachlorocyclohexane (mélange technique d'isomères α et β)..... | 319-84-6 | | - | - | | p | - | 0,5i |
| | 319-85-7 | | - | - | | | - | - |
| <i>γ</i> -Hexachlorocyclohexane..... | 58-89-9 | | - | 0,5 | A3,* | III | - | 0,1i |
| Hexachlorocyclopentadiène..... | 77-47-4 | | 0,01 | - | A4 | | - | - |
| Hexachloroéthane..... | 67-72-1 | | 1 | - | A3,* | p | 1 | 9,8 |
| Hexachloronaphtalène..... | 1335-87-1 | | - | 0,2 | * | | - | - |
| Hexafluoroacétone..... | 684-16-2 | | 0,1 | - | * | | - | - |
| Hexaméthylphosphorotriamide..... | 680-31-9 | | - | - | A3,* | | - | - |
| <i>n</i> -Hexane..... | 110-54-3 | | 50 | - | * | II,1 | 50 | 180 |
| Hexane (autres isomères)..... | (107-83-5 ; 96-14-0 ; 75-83-2 ; 79-29-8) | | 500 | - | | II,1 | 200 | 720 |
| | | S | 1 000 | - | | | | |
| 1,6-Hexanediamine..... | 124-09-4 | | 0,5 | - | | | - | - |
| <i>2</i> -Hexanone..... | 591-78-6 | | 5 | - | * | II,1 | 5 | 21 |
| | | S | 10 | - | * | | | |

| Substances | N° CAS | Etats-Unis | | | Allemagne | | | | | |
|--|------------|------------|-------------------|-------------------|-----------|------|------------------------------|-------|------------|--|
| | | | ppm | mg/m ³ | | ppm | mg/m ³ | | | |
| 1-Hexène | 592-41-6 | | 30 | - | | - | - | | | |
| Hexogène | 121-82-4 | | - | 0,5 | A4,* | - | - | | | |
| <i>Hexone</i> → Méthylisobutylcétone | | | | | | | | | | |
| Hexylèneglycol | 107-41-5 | P | 25 | - | | I | 10 | 49 | | |
| <i>HPA</i> → Brai de houille | | | | | | | | | | |
| Huile d'isopropyle (résidu de fabrication de l'alcool isopropylique) | - | | - | - | | | - | - | 3 | |
| Huile minérale (brouillard) | - | | - | 5 (12) | | | - | - | | |
| | | S | - | (10) | | | - | - | | |
| Huiles végétales (brouillard) (13) | - | | - | 10 | | | - | - | | |
| Hydrazine | 302-01-2 | | 0,01 | - | A3,* | | Voir tableau A2.I en annexe | | 2, *, Sens | |
| Hydrazobenzène | 122-66-7 | | - | - | | | - | - | 2 | |
| Hydrocarbures polycycliques aromatiques cancérigènes .. | - | | - | - | | | - | - | 2 | |
| <i>Hydrocarbures polycycliques aromatiques</i> → Brai de houille | | | | | | | | | | |
| Hydrogène | 1333-74-0 | | Simple asphyxiant | | | | - | - | | |
| <i>Hydrogène antimoné</i> → Stibine | | | | | | | | | | |
| <i>Hydrogène arsénié</i> → Arsine | | | | | | | | | | |
| Hydrogène (bromure) | 10035-10-6 | P | 3 | - | | I | 2 | 6,7 | | |
| Hydrogène (chlorure) | 7647-01-0 | P | 5 | - | | I | 5 | 7,6 | C | |
| Hydrogène (cyanure), en CN | 74-90-8 | P | 4,7 | - | * | II,1 | 10 | 11 | * | |
| Hydrogène (fluorure), en F | 7664-39-3 | P | 3 | - | | I | 3 | 2,5 | | |
| Hydrogène (peroxyde) | 7722-84-1 | | 1 | - | | I | 1 | 1,4 | | |
| <i>Hydrogène phosphoré</i> → Phosphine | | | | | | | | | | |
| <i>Hydrogène sélénié</i> → Hydrogène (séléniure) | | | | | | | | | | |
| Hydrogène (séléniure), en Se | 7783-07-5 | | 0,05 | - | | II,1 | 0,05 | 0,17 | | |
| <i>Hydrogène sulfuré</i> → Hydrogène (sulfure) | | | | | | | | | | |
| Hydrogène (sulfure) | 7783-06-4 | | (10) | - | | V | 10 | 14 | | |
| | | S | (15) | - | | | | | | |
| Hydroquinone | 123-31-9 | | - | 2 | A3 | | - | - | 2 | |
| <i>N-(2-Hydroxyéthyl)-3-méthyl-2-quinoxalinecarboxamide</i> → Olaquinox | | | | | | | | | | |
| I | | | | | | | | | | |
| Indène | 95-13-6 | | 10 | - | | | - | - | | |
| Indium et composés, en In | 7440-74-6 | | - | 0,1 | | | - | - | | |
| Iode | 7553-56-2 | P | 0,1 | - | | I | 0,1 | 1,1 | | |
| <i>Iodoforme</i> → Triiodométhane | | | | | | | | | | |
| Iodométhane | 74-88-4 | | 2 | - | * | | Voir tableau A 2.I en annexe | | 2 | |
| <i>Iodure de méthyle</i> → Iodométhane | | | | | | | | | | |
| Isobutane | 75-28-5 | | - | - | | IV | 1 000 | 2400 | | |
| Isobutylamine | 78-81-9 | | - | - | | II,2 | 5 | 15 | * | |
| Isocyanate de méthyle | 624-83-9 | | 0,02 | - | * | I | 0,01 | 0,024 | D, Sens | |
| Isopentane | 78-78-4 | | - | - | | IV | 1 000 | 3 000 | | |
| Isophorone | 78-59-1 | P | 5 | - | A3 | I | 2 | 11 | 3, C | |
| 2-Isopropoxyéthanol | 109-59-1 | | 25 | - | * | II,1 | 5 | 22 | C, * | |
| Isopropylamine | 75-31-0 | | 5 | - | | II,1 | 5 | 12 | | |
| | | S | 10 | - | | | | | | |
| <i>N-Isopropylaniline</i> | 768-52-5 | | 2 | - | * | | - | - | | |
| <i>Isopropylbenzène</i> → Cumène | | | | | | | | | | |
| K | | | | | | | | | | |
| Kaolin | 1332-58-7 | | - | 2a(3) | A4 | | - | - | | |
| L | | | | | | | | | | |
| Lactate de <i>n</i> -butyle | 138-22-7 | | 5 | - | | | - | - | | |
| <i>Lindane</i> → γ -Hexachlorocyclohexane | | | | | | | | | | |
| Lithium (hydrure) | 7580-67-8 | | - | 0,025 | | | - | - | | |
| M | | | | | | | | | | |
| <i>Magnésite</i> → Magnésium (carbonate) | | | | | | | | | | |
| Magnésium (carbonate) | 546-93-0 | | - | 10 (3) | | | - | - | | |
| Magnésium (oxyde) | 1309-48-4 | | - | - | | | - | 1,5a | | |
| Magnésium (oxyde), fumées | 1309-48-4 | | - | 10 | | II,1 | - | 1,5a | | |
| Magnésium (oxyde sulfate) (poussières fibreuses) | 12286-12-3 | | - | - | | | - | - | 3 | |

| Substances | N° CAS | Etats-Unis | | | Allemagne | | | | |
|--|------------|------------|-------------------|-------------------|-----------|-----------------------------|-------------------|-------|------------|
| | | | ppm | mg/m ³ | | ppm | mg/m ³ | | |
| Malathion | 121-75-5 | | - | 10 | A4,* | p | - | 15i | D |
| Manganèse et ses composés inorganiques, en Mn | 7439-96-5 | | - | 0,2 | | III | - | 0,5i | C |
| Manganèse cyclopentadiényl tricarbonyle, en Mn | 12079-65-1 | | - | 0,1 | * | | - | - | |
| Manganèse 2-méthylcyclopentadiényl tricarbonyle, en Mn <i>Marbre</i> → Calcium (carbonate) | 12108-13-3 | | - | 0,2 | * | | - | - | |
| <i>MDI</i> → 4,4'-Diisocyanate de diphenylméthane | | | | | | | | | |
| Mercuré (composés alkylés), en Hg | - | | - | 0,01 | * | | - | - | |
| Mercuré (composés arylés), en Hg | - | S | - | 0,03 | * | | - | - | |
| Mercuré (composés inorganiques, mercure métal inclus), en Hg | 7439-97-6 | | - | 0,025 | A4,* | III | 0,012 | 0,1 | |
| Mercuré (composés organiques), en Hg | - | | - | - | | | - | - | 3, *, Sens |
| Méthacrylate de méthyle | 80-62-6 | | 100 | - | A4 | I | 50 | 210 | C, Sens |
| Méthane | 74-82-8 | | Simple asphyxiant | | | | - | - | |
| Méthanethiol | 74-93-1 | | (0,5) | - | | V | 0,5 | 1 | |
| Méthomyl | 16752-77-5 | | - | 2,5 | A4 | | - | - | |
| Méthoxychlore | 72-43-5 | | - | 10 | A4 | III | - | 15i | D |
| 2-Méthoxyéthanol | 109-86-4 | | 5 | - | * | II,1 | 5 | 16 | B, * |
| 4-Méthoxyphénol | 150-76-5 | | - | 5 | | | - | - | |
| 1-Méthoxy-2-propanol | 107-98-2 | | 100 | - | | I | 100 | 370 | C |
| | | S | 150 | - | | | | | |
| 2-Méthoxy-1-propanol | 1589-47-5 | | - | - | | II,1 | 20 | 75 | B |
| 3-(3-Méthoxy)propoxy-1-propanol | 34590-94-8 | | 100 | - | * | I | 50 | 310 | |
| | | S | 150 | - | * | | | | |
| <i>Méthylacétylène</i> → Propyne | | | | | | | | | |
| Méthylacrylonitrile | 126-98-7 | | 1 | - | * | | - | - | |
| <i>Méthylal</i> → Diméthoxyméthane | | | | | | | | | |
| Méthylamine | 74-89-5 | | 5 | - | | V | 10 | 13 | |
| | | S | 15 | - | | | | | |
| Méthyl- <i>n</i> -amylcétone | 110-43-0 | | 50 | - | | | - | - | |
| <i>N</i> -Méthylaniline | 100-61-8 | | 0,5 | - | * | II,1 | 0,5 | 2,2 | * |
| 5-Méthyl- <i>o</i> -anisidine | 120-71-8 | | - | - | | Voir tableau A2.I en annexe | | | 2 |
| <i>Méthyl-<i>n</i>-butylcétone</i> → 2-Hexanone | | | | | | | | | |
| <i>N</i> -Méthyl-bis-(2-chloroéthyl)amine | 51-75-2 | | - | - | | | - | - | 1, *, Sens |
| <i>Méthylchloroforme</i> → 1,1,1-Trichloroéthane | | | | | | | | | |
| Méthylcyclohexane | 108-87-2 | | 400 | - | | II,1 | 500 | 2 000 | |
| Méthylcyclohexanol | 25639-42-3 | | 50 | - | | | - | - | |
| 2-Méthylcyclohexanone | 583-60-8 | | 50 | - | * | II,1 | 50 | 230 | * |
| | | S | 75 | - | * | | | | |
| <i>Méthyldipropylèneglycol</i> → 3-(3-Méthoxy)propoxy-1-propanol | | | | | | | | | |
| <i>4,4'-Méthylène-bis(2-chloroaniline)</i> → 4,4'-Diamino-3,3'-dichlorodiphénylméthane | | | | | | | | | |
| <i>Méthylène-bis(4-cyclohexylène isocyanate)</i> → 4,4'-Diisocyanate de dicyclohexylméthane | | | | | | | | | |
| <i>4,4'-Méthylène-bis(N,N-diméthylaniline)</i> → <i>N,N,N',N'</i> -Tétraméthyl-diaminodiphénylméthane | | | | | | | | | |
| <i>4,4'-Méthylène-bis(2-méthylaniline)</i> → 4,4'-Diamino-3,3'-diméthyl-diphénylméthane | | | | | | | | | |
| <i>4,4'-Méthylènedianiline</i> → 4,4'-Diaminodiphénylméthane | | | | | | | | | |
| Méthyléthylcétone | 78-93-3 | | 200 | - | | I | 200 | 600 | C, * |
| | | S | 300 | - | | | | | |
| <i>Méthylglycol</i> → 2-Méthoxyéthanol | | | | | | | | | |
| 5-Méthyl-3-heptanone | 541-85-5 | | 25 | - | | | - | - | |
| Méthylhydrazine | 60-34-4 | | 0,01 | - | A3,* | | - | - | *, Sens |
| Méthylisoamylcétone | 110-12-3 | | 50 | - | | | - | - | |
| <i>Méthylisobutylcarbinol</i> → 4-Méthyl-2-pentanol | | | | | | | | | |
| Méthylisobutylcétone | 108-10-1 | | 50 | - | | I | 20 | 83 | C, * |
| | | S | 75 | - | | | | | |
| Méthylisopropylcétone | 563-80-4 | | 200 | - | | | - | - | |
| <i>Méthylmercaptop</i> → Méthanethiol | | | | | | | | | |
| Méthylmercure | 22967-92-6 | | - | - | | | - | - | 3, *, Sens |
| 2-Méthyl-5-nitroaniline → 4-Nitro-2-aminotoluène | | | | | | | | | |
| 2-Méthylpentane | 107-83-5 | | - | - | | II,1 | 200 | 720 | |
| 3-Méthylpentane | 96-14-0 | | - | - | | II,1 | 200 | 720 | |
| 4-Méthyl-2-pentanol | 108-11-2 | | 25 | - | * | II,2 | 25 | 110 | * |
| | | S | 40 | - | * | | | | |
| <i>4-Méthyl-2-pentanone</i> → Méthylisobutylcétone | | | | | | | | | |
| <i>Méthylphénylcétone</i> → Acétophénone | | | | | | | | | |
| Méthyl- <i>n</i> -propylcétone | 107-87-9 | | 200 | - | | II,1 | 200 | 710 | |
| | | S | 250 | - | | | | | |
| Méthylpropylèneglycol | 107-98-2 | | 100 | - | | I | 100 | 370 | C |
| | | S | 150 | - | | | | | |

| Substances | N° CAS | Etats-Unis | | | Allemagne | | | | |
|---|------------|------------|-------------------|-------------------|-----------|-----------------------------|-------------------|-------|------------|
| | | | ppm | mg/m ³ | | ppm | mg/m ³ | | |
| <i>N</i> -Méthyl-2-pyrrolidone (vapeurs)..... | 872-50-4 | | - | - | | II,2 | 19 | 80 | C, * |
| Méthylstyrènes (tous isomères) | 25013-15-4 | | 50 | - | A4 | V | 100 | 490 | |
| | | S | 100 | - | A4 | | | | |
| α -Méthylstyrène | 98-83-9 | | 50 | - | | I | 100 | 490 | |
| | | S | 100 | - | | | | | |
| <i>N</i> -Méthyl-2,4,6, <i>N</i> -tétranitroaniline | 479-45-8 | | - | - | | Voir tableau A2.I en annexe | | | 3, *, Sens |
| Méthylvinylcétone | 78-94-4 | | - | - | | | - | - | *, Sens |
| Métribuzine | 21087-64-9 | | - | 5 | A4 | | - | - | |
| Mévinphos..... | 7786-34-7 | | - | 0,09 | * | p | 0,01 | 0,093 | * |
| | | S | - | 0,27 | * | | | | |
| Mica | 12001-26-2 | | - | 3a (3) | | | - | - | |
| <i>Moca</i> → 4,4'-Diamino-3,3'-dichlorodiphénylméthane | | | - | - | | | | | |
| Molybdène (composés insolubles), en Mo..... | - | | - | 10 | | | - | 4i | |
| Molybdène (composés solubles), en Mo..... | - | | - | 5 | | III | - | 5i | |
| Monocrotophos | 6923-22-4 | | - | 0,25 | A4,* | | - | - | |
| Morpholine..... | 110-91-8 | | 20 | - | A4,* | I | 10 | 36 | |
| N | | | | | | | | | |
| Naled | 300-76-5 | | - | 3 | A4,* | III | - | 3i | |
| Naphtalène | 91-20-3 | | 10 | - | A4 | Voir tableau A2.I en annexe | | | 3 |
| | | S | 15 | - | A4 | | | | |
| β -Naphtylamine..... | 91-59-8 | | - | - | A1 | | - | - | 1, * |
| 1-Naphtylthiourée → ANTU | | | - | - | | | - | - | |
| Némalite (poussières fibreuses) | 1317-43-7 | | - | - | | | - | - | 3 |
| Néon | 7440-01-9 | | Simple asphyxiant | | | | - | - | |
| Nickel, sous forme d'aérosol inhalable de métal, sulfure ou minéral en contenant, d'oxyde, de carbonate, tels qu'ils peuvent se former pendant la fabrication ou la mise en œuvre | - | | - | - | | Voir tableau A2.I en annexe | | | 1 |
| Nickel (métal) | 7440-02-0 | | - | 1,5i | A5 | | - | - | Sens |
| Nickel (composés insolubles), en Ni..... | - | | - | 0,2i | A1 | | - | - | |
| Nickel (composés solubles), en Ni..... | - | | - | 0,1i | A4 | | - | - | Sens |
| Nickel (sulfure), fumées et poussières provenant du grillage, en Ni | - | | - | 0,1i | A1 | | - | - | |
| Nickel tétracarbonyle..... | 13463-39-3 | | 0,05 | - | | | - | - | 2, * |
| Nicotine | 54-11-5 | | - | 0,5 | * | II,1 | 0,07 | 0,47 | * |
| Nitrapyrine | 1929-82-4 | | - | 10 | A4 | | - | - | |
| | | S | - | 20 | A4 | | | | |
| Nitrate de <i>n</i> -propyle | 627-13-4 | | 25 | - | | p | 25 | 110 | |
| | | S | 40 | - | | | | | |
| 5-Nitroacénaphène | 602-87-9 | | - | - | | | - | - | 2 |
| 2-Nitro-4-aminophénol | 119-34-6 | | - | - | | | - | - | 3, * |
| 4-Nitro-2-aminotoluène..... | 99-55-8 | | - | - | | Voir tableau A2.I en annexe | | | 2 |
| 4-Nitroaniline | 100-01-6 | | - | 3 | A4,* | p | 1 | 5,7 | C, * |
| 2-Nitroanisole..... | 91-23-6 | | - | - | | | - | - | 2 |
| Nitrobenzène | 98-95-3 | | 1 | - | A3,* | | - | - | 3, * |
| 4-Nitrobiphényle..... | 92-93-3 | | - | - | A2,* | | - | - | 2, * |
| 4-(2-Nitrobutyl)-morpholine et 4,4'-(2-éthyl-2-nitro-1,3-propanediyl)-bismorpholine, en mélange pondéral 70/20 | 2224-44-4 | | - | - | | I | 0,5 | 4,2 | Sens |
| 1854-23-5 | | | - | - | | | | | |
| Nitroéthane | 79-24-3 | | 100 | - | | p | 100 | 310 | |
| Nitroglycérine..... | 55-63-0 | | 0,05 | - | * | II,1 | 0,05 | 0,47 | * (9) |
| <i>Nitroglycol</i> → Dinitrate d'éthylèneglycol | | | - | - | | | | | |
| Nitrométhane..... | 75-52-5 | | 20 | - | | p | 100 | 250 | |
| 1-Nitronaphtalène | 86-57-7 | | - | - | | | - | - | 3 |
| 2-Nitronaphtalène | 581-89-5 | | - | - | | Voir tableau A2.I en annexe | | | 2 |
| 2-Nitro- <i>p</i> -phénylènediamine..... | 5307-14-2 | | - | - | | | - | - | 3, *, Sens |
| 1-Nitropropane | 108-03-2 | | 25 | - | A4 | I | 25 | 92 | |
| 2-Nitropropane | 79-46-9 | | 10 | - | A3 | Voir tableau A2.I en annexe | | | 2 |
| Nitropyrènes (isomères mono-, di-, tri-, tétra-) | - | | - | - | | | - | - | 3 |
| <i>N</i> -Nitroso-di- <i>n</i> -butylamine | 924-16-3 | | - | - | | Voir tableau A2.I en annexe | | | 2 |
| <i>N</i> -Nitrosodiéthanolamine | 1116-54-7 | | - | - | | Voir tableau A2.I en annexe | | | 2 |
| <i>N</i> -Nitrosodiéthylamine | 55-18-5 | | - | - | | Voir tableau A2.I en annexe | | | 2 |
| <i>N</i> -Nitrosodiisopropylamine | 601-77-4 | | - | - | | Voir tableau A2.I en annexe | | | 2 |
| <i>N</i> -Nitrosodiméthylamine..... | 62-75-9 | | - | - | A3,* | Voir tableau A2.I en annexe | | | 2 |
| <i>N</i> -Nitrosodi- <i>n</i> -propylamine | 621-64-7 | | - | - | | Voir tableau A2.I en annexe | | | 2 |
| <i>N</i> -Nitrosoéthylméthylamine..... | 10595-95-6 | | - | - | | Voir tableau A2.I en annexe | | | 2 |
| <i>N</i> -Nitrosoéthylphénylamine..... | 612-64-6 | | - | - | | Voir tableau A2.I en annexe | | | 2 |
| <i>N</i> -Nitrosométhylphénylamine | 614-00-6 | | - | - | | voir tableau A2.I en annexe | | | 2 |
| <i>N</i> -Nitrosomorpholine | 59-89-2 | | - | - | | Voir tableau A2.I en annexe | | | 2 |
| <i>N</i> -Nitrosopipéridine..... | 100-75-4 | | - | - | | Voir tableau A2.I en annexe | | | 2 |
| <i>N</i> -Nitrosopyrrolidine..... | 930-55-2 | | - | - | | Voir tableau A2.I en annexe | | | 2 |

| Substances | N° CAS | Etats-Unis | | | Allemagne | | | | |
|--|------------------------|------------|--------|-------------------|-----------|-----------------------------|-------------------|--------|------------|
| | | | ppm | mg/m ³ | | ppm | mg/m ³ | | |
| 2-Nitrotoluène | 88-72-2 | | 2 | - | * | Voir tableau A2.I en annexe | | 2, * | |
| 3-Nitrotoluène | 99-08-1 | | 2 | - | * | II,1 | 5 | 28 | * |
| 4-Nitrotoluène | 99-99-0 | | 2 | - | * | II,1 | 5 | 28 | * |
| <i>5-Nitro-o-toluidine</i> → 4-Nitro-2-aminotoluène | | | | | | | | | |
| <i>Nitrotrichlorométhane</i> → Chloropicrine | | | | | | | | | |
| Noir de carbone..... | 1333-86-4 | | - | 3,5 | A4 | - | - | - | - |
| Nonane (tous isomères) | 111-84-2 | | 200 | - | | - | - | - | - |
| O | | | | | | | | | |
| Octachloronaphtalène..... | 2234-13-1 | | - | 0,1 | * | - | - | - | - |
| | | S | - | 0,3 | * | | | | |
| Octane (tous isomères) | - | | - | - | | II,1 | 500 | 2400 | |
| <i>n</i> -Octane | 111-65-9 | | 300 | - | | | - | - | |
| | | S | (375) | - | | | | | |
| 2-Octyl-4-isothiazolin-3-one | 26530-20-1 | | - | - | | I | - | 0,05i | C, *, Sens |
| Olaquinox..... | 23696-28-8 | | - | - | | | - | - | 3, Sens |
| Osmium (tétraoxyde), en Os | 20816-12-0 | | 0,0002 | - | | I | 0,0002 | 0,0021 | |
| | | S | 0,0006 | - | | | | | |
| <i>2-Oxohexaméthylèneimine</i> → ε-Caprolactame | | | | | | | | | |
| Oxyde d'allyle et de glycidyle..... | 106-92-3 | | 1 | - | A4 | - | - | - | 2, Sens |
| Oxyde d'azote → Azote (oxyde) | | | | | | | | | |
| Oxyde de biphenyle chloré..... | 55720-99-5 | | - | - | | p | - | 0,5i | * |
| Oxyde de bis(<i>p</i> -aminophényle) | 101-80-4 | | - | - | | | - | - | 2, Sens |
| Oxyde de bis(2-chloroéthyle) | 111-44-4 | | 5 | - | A4,* | II,2 | 10 | 59 | * |
| | | S | 10 | - | A4,* | | | | |
| | | | 0,001 | - | A1 | | | | 1 |
| Oxyde de bis(chlorométhyle) | 542-88-1 | | - | - | | | - | - | 2, * |
| Oxyde de 1,2-butène | 106-88-7 | | - | - | | | - | - | 3, *, Sens |
| Oxyde de <i>n</i> -butyle et de glycidyle..... | 2426-08-6 | | 25 | - | | | - | - | 3, *, Sens |
| Oxyde de <i>tert</i> -butyle et de glycidyle | 7665-72-7 | | - | - | | | - | - | 3, *, Sens |
| Oxyde de <i>tert</i> -butyle et de méthyle..... | 1634-04-4 | | 40 | - | A3 | | - | - | |
| Oxyde de chlorométhyle et de méthyle | 107-30-2 | | - | - | A2 | | - | - | 1 (14) |
| Oxyde de 1,2-dichloroéthyle et de méthyle..... | 41683-62-9 | | - | - | | | - | - | 3, * |
| <i>Oxyde de 2,2'-dichlorodiéthyle</i> → Oxyde de bis(2-chloroéthyle) | | | | | | | | | |
| Oxyde de diéthyle..... | 60-29-7 | | 400 | - | | II,1 | 400 | 1 200 | D |
| | | S | 500 | - | | | | | |
| Oxyde de diglycidyle..... | 2238-07-5 | | 0,1 | - | A4 | I | 0,1 | 0,54 | 3, Sens |
| Oxyde de diglycidyle et de résorcinol..... | 101-90-6 | | - | - | | | - | - | 2, Sens |
| Oxyde de diisopropyle..... | 108-20-3 | | 250 | - | | p | 500 | 2100 | |
| | | S | 310 | - | | | | | |
| Oxyde de diméthyle | 115-10-6 | | - | - | | IV | 1 000 | 1900 | D |
| Oxyde de diphenyle (vapeur)..... | 101-84-8 | | 1 | - | | p | 1 | 7,1 | |
| | | S | 2 | - | | | | | |
| Oxyde de diphenyle/Diphényle (mélange de vapeurs) | - | | - | - | | p | 1 | 7 | |
| Oxyde de diphenyle chloré..... | 31242-93-0 | | - | 0,5 | | | - | - | |
| Oxyde d'éthylène..... | 75-21-8 | | 1 | - | A2 | Voir tableau A2.I en annexe | | 2, * | |
| Oxyde de glycidyle et de phényle..... | 122-60-1 | | 0,1 | - | * | | - | - | 2, *, Sens |
| Oxyde de glycidyle et d'isopropyle | 4016-14-2 | | 50 | - | | | - | - | 3 |
| | | S | 75 | - | | | | | |
| Oxyde de mésityle | 141-79-7 | | 15 | - | | p | 25 | 100 | |
| | | S | 25 | - | | | | | |
| Oxyde de propylène | 75-56-9 | | 20 | - | A3 | Voir tableau A2.I en annexe | | 2 | |
| Oxygène (difluorure) | 7783-41-7 | P | 0,05 | - | | | - | - | |
| Ozone | 10028-15-6 | | 0,05 | - | | Voir tableau A2.I en annexe | | 3 | |
| activité physique intense | | | 0,08 | - | | | | | |
| activité physique modérée | | | 0,1 | - | | | | | |
| activité physique faible | | | | - | | | | | |
| P | | | | | | | | | |
| Paraffine (cire), fumée | 8002-74-2 | | - | 2 | | - | - | - | |
| Paraffines chlorées, linéaires de C ₁₀ à C ₃₀ (20 à 70 % Cl) | par ex : 63449-39-8 | | - | - | | - | - | - | 3 |
| Paraquat..... | 4685-14-7 | | - | 0,5i | | - | - | - | |
| | | | - | 0,1a | | - | - | - | |
| Paraquat (dichlorure) | 1910-42-5 | | - | - | | I | - | 0,1i | * |
| Parathion | 56-38-2 | | - | 0,1 | * | p | - | 0,1i | D, * |
| Parathion méthyl..... | 298-00-0 | | - | 0,2 | A4,* | | - | - | |
| Pentaborane | 19624-22-7 | | 0,005 | - | | I | 0,005 | 0,013 | |
| | | S | 0,015 | - | | | | | |
| Pentachloroéthane | 76-01-7 | | - | - | | II,1 | 5 | 42 | |

| Substances | N° CAS | Etats-Unis | | | Allemagne | | | | |
|--|------------|------------|------|-------------------|-----------|-----------------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| | | | ppm | mg/m ³ | | ppm | mg/m ³ | | |
| Pentachloronaphtalène..... | 1321-64-8 | | - | 0,5 | * | | - | - | * |
| Pentachloronitrobenzène..... | 82-68-8 | | - | 0,5 | A4 | | - | - | |
| Pentachlorophénol..... | 87-86-5 | | - | 0,5 | A3,* | | - | - | 2,* |
| Pentaérythritol..... | 115-77-5 | | - | 10 | | | - | - | |
| Pentane (tous isomères)..... | - | | 600 | - | | IV | 1 000 | 3 000 | |
| <i>2-Pentanone</i> → Méthyl- <i>n</i> -propylcétone | | | | | | | | | |
| <i>Perchloroéthylène</i> → Tétrachloroéthylène | | | | | | | | | |
| Perchlorométhylmercaptop..... | 594-42-3 | | 0,1 | - | | | - | - | |
| Perchloryle (fluorure)..... | 7616-94-6 | | 3 | - | | | - | - | |
| | | S | 6 | - | | | | | |
| Perfluoroisobutène..... | 382-21-8 | P | 0,01 | - | | | - | - | |
| Perlite..... | 93763-70-3 | | - | 10 ⁽³⁾ | | | - | - | |
| Peroxyde de dibenzoyl..... | 94-36-0 | | - | 5 | A4 | I | - | 5i | |
| Peroxyde de méthyléthylcétone..... | 1338-23-4 | P | 0,2 | - | | | - | - | |
| <i>Pétrole (gaz liquéfié)</i> → Gaz de pétrole liquéfié | | | | | | | | | |
| Phénamiphos..... | 22224-92-6 | | - | 0,1 | A4,* | | - | - | |
| Phénol..... | 108-95-2 | | 5 | - | * | | - | - | 3,* |
| Phénothiazine..... | 92-84-2 | | - | 5 | * | | - | - | |
| 2-Phénoxyéthanol..... | 122-99-6 | | - | - | | I | 20 | 110 | C,* |
| <i>m</i> -Phénylènediamine..... | 108-45-2 | | - | 0,1 | A4 | | - | - | 3,* |
| <i>o</i> -Phénylènediamine..... | 95-54-5 | | - | 0,1 | A3 | Voir tableau A2.I en annexe | | | 3, Sens |
| <i>p</i> -Phénylènediamine..... | 106-50-3 | | - | 0,1 | A4 | II,1 | - | 0,1i | 3, D,* Sens |
| Phénylhydrazine..... | 100-63-0 | | 0,1 | - | A3,* | | - | - | 3,* Sens |
| Phénylmercaptop..... | 108-98-5 | | 0,5 | - | | | - | - | |
| <i>N</i> -Phényl- β -naphtylamine..... | 135-88-6 | | - | - | A4 | | - | - | 3 |
| Phénylphosphine..... | 638-21-1 | P | 0,05 | - | | | - | - | |
| <i>Phénylthiophosphonate de O-éthyle</i> <i>et de O-4-nitrophényle</i> → EPN | | | | | | | | | |
| Phorate..... | 298-02-2 | | - | 0,05 | * | | - | - | |
| | | S | - | 0,2 | * | | | | |
| <i>Phosgène</i> | 75-44-5 | | 0,1 | - | | I | 0,02 | 0,082 | C |
| <i>Phosphate de 1,2-dibromo-2,2-dichloroéthyle</i> <i>et de diméthyle</i> → Naled | | | | | | | | | |
| Phosphate de dibutyle..... | 107-66-4 | | 1 | - | | | - | - | |
| | | S | 2 | - | | | | | |
| Phosphate de dibutyle et de phényle..... | 2528-36-1 | | 0,3 | - | * | | - | - | |
| Phosphate de tributyle..... | 126-73-8 | | 0,2 | - | | | - | - | |
| Phosphate de tri- <i>o</i> -crésyle..... | 78-30-8 | | - | 0,1 | A4,* | | - | - | |
| Phosphate de triméthyle..... | 512-56-1 | | - | - | | | - | - | 3,* |
| Phosphate de triphényle..... | 115-86-6 | | - | 3 | A4 | | - | - | |
| Phosphine..... | 7803-51-2 | | 0,3 | - | | I | 0,1 | 0,14 | |
| | | S | 1 | - | | | | | |
| Phosphite de diméthyle..... | 868-85-9 | | - | - | | | - | - | 3 |
| Phosphite de triméthyle..... | 121-45-9 | | 2 | - | | | - | - | * |
| Phosphore..... | 7723-14-0 | | 0,02 | - | | I | - | 0,1i | D |
| Phosphore (oxychlorure)..... | 10025-87-3 | | 0,1 | - | | II,1 | 0,2 | 1,3 | |
| Phosphore (pentachlorure)..... | 10026-13-8 | | 0,1 | - | | I | - | 1i | |
| Phosphore (pentasulfure de di-)..... | 1314-80-3 | | - | 1 | | I | - | 1i | |
| | | S | - | 3 | | | | | |
| Phosphore (pentoxyde de di-)..... | 1314-56-3 | | - | - | | I | - | 1i | C |
| Phosphore (trichlorure)..... | 7719-12-2 | | 0,2 | - | | I | 0,5 | 2,8 | |
| | | S | 0,5 | - | | | | | |
| Phtalate de dibutyle..... | 84-74-2 | | - | 5 | | | - | - | |
| Phtalate de diéthyle..... | 84-66-2 | | - | 5 | | | - | - | |
| Phtalate de di-(2-éthylhexyle)..... | 117-81-7 | | - | 5 | A3 | III | - | 10 | C |
| | | S | - | (10) | A3 | | | | |
| Phtalate de diméthyle..... | 131-11-3 | | - | 5 | | | - | - | |
| <i>m</i> -Phtalodinitrile..... | 626-17-5 | | - | 5 | | | - | - | |
| Piclorame..... | 1918-02-1 | | - | 10 | A4 | | - | - | |
| <i>Pindone</i> → Pivaldione | | | | | | | | | |
| Pipérazine (dichlorhydrate)..... | 142-64-3 | | - | 5 | | | - | - | |
| <i>Pipérylène</i> → 1,3-Butadiène | | | | | | | | | |
| Pivaldione..... | 83-26-1 | | - | 0,1 | | | - | - | |
| <i>2-Pivalyl-1,3-indane-dione</i> → Pivaldione | | | | | | | | | |
| Platine (métal)..... | 7440-06-4 | | - | 1 | | | - | - | |
| Platine (composés), en Pt..... | - | | - | - | | | - | - ⁽¹⁵⁾ | Sens |
| Platine (sels solubles), en Pt..... | - | | - | 0,002 | | | - | - | |
| <i>Plâtre de Paris</i> → Calcium (sulfate) | | | | | | | | | |
| Plomb et composés, en Pb..... | 7439-92-1 | | - | - | | III | - | 0,1i | B |
| Plomb et composés organiques, en Pb..... | 7439-92-1 | | - | 0,05 | A3 | III | - | 0,1i | B |
| Plomb (arséniat), en Pb3(AsO4)2..... | 7784-40-9 | | - | 0,15 | | Voir tableau A2.I en annexe | | | 1 |
| Plomb (chromate), en Cr..... | 7758-97-6 | | - | 0,012 | A2 | | - | - | 3 |
| en Pb..... | 7758-97-6 | | - | 0,05 | A2 | | - | - | 3 |

| Substances | N° CAS | Etats-Unis | | | | Allemagne | | | |
|--|-------------|------------|-------|---|---------------|-----------|-------|-------------------|----------------------|
| | | | ppm | mg/m ³ | | | ppm | mg/m ³ | |
| Plomb tétraéthyle, en Pb..... | 78-00-2 | | - | 0,1 | A4,* | II,1 | - | 0,05 | D,* |
| Plomb tétraméthyle, en Pb..... | 75-74-1 | | - | 0,15 | * | II,1 | - | 0,05 | D,* |
| <i>Polychlorure de vinyle</i> → PVC | | | | | | | | | |
| Polyéthylèneglycol (PM 200-600)..... | - | | - | - | | IV | - | 1 000i | C |
| Polytétrafluoroéthylène (produits de décomposition)..... | - | | - | - | cf. § A1.5 | | - | - | |
| Potassium (cyanure), en CN..... | 151-50-8 | P | - | 5 | * | | - | - | |
| Potassium (hydroxyde)..... | 1310-58-3 | P | - | 2 | | | - | - | |
| Potassium (persulfate)..... | 7727-21-1 | | - | 0,1 | | | - | - | |
| Potassium (titanates) (poussières fibreuses)..... | - | | - | - | | | - | - | 2 |
| <i>Poussière de bois</i> → Bois | | | | | | | | | |
| Poussières non spécifiquement classées..... | - | | - | 10i ⁽³⁾ 3a ⁽³⁾ | cf. § 1.5 | | - | 4i 1,5a | cf. § A2.6 |
| Propadiène/Propyne (mélange)..... | - | | 1 000 | - | | | - | - | |
| Propane..... | 74-98-6 | S | 1 250 | - | | | - | - | |
| 1,3-Propanesultone..... | 1120-71-4 | | 2 500 | - | | IV | 1 000 | 1 800 | |
| Propène..... | 115-07-1 | | - | - | A3 | | - | - | 2,* |
| β-Propiolactone..... | 57-57-8 | | 0,5 | - | A3 | | - | - | 2 |
| Propoxur..... | 114-26-1 | | - | 0,5 | A3 | p | - | 2i | |
| 2-n-Propoxyéthanol..... | 2807-30-9 | | - | - | | I | 20 | 86 | C,* |
| Propylèneimine..... | 75-55-8 | | 2 | - | A3,* | | - | - | 2,* |
| <i>n-Propylglycol</i> → 2-n-Propoxyéthanol | | | | | | | | | |
| Propyne..... | 74-99-7 | | 1 000 | - | | IV | 1 000 | 1 700 | |
| PVC (poussière fine, degré de polymérisation 500 à 2 000) . | 9002-86-2 | | - | - | | | - | 1,5a | |
| Pyréthre..... | 8003-34-7 | | - | 5 | A4 | III | - | 5i | Sens ⁽¹⁶⁾ |
| Pyridine..... | 110-86-1 | | 5 | - | | II,1 | 5 | 16 | |
| Pyrocatechol..... | 120-80-9 | | 5 | - | A3,* | | - | - | |
| Pyrrolidine..... | 123-75-1 | | - | - | | | - | - | * |
| Q | | | | | | | | | |
| <i>Quartz</i> → Silices cristallines | | | | | | | | | |
| <i>Quinone</i> → <i>p</i> -Benzoquinone | | | | | | | | | |
| R | | | | | | | | | |
| Résorcinol..... | 108-46-3 | | 10 | - | A4 | | - | - | |
| | | S | 20 | - | A4 | | - | - | |
| Rhodium (métal)..... | 7440-16-6 | | - | 1 | A4 | | - | - | |
| Rhodium (composés insolubles), en Rh..... | - | | - | 1 | A4 | | - | - | |
| Rhodium (composés solubles), en Rh..... | - | | - | 0,01 | A4 | | - | - | |
| <i>Ronnel</i> → Fenchlorfos | | | | | | | | | |
| Roténone (commerciale)..... | 83-79-4 | | - | 5 | A4 | p | - | 5i | |
| S | | | | | | | | | |
| Saccharose..... | 57-50-1 | | - | 10 | A4 | | - | - | |
| <i>Seigle</i> → Céréales | | | | | | | | | |
| Sélénium | 7782-49-2 | | | | | | | | |
| et composés, en Se..... | | - | 0,2 | - | III | - | 0,1i | - | |
| Sélénium (hexafluorure), en Se..... | 7783-79-1 | | 0,05 | - | | | - | - | |
| Sépiolite (poussières fibreuses)..... | - | | - | - | | | - | - | 3 |
| <i>Sésone</i> → Sodium (2-(2,4-dichlorophénoxy)-éthylsulfate) | | | | | | | | | |
| <i>Silane</i> → Silicium (tétrahydruure) | | | | | | | | | |
| Silicate d'éthyle..... | 78-10-4 | | 10 | - | | I | 10 | 86 | |
| Silicate de méthyle..... | 681-84-5 | | 1 | - | | | - | - | |
| Silices amorphes..... | 7631-86-9 | | | | | | | | |
| • poussières de silice alvéolaire..... | 69012-64-2 | | - | 2a | | | - | - | |
| • terre de diatomées non calcinée inhalable..... | 61790-53-2 | | - | 10i ⁽³⁾ | | | - | - | |
| • terre de diatomées non calcinée alvéolaire..... | 61790-53-2 | | - | 3a ⁽³⁾ | | | - | - | |
| • silice précipitée (gel de silice)..... | 112926-00-8 | | - | 10 | | | - | - | |
| • silices colloïdales, y compris pyrogénée, précipitée ou terre de diatomées non calcinée, inhalable..... | 61790-53-2 | | - | - | | | - | 4 i | C |
| • verre de quartz..... | 60676-86-0 | | - | 0,1a | | | - | 0,3 a | C |
| • silice fondue..... | 7699-41-4 | | - | - | | | - | 0,3 a | C |
| • fumées de silice ou de terre de diatomées calcinée..... | 68855-54-9 | | - | - | | | - | 0,3 a | C |
| Silices cristallines : | | | | | | | | | |
| • cristobalite..... | 14464-46-1 | | - | 0,05a | | | - | 0,15a | C |
| • quartz..... | 14808-60-7 | | - | 0,1a | | | - | 0,15a | C |
| • tridymite..... | 15468-32-3 | | - | 0,05a | | | - | 0,15a | C |
| • tripoli, en quartz..... | 1317-95-9 | | - | 0,1a | | | - | - | |

| Substances | N° CAS | Etats-Unis | | | Allemagne | | | |
|---|-----------------------------|------------|-------|-------------------|-----------|------|-----------------------------|-------|
| | | | ppm | mg/m ³ | | ppm | mg/m ³ | |
| <i>Silice précipitée</i> → Silices amorphes | | | | | | | | |
| Silicium | 7440-21-3 | | - | 10 | | - | - | |
| Silicium (carbure), sans fibre..... | 409-21-2 | | - | 10 (3) | A4 | - | 1,5a | |
| Silicium (carbure), poussière fibreuse..... | 409-21-2 | | - | - | | - | - | 2 |
| Silicium (tétrahydure) | 7803-62-5 | | 5 | - | | - | - | |
| <i>Soapstone</i> → Stéatite | | | | | | | | |
| Sodium (azoture), en NaN ₃ | 26628-22-8 | P | - | 0,29 | A4 | p | - | 0,2 |
| , en HN ₃ (vapeurs) | 26628-22-8 | P | 0,11 | - | A4 | | - | - |
| Sodium (bisulfite)..... | 7631-90-5 | | - | 5 | A4 | | - | - |
| Sodium (cyanure), en CN | 143-33-9 | P | - | 5 | * | | - | - |
| Sodium (2-(2,4-dichlorophénoxy)-éthylsulfate) | 136-78-7 | | - | 10 | A4 | | - | - |
| Sodium (diéthylthiocarbamate)..... | 148-18-5 | | - | - | | II,1 | - | 2i |
| Sodium (fluoroacétate)..... | 62-74-8 | | - | 0,05 | * | II,1 | - | 0,05i |
| Sodium (hydroxyde)..... | 1310-73-2 | P | - | 2 | | | - | - |
| Sodium (métabisulfite) | 7681-57-4 | | - | 5 | A4 | | - | - |
| Sodium (persulfate) | 7775-27-1 | | - | 0,1 | | | - | - |
| Sodium (pyrophosphate) | 7722-88-5 | | - | 5 | | | - | - |
| Sodium (pyrithione)..... | (3811-73-2 ; 15922-78-8) | | - | - | | II,1 | - | 1 |
| Sodium (tétraborate), anhydre..... | 1330-43-4 | | - | 1 | | | - | - |
| Sodium (tétraborate), décahydraté | 1303-96-4 | | - | 5 | | | - | - |
| Sodium (tétraborate), pentahydraté..... | - | | - | 1 | | | - | - |
| Solvant du caoutchouc (naphta) | 8030-30-6 | | 400 | - | | | - | - |
| Solvant Stoddard | 8052-41-3 | | 100 | - | | | - | - |
| Soufre (décafluorure de di-)..... | 5714-22-7 | P | 0,01 | - | | I | 0,025 | 0,26 |
| Soufre (dichlorure de di-) | 10025-67-9 | P | 1 | - | | I | 1 | 5,6 |
| Soufre (dioxyde)..... | 7446-09-5 | | 2 | - | A4 | I | 0,5 | 1,3 |
| | | S | 5 | - | A4 | | - | - |
| Soufre (hexafluorure)..... | 2551-62-4 | | 1 000 | - | | IV | 1 000 | 6 100 |
| Soufre (tétrafluorure) | 7783-60-0 | P | 0,1 | - | | | - | - |
| Stéarates (sauf de métaux toxiques) | - | | - | 10 | A4 | | - | - |
| Stéatite..... | - | | - | 3a (3) 6i (3) | | | - | - |
| Stibine | 7803-52-3 | | 0,1 | - | | II,2 | 0,1 | 0,52 |
| Strontium (chromate), en Cr | 7789-06-2 | | - | 0,0005 | A2 | | - | - |
| <i>Strontium (tétraoxychromate)</i> → Chrome VI (composés) | | | | | | | | |
| Strychnine..... | 57-24-9 | | - | 0,15 | | II,1 | - | 0,15i |
| Styrène | 100-42-5 | | 20 | - | A4 | II,1 | 20 | 86 |
| | | S | 40 | - | A4 | | - | - |
| Subtilisines (enzymes protéolytiques), en enzymes pures 100 % cristallisées..... | 1395-21-7 9014-01-1 | P | - | 0,00006 (17) | | | - | - |
| <i>Sulfamate d'ammonium</i> → Ammonium (sulfamate) | | | | | | | | |
| Sulfate de diéthyle..... | 64-67-5 | | - | - | | | Voir tableau A2.I en annexe | 2 |
| Sulfate de diméthyle | 77-78-1 | | 0,1 | - | A3,* | | Voir tableau A2.I en annexe | 2,* |
| Sulfométuron méthyl | 74222-97-2 | | - | 5 | | | - | - |
| <i>Sulfotep</i> → TEDP | | | | | | | | |
| Sulfure de bis(<i>p</i> -aminophényle) | 139-65-1 | | - | - | | | - | - |
| Sulfure de bis(2-chloroéthyle)..... | 505-60-2 | | - | - | | | - | - |
| <i>Sulfure de carbone</i> → Carbone (disulfure) | | | | | | | | |
| Sulprofos..... | 35400-43-2 | | - | 1 | A4 | | - | - |
| T | | | | | | | | |
| <i>2,4,5-T</i> → Acide 2,4,5-trichlorophénoxyacétique | | | | | | | | |
| Talc, sans fibre d'amiante..... | 14807-96-6 | | - | 2a (3) | | | - | 2a |
| <i>Talc (contenant des fibres d'amiante)</i> → Amiante | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Tantale (métal)..... | 7440-25-7 | | - | - | | | - | 4i |
| Tantale | 7440-25-7 | | - | 5 | | | - | - |
| et oxyde (poussières), en Ta | 1314-61-0 | | - | - | | | - | - |
| TEDP | 3689-24-5 | | - | 0,2 | A4,* | III | 0,0075 | 0,1 |
| Tellure et composés, en Te | - | | - | - | | II,2 | - | 0,1i |
| Tellure et composés (sauf hexafluorure et tellure d'hydrogène), en Te | - | | - | 0,1 | | II,2 | - | 0,1i |
| Tellure (hexafluorure), en Te | 7783-80-4 | | 0,02 | - | | II,2 | - | 0,1i |
| Téméphos | 3383-96-8 | | - | 10 | | | - | - |
| TEPP | 107-49-3 | | - | 0,05 | * | III | 0,005 | 0,06 |
| Térébenthine | 8006-64-2 | | 100 | - | | I | 100 | 560 |
| Terphényles | 26140-60-3 | P | - | 5 | | | - | - |
| Terphényles hydrogénés (non irradiés) | 61788-32-7 | | 0,5 | - | | | - | - |
| <i>Terre de diatomées</i> → Silices amorphes | | | | | | | | |
| 1,1,2,2-Tétrabromoéthane | 79-27-6 | | 1 | - | | II,1 | 1 | 14 |

| Substances | N° CAS | Etats-Unis | | | | Allemagne | | | |
|--|--|------------|-----|-------------------|------|-----------------------------|-------|-------------------|---------|
| | | | ppm | mg/m ³ | | | ppm | mg/m ³ | |
| 2,4,6-Trinitrotoluène et ses isomères dans les mélanges techniques | 118-96-7 | | - | 0,1 | * | | - | - | |
| Triphénylamine..... | 603-34-9 | | - | 5 | | II,1 | 0,011 | 0,1 | 3, * |
| Tripoli → Silices cristallines | | | | | | | | | |
| N,N',N''-Tris(β-hydroxyéthyl)-hexahydro-1,3,5-triazine | 4719-04-4 | | - | - | | | - | - | Sens |
| Tungstène (composés insolubles), en W..... | 7440-33-7 | | - | 5 | | | - | - | |
| Tungstène (composés solubles), en W..... | - | S | - | 10 | | | - | - | |
| | | S | - | 1 | | | - | - | |
| | | | - | 3 | | | - | - | |
| U | | | | | | | | | |
| Uranium (composés), en U..... | - | | - | - | | III | - | 0,25i | |
| Uranium naturel et ses composés solubles et insolubles, en U..... | 7440-61-1 | | - | 0,2 | A1 | | - | - | |
| | | S | - | 0,6 | A1 | | - | - | |
| V | | | | | | | | | |
| Vanadium (pentoxyde de di-), poussières ou fumées, en V ₂ O ₅ | 1314-62-1 | | - | 0,05a | A4 | II,2 | - | 0,05a | |
| 4-Vinylcyclohexène | 100-40-3 | | 0,1 | - | A3 | | - | - | 2 |
| Vinyltoluènes → Méthylstyrènes | | | | | | | | | |
| N-Vinyl-2-pyrrolidone | 88-12-0 | | - | - | | Voir tableau A2.1 en annexe | | | 2 |
| VM & P Naphta | 8032-32-4 | | 300 | - | A3 | | - | - | |
| W | | | | | | | | | |
| Warfarine..... | 81-81-2 | | - | 0,1 | | II,2 | - | 0,5i | |
| X | | | | | | | | | |
| m-Xylène-α,α'-diamine | 1477-55-0 | P | - | 0,1 | * | | - | - | |
| Xylènes (isomères o-, m-, p-) | 1330-20-7 (95-47-6 ; 108-38-3 ; 106-42-3) | | 100 | - | A4 | II,1 | 100 | 440 | D, * |
| 2,4-Xylidine | 95-68-1 | S | 150 | - | A4 | | - | - | 2, * |
| 2,6-Xylidine | 87-62-7 | | - | - | | | - | - | 2, * |
| Xylidines (isomères)..... | 1300-73-8 | | 0,5 | - | A3,* | | - | - | |
| Xylidines (tous isomères, sauf le 2,4- et le 2,6-) | 1300-73-8 | | - | - | | | - | - | 3, * |
| m-Xylylènediamine → m-Xylène-α,α'-diamine | | | | | | | | | |
| Y | | | | | | | | | |
| Yttrium (métal et composés), en Y | - | | - | 1 | | | - | - | |
| Z | | | | | | | | | |
| Zeidane..... | 50-29-3 | | - | 1 | A3 | III | - | 1i | * |
| Zinc (chlorure), fumées..... | 7646-85-7 | | - | 1 | | | - | - | |
| Zinc (chromates), en Cr..... | 13530-65-9 ; 11103-86-9 ; 37300-23-5 | S | - | 2 | | | - | - | |
| Zinc (oxyde), fumées | 1314-13-2 | | - | 0,01 | A1 | | - | - | 1, Sens |
| Zinc (oxyde), poussières..... | 1314-13-2 | S | - | 5 | | | - | 1,5a | |
| Zinc (oxyde), poussières..... | 1314-13-2 | | - | 10 | | | - | - | |
| Zirconium (métal et composés insolubles), en Zr | - | | - | 10 ⁽³⁾ | | | - | - | |
| Zirconium (composés solubles), en Zr | - | S | - | 5 | A4 | III | - | 1i | Sens |
| | | | - | 10 | A4 | | - | - | |
| | | | - | 5 | A4 | | - | - | Sens |
| | | S | - | 10 | A4 | | - | - | |

ANNEXES

A1. ACGIH (Etats-Unis)

A1.1. Modifications et adjonctions proposées

Le lecteur trouvera dans le *tableau A1.1* :

- des substances pour lesquelles il n'y avait pas jusqu'ici de valeur limite ;
- des substances dont on propose de modifier la valeur limite recommandée.

Dans tous les cas, les limites proposées figureront dans cette liste pendant une période d'épreuve d'au moins une année. Par la suite, si rien n'est venu infirmer leur validité, elles passeront dans le tableau des valeurs recommandées.

A1.2. Valeurs limites pour les mélanges

Lorsque plusieurs substances dangereuses agissent simultanément à un même niveau de l'organisme humain, il convient d'étudier leur effet combiné plutôt que l'effet de chacune d'elles prises séparément. En l'absence d'indication contraire, on peut considérer que les effets s'additionnent. Il s'ensuit que, si la somme :

$$C1/VL1 + C2/VL2 + \dots + Cn/VLn$$

est supérieure à 1, la valeur limite du mélange des n substances est considérée comme dépassée (C désigne la concentration atmosphérique mesurée et VL la valeur limite correspondante).

La règle ci-dessus ne s'applique pas lorsqu'on a de bonnes raisons de penser que les principaux effets des différentes substances ne s'additionnent pas mais sont indépendants. C'est le cas lorsque les composants du mélange ont des effets purement locaux sur des organes distincts. La valeur limite n'est alors dépassée que si l'un des termes

$$C1/VL1, C2/VL2, \dots, Cn/VLn$$

est supérieur à 1.

Il peut y avoir synergie ou potentialisation avec certains mélanges de polluants atmosphériques. Chaque cas doit être étudié individuellement. Les agents qui ont des effets de synergie ou de potentialisation ne sont pas nécessairement dangereux par eux-mêmes. On peut observer des effets potentialisants en cas d'exposition à ce type d'agents par des voies autres que l'inhalation, par exemple ingestion d'alcool + inhalation de narcotique (trichloroéthylène). La potentialisation se manifeste de façon caractérisée aux concentrations élevées et de façon moins probable aux concentrations faibles.

Lorsqu'une opération ou un processus donne lieu à l'émission de poussières, fumées, vapeurs ou gaz dangereux, il arrive fréquemment que la seule possibilité d'évaluer les risques présentés par le mélange consiste à doser un seul des composants. Il faut alors diviser la valeur limite propre à ce composant par un facteur approprié, établi en fonction du nombre, de la toxicité et de la proportion des autres polluants. C'est le cas notamment lors des opérations de soudage, de décapage au jet, d'application de peintures et de vernis, lors de certains processus de fonderie, dans les garages et lorsqu'il y a émission de gaz d'échappement de moteurs diesel.

Exemples d'application

Les calculs indiqués en **a)** ne s'appliquent que dans les cas où les composants du mélange ont des effets toxiques semblables. Lorsque les composants ont des effets très différents (cyanure d'hydrogène et dioxyde de soufre par exemple), il convient d'utiliser les formules don-

nées en **b)**. Dans le cas de mélanges de poussières minérales, on se référera au paragraphe **c)**.

a) Effets additifs

Cas général : recherche et dosage de tous les composants dans l'air :
 $C1/VL1 + C2/VL2 + \dots + Cn/VLn = 1$

Note : il est indispensable, pour chaque composant, d'analyser l'atmosphère qualitativement et quantitativement pour déterminer s'il y a ou non conformité avec la valeur limite calculée.

Exemple :

L'atmosphère contient :

400 ppm d'acétone (VL = 500 ppm),

150 ppm d'acétate de sec-butyle (VL = 200 ppm),

100 ppm de méthyléthylcétone (VL = 200 ppm)

$$400/500 + 150/200 + 100/200 = 0,80 + 0,75 + 0,50 = 2,05$$

La valeur limite est dépassée.

Cas particulier : la source de pollution est un mélange liquide et la composition du mélange en phase vapeur est supposée semblable à celle de la phase liquide ; par exemple, sur la base d'une exposition moyenne pondérée dans le temps, la totalité du mélange liquide de solvants s'évapore.

Quand la composition en pourcentage pondéral du mélange liquide est connue, il faut prendre les valeurs limites des constituants en mg/m³ et calculer la valeur limite du mélange :

$$VL(M) = 1/[(f1/VL1)+(f2/VL2)+\dots+(fn/VLn)]$$

Note : pour déterminer la conformité de la concentration mesurée avec cette valeur limite, il convient d'étalonner en laboratoire l'appareil de mesure, afin qu'il réponde à ce mélange air-vapeur spécifique dans la gamme de concentrations comprise entre 0,1VL et 10VL.

Exemple :

Soit un liquide contenant en poids :

50% d'heptane (VL = 1640 mg/m³),

30% de 1,1,1-trichloroéthane (VL = 1910 mg/m³),

20% de tétrachloroéthylène (VL = 170 mg/m³)

La valeur limite du mélange sera :

$$VL(M) = 1/[(0,5/1640)+(0,3/1910)+(0,2/170)] = 1/0,00164 = 610 \text{ mg/m}^3$$

Dans ces 610 mg/m³, 50% correspondent à l'heptane (soit 305 mg/m³ ou 73 ppm), 30% correspondent au 1,1,1-trichloroéthane (soit 183 mg/m³ ou 33 ppm), 20% correspondent au tétrachloroéthylène (soit 122 mg/m³ ou 18 ppm).

$$VL(M) = 610 \text{ mg/m}^3 \text{ ou } 73 + 33 + 18 = 124 \text{ ppm}$$

b) Effets indépendants

La valeur limite pour un mélange est :

$$C1/VL1 = 1, C2/VL2 = 1, \dots, Cn/VLn = 1$$

Exemple :

Soit une atmosphère contenant 0,05 mg/m³ de plomb (VL = 0,05)

et 0,7 mg/m³ d'acide sulfurique (VL = 1).

$$0,05/0,05 = 1 ; 0,7/1 = 0,7$$

La valeur limite n'est pas dépassée.

c) Mélanges de poussières minérales

Pour les mélanges de poussières minérales biologiquement actives, on peut utiliser la formule générale applicable aux mélanges :

$$VL(M) = 1/[(f1/VL1)+(f2/VL2)+\dots+(fn/VLn)]$$

TABLEAU A1-I

| Substance | N° CAS | | ppm | mg/m ³ | |
|---|------------|---|-------|----------------------------|----------|
| Acide éthylhexanoïque | 149-57-5 | | - | 4 | |
| Acrylate de <i>n</i> -butyle | 141-32-2 | | 2 | - | A4, Sens |
| Acrylate de 2-hydroxypropyle | 999-61-1 | | 0,5 | - | *, Sens |
| Alcool allylique | 107-18-6 | | 0,5 | - | A4, * |
| Alcool <i>n</i> -butylique..... | 71-36-3 | P | 25 | - | |
| Alcool isopropylique | 67-63-0 | | 200 | - | A4 |
| | | S | 400 | - | A4 |
| Alcool méthylique | 67-56-1 | | 200 | - | A4,* |
| | | S | 250 | - | A4,* |
| | | P | 0,05 | - | A4, Sens |
| Aldéhyde glutarique..... | 111-30-8 | | | | |
| Asphaltes (dérivés pétroliers, bitumes), fumées, en composés extractibles par le cyclohexane | 8052-42-4 | | - | 0,5i | |
| Bois (poussières) : | | | | | |
| - bois durs et tendres non allergisants..... | | | - | 5i | Sens |
| - acajou, bouleau, chêne, hêtre, noyer | | | - | 5i | A1, Sens |
| - bois tendres non allergisants..... | | | - | 5i | A4, Sens |
| - mélanges de bois durs et tendres | | | - | 5i | A1, Sens |
| - thuja plicata | | | - | 0,5i | A4, Sens |
| Bromoéthylène..... | 593-60-2 | | 0,5 | - | A2 |
| Butanethiol..... | 109-79-5 | | 5 | - | |
| 2-Butoxyéthanol..... | 111-76-2 | | 20 | - | * |
| ε-Caprolactame (poussières et vapeurs) | 105-60-2 | | - | 5 | A5 |
| Charbon (poussières) | | | | | |
| - anthracite..... | | | - | 0,4a | A2 |
| - bitumineux | | | - | 0,9a | A2 |
| Chlorure de vinyle | 75-01-4 | | 1 | - | A1 |
| Cumène | 98-82-8 | | 50 | - | |
| Cyclohexane..... | 110-82-7 | | 200 | - | |
| | | S | 400 | - | |
| 1,1-Dichloroéthylène | 75-35-4 | | 5 | - | A4 |
| Diesel (particules provenant de moteurs ; < 1 µm) | | | - | 0,15 | A2 |
| 1,1-Difluoroéthylène | 75-38-7 | | 500 | - | A4 |
| 2,4-Diisocyanate de toluylène (TDI) | 584-84-9 | | | | |
| ou..... | | | 0,005 | - | A4, Sens |
| 2,6-Diisocyanate de toluylène (TDI) (et mélanges)..... | 91-08-7 | | | | |
| | | S | 0,02 | - | A4, Sens |
| 1,4-Dioxanne..... | 123-91-1 | | 20 | - | A3,* |
| 1,3-Dioxolane | 646-06-0 | | 20 | - | |
| Disulfure de diméthyle..... | 624-92-0 | | 5 | - | |
| Ethanethiol | 75-08-1 | | 10 | - | |
| Ethylbenzène | 100-41-4 | | 100 | - | A3 |
| | | S | 125 | - | A3 |
| Fibres céramiques réfractaires | | | | 0,1 f/cm ³ (10) | A2 |
| Fioul lourd..... | | | - | 100 | A3,* |
| Fluorure de vinyle | 75-02-5 | | 1 | - | A2 |
| Huile minérale (brouillard)..... | | | - | 5 (12) | |
| Huile minérale (brouillard), somme des 15 HPA classés cancérigènes par l'U.S. National Toxicology Program..... | | | - | 0,005 (12) | A1 |
| Hydrogène (sulfure)..... | 7783-06-4 | | 5 | - | |
| Kérosène..... | | | - | 100 | A3,* |
| Méthanethiol | 74-93-1 | | 5 | - | |
| Méthylvinylcétone..... | 78-94-4 | P | 0,2 | - | *, Sens |
| <i>n</i> -Octane..... | 111-65-9 | | 300 | - | |
| Ozone | | | | | |
| - activité physique intense | | | 0,05 | - | |
| - activité physique modérée | | | 0,08 | - | |
| - activité physique faible | 10028-15-6 | | 0,1 | - | A4 |
| - activité physique intense, modérée ou faible (≤ 2 heures)..... | | | 0,2 | - | |
| Phénylmercaptan | 108-98-5 | | 0,5 | - | * |
| Phtalate de diéthyle | 84-66-2 | | - | 5 | A4 |
| Phtalate de di-(2-éthylhexyle)..... | 117-81-7 | | - | 5 | A3 |
| Silices cristallines | | | | | |
| - Quartz | 14808-60-7 | | - | 0,1a | A2 |
| Sulfure de diméthyle | 75-18-3 | | 20 | - | |

A1.3. Aérosols (poussières et brouillards de liquides)

Dans le cas des substances chimiques présentes dans l'air inhalé sous forme de suspensions de particules solides ou de gouttelettes, le risque est fonction de la dimension des particules et de la concentration en poids ; cela tient : 1) à l'influence de la dimension des particules sur le lieu de dépôt dans le tractus respiratoire; 2) à la tendance qu'ont un certain nombre de maladies professionnelles à être associées à un dépôt dans telle ou telle région du tractus respiratoire.

Le Comité « Valeurs limites pour les substances chimiques » a, pendant de nombreuses années, recommandé des TLV fonction de la granulométrie pour la silice cristalline, en raison du lien bien établi entre la silicose et les concentrations massiques d'aérosols alvéolaires. Actuellement, le Comité réexamine d'autres substances rencontrées sous formes d'aérosols sur les lieux de travail avec l'objectif de définir pour chaque substance :

- 1) la fraction granulométrique associée le plus étroitement à l'effet qu'elle peut avoir sur la santé ;
- 2) la concentration massique de fraction à retenir comme TLV.

Les TLV applicables à des fractions granulométriques définies seront exprimées sous 3 formes.

a) La *fraction massique inhalable* pour les substances qui peuvent être dangereuses quel que soit leur site de dépôt dans le tractus respiratoire.

Cette fraction est constituée des particules captées avec l'efficacité de collecte $C_i(d)$, sans considération de l'orientation de l'orifice d'échantillonnage par rapport au vent :

$$C_i(d) = 50 \% (1 + e^{-0,06d}), \text{ pour } 0 \leq d < 100 \mu\text{m}$$

$C_i(d)$ = efficacité de collecte pour les particules de diamètre aérodynamique d , en μm (1).

b) La *fraction massique thoracique* pour les substances qui sont dangereuses quel que soit leur site de dépôt dans les voies pulmonaires ou la région des échanges gazeux.

Cette fraction est constituée des particules captées avec l'efficacité de collecte $C_t(d)$:

$$C_t(d) = C_i(d) [1 - F(x)]$$

$$\text{où } x = \ln(d/D) / \ln(s), D = 11,64 \mu\text{m} \text{ et } s = 1,5,$$

$F(x)$ étant la fonction de probabilité cumulée de la variable normale standardisée x .

c) La *fraction massique alvéolaire* pour les substances qui sont dangereuses si elles se déposent dans la région des échanges gazeux.

Cette fraction est constituée des particules captées avec l'efficacité de collecte $C_a(d)$:

$$C_a(d) = C_i(d) [1 - F(x)]$$

où $F(x)$ est la fonction de probabilité cumulée de la variable normale standardisée x , avec $D = 4,25 \mu\text{m}$ et $s = 1,5$.

Les efficacités de collecte pour ces différentes fractions granulométriques figurent dans les *tableaux A1.II à A1.IV*. Les références [3] et [4] en bibliographie fournissent les algorithmes permettant de calculer chacune des trois fractions. Le diamètre de coupure (2) à $4 \mu\text{m}$ pour un échantillonneur de la fraction alvéolaire est en accord avec le protocole ISO/CEN [4, 5].

(1) D_{ae} = diamètre aérodynamique d'une particule. C'est le diamètre de la sphère de masse volumique 10^3 kg.m^{-3} dont la vitesse limite de chute en air calme est identique à celle de la particule dans les mêmes conditions de pression, de température et d'humidité relative. Le diamètre aérodynamique dépend de la forme de la particule et de sa densité.

(2) Par diamètre aérodynamique de coupure, on entend la valeur du diamètre aérodynamique telle que la moitié des particules considérées ont un diamètre inférieur (ou supérieur).

TABLEAU A1.II

FRACTION INHALABLE

| D_{ae} (μm) | FMI (%) |
|----------------------------|---------|
| 0 | 100 |
| 1 | 97 |
| 2 | 94 |
| 5 | 87 |
| 10 | 77 |
| 20 | 65 |
| 30 | 58 |
| 40 | 54,5 |
| 50 | 52,5 |
| 100 | 50 |

TABLEAU A1.III

FRACTION THORACIQUE

| D_{ae} (μm) | FMT (%) |
|----------------------------|---------|
| 0 | 100 |
| 2 | 94 |
| 4 | 89 |
| 6 | 80,5 |
| 8 | 67 |
| 10 | 50 |
| 12 | 35 |
| 14 | 23 |
| 16 | 15 |
| 18 | 9,5 |
| 20 | 6 |
| 25 | 2 |

TABLEAU A1.IV

FRACTION ALVÉOLAIRE

| D_{ae} (μm) | FMA (%) |
|----------------------------|---------|
| 0 | 100 |
| 1 | 97 |
| 2 | 91 |
| 3 | 74 |
| 4 | 50 |
| 5 | 30 |
| 6 | 17 |
| 7 | 9 |
| 8 | 5 |
| 10 | 1 |

D_{ae} : diamètre aérodynamique ; FMI : fraction massique inhalable ; FMT : fraction massique thoracique ; FMA : fraction massique alvéolaire.

Note :

Ces fractions sont numériquement définies dans la norme européenne EN 481, en accord avec l'ISO et l'ACGIH.

A1.4. Cancérogènes

Le Comité « Valeurs limites pour les substances chimiques » a pris conscience de la préoccupation croissante du public concernant les substances ou procédés qui provoquent le cancer ou contribuent à en accroître la fréquence. Des méthodes d'évaluation biologiques plus sophistiquées, aussi bien que l'utilisation de modèles mathématiques complexes permettant d'extrapoler les niveaux de risque pour les personnes exposées, conduisent à des conclusions différentes pour décider des produits ou procédés qui devraient être classés comme cancérogènes pour l'homme et quels devraient être les niveaux maxima d'exposition. Le but du Comité est de synthétiser l'information disponible de façon utile pour les hygiénistes industriels sans les surcharger d'inutiles détails.

Les catégories proposées pour les cancérogènes sur les lieux de travail sont les suivantes :

Catégorie A1 - Cancérogène humain confirmé. La substance est cancérogène pour l'homme, selon les résultats d'études épidémiologiques probantes.

Catégorie A2 - Cancérogène humain suspecté. Les données sur l'homme sont de bonne qualité, mais contradictoires ou insuffisantes pour classer la substance comme cancérogène humain confirmé ; OU la substance est cancérogène chez l'animal d'expérience à des doses, par des voies d'exposition, sur des organes ou cellules-cibles, ou par des mécanismes considérés comme transposables à l'exposition des travailleurs. Cette catégorie est employée principalement lorsqu'il existe des preuves limitées du potentiel cancérogène d'une substance chez l'homme et des preuves suffisantes de son potentiel cancérogène chez l'animal d'expérience avec possibilité de transposition à l'être humain.

Catégorie A3 - Cancérogène animal confirmé sans que l'on connaisse la possibilité de transposition à l'être humain. La substance est cancérogène chez l'animal d'expérience à des doses relativement élevées ou par des voies d'exposition, sur des organes ou cellules-cibles, ou par des mécanismes qui peuvent ne pas être transposables à l'exposition des travailleurs. Les études épidémiologiques disponibles ne confirment pas un risque accru de cancer chez les personnes exposées. Les éléments disponibles ne suggèrent pas que la substance soit cancérogène pour l'homme, excepté dans des conditions d'exposition (voies ou niveaux) inhabituelles ou peu vraisemblables.

Catégorie A4 - Substance non classifiable comme cancérogène pour l'homme. Substance dont on peut se demander si elle n'est pas cancérogène pour l'homme mais pour laquelle on ne peut trancher à cause d'un manque de données. Les études *in vitro* ou sur l'animal ne donnent pas d'éléments suffisants pour classer la substance dans une des autres catégories.

Catégorie A5 - Substance non suspectée d'être cancérogène pour l'homme. Des études épidémiologiques convenablement menées ne permettent pas de suspecter que la substance soit cancérogène. On dispose d'un temps de recul suffisant sur ces études, de données d'exposition fiables, de doses suffisamment élevées et d'une puissance statistique adéquate pour conclure que l'exposition à la substance n'entraîne pas un risque de cancer significatif pour l'homme ; OU, les éléments suggérant une absence de potentiel cancérogène chez l'animal d'expérience sont étayés par des données sur les mécanismes d'action.

A1.5 Produits dangereux de composition variable

Polytétrafluoroéthylène, produits de décomposition

La décomposition thermique de la chaîne fluorocarbonée dans l'air conduit à la formation de produits d'oxydation contenant du carbone, du fluor et de l'oxygène. Ces produits se décomposent par hydrolyse dans une solution alcaline, ils peuvent être dosés quantitativement dans l'air en tant que fluorures pour donner un indice d'exposition. Il n'existe pas actuellement de TLV pour ces produits, mais leur concentration dans l'atmosphère doit être maintenue aussi faible que possible.

Fumées de soudage - particules totales (ne faisant pas l'objet d'une autre classification)

TLV-TWA = 5 mg/m³

Les fumées de soudage ne peuvent pas faire l'objet d'une classification simple. Leur composition et leur quantité dépendent de l'alliage soudé, du procédé de soudage et des électrodes utilisées. Il est impossible d'analyser de façon fiable les fumées de soudage sans prendre en considération la nature du procédé et l'ensemble des éléments entrant en jeu. Les métaux et alliages réactifs (aluminium, titane, etc.) sont soudés à l'arc en atmosphère inerte (argon par exemple). Les arcs provoquent un assez faible dégagement de fumées, mais leur rayonnement intense peut entraîner la formation d'ozone. Des procédés semblables sont employés lors du soudage à l'arc des aciers ; là aussi, le dégagement de fumées est peu important. Les alliages ferreux sont soudés à l'arc en atmosphère oxydante, ce qui entraîne un dégagement considérable de fumées et, éventuellement, la formation de monoxyde de carbone au lieu d'ozone. De telles fumées sont généralement composées de particules discrètes de laitiers amorphes contenant du fer, du manganèse, du silicium et d'autres constituants métalliques selon l'alliage considéré. Les fumées de soudage à l'arc des aciers inoxydables contiennent du nickel et du chrome. Certaines électrodes enrobées à flux incorporé contiennent des fluorures ; on peut alors trouver dans les fumées une proportion significativement plus élevée de fluorures que d'oxydes. Compte tenu de tous ces facteurs, il faut souvent rechercher dans les fumées de soudage tous les constituants pouvant vraisemblablement s'y trouver pour déterminer si les TLV correspondantes sont ou non respectées. Les conclusions établies à partir de la concentration en fumées totales sont généralement adéquates lorsque la baguette d'apport, le métal et le revêtement de la pièce ne contiennent pas d'élément toxique et que le soudage est effectué dans des conditions telles qu'il ne produit pas de gaz toxique.

A2. MAK (Allemagne)

A2.1. Substances cancérogènes

La manipulation de substances cancérogènes prouvées ou potentielles exige des mesures de prévention maximales. Ces substances sont classées en cinq catégories :

Catégorie 1 - Substances causant le cancer chez l'homme et dont on peut admettre qu'elles contribuent de façon significative au risque de cancer. Soit les études épidémiologiques ont mis en évidence une corrélation entre l'exposition des personnes et l'apparition du cancer, soit des données épidémiologiques insuffisantes peuvent être renforcées par des informations sur le mécanisme d'action chez l'homme.

Catégorie 2 - Substances considérées comme cancérogènes pour l'homme d'après les résultats d'expérimentations animales à long terme ou pour lesquelles les expérimentations animales et les études épidémiologiques indiquent qu'elles peuvent contribuer de façon significative au risque de cancer. Des données insuffisantes, issues de l'ex-

périmentation animale, peuvent être renforcées par des informations sur le mécanisme d'action et par des résultats d'essais in vitro et d'expérimentations animales à court terme.

Pour les substances des catégories 1 et 2, considérées comme pouvant causer le cancer chez l'homme, il n'y a pas de valeur MAK puisque aucun domaine de concentration sans risque n'a pu être établi. En outre, pour quelques-unes de ces substances, la pénétration percutanée présente un grand risque.

Catégorie 3 - Substances dont on peut se demander si elles ne sont pas cancérigènes pour l'homme mais pour lesquelles on ne peut trancher à cause d'un manque de données. Des tests in vitro ou des expérimentations animales ont mis en évidence un possible effet cancérigène, mais pas de façon suffisante pour classer la substance dans une des autres catégories. Le classement en catégorie 3 est provisoire et des études complémentaires sont nécessaires avant d'établir un classement définitif. Si l'on n'a pas détecté d'effets génotoxiques, une valeur MAK peut être établie.

Pour les substances de la catégorie 3, la surveillance médicale des travailleurs exposés doit être intensifiée avec pour objectif de fournir des éléments permettant de faire évoluer cette classification vers soit les catégories 1 et 2, soit les catégories 4 et 5.

Catégorie 4 - Substances ayant des effets cancérigènes dans lesquels les effets génotoxiques ne jouent pas ou pratiquement pas de rôle. Pourvu que la valeur MAK soit respectée, l'exposition ne doit pas contribuer de façon significative au risque de cancer chez l'homme.

Cette catégorie concerne principalement les substances pour lesquelles l'étude des mécanismes d'action montre que l'accroissement de la prolifération cellulaire ou la modification de la différenciation cellulaire jouent le rôle déterminant.

Catégorie 5 - Substances ayant des effets cancérigènes et génotoxiques mais dont le potentiel cancérigène est considéré comme tellement faible que, pourvu que la valeur MAK soit respectée, l'exposition ne doit pas contribuer de façon significative au risque de cancer chez l'homme.

Pour les substances des catégories 4 et 5, la surveillance médicale des travailleurs exposés doit être intensifiée, puisqu'une exposition à des niveaux supérieurs à la valeur MAK rend possible ou concevable une augmentation du risque de cancer chez l'homme.

A2.2. TRK (Technische Richtkonzentrationen - concentrations techniques de référence)

Les valeurs TRK définissent les concentrations minimales, dans l'atmosphère du poste de travail, de gaz, vapeur ou aérosol, réalisables avec les technologies actuelles ; elles sont attribuées pour servir de guide aux mesures préventives et aux contrôles métrologiques, uniquement pour les substances cancérigènes ou suspectées de l'être pour lesquelles ne prévaut aucune valeur MAK. Les valeurs TRK ne sont pas élaborées par des scientifiques mais par un comité différent, dans lequel sont représentés les groupes sociaux et politiques.

Sont importants pour le choix de la valeur TRK :

- la possibilité d'une évaluation analytique de la concentration atmosphérique de la substance au voisinage de sa valeur TRK,
- l'état actuel des possibilités technologiques et des techniques de ventilation, en tenant compte de l'évolution prévisible des techniques,
- les connaissances disponibles en médecine du travail et en toxicologie.

Les TRK sont des valeurs moyennes supposant une exposition quotidienne de 8 heures et hebdomadaire de 40 heures.

Les dépassements des TRK sont possibles s'ils sont limités à 5 fois

la TRK pendant 15 minutes maximum, chaque pic de concentration étant espacé d'au moins 1 h et pas répété plus de 5 fois.

Les TRK sont présentées dans le [tableau A2.1.](#)

A2.3. Mélanges de substances

En règle générale, la valeur MAK n'est applicable que pour l'exposition à la substance pure. Elle ne peut être appliquée sans précautions à un constituant d'un mélange présent dans l'air du lieu de travail ou à un produit technique qui peut contenir des impuretés plus fortement toxiques. Une valeur MAK pour un mélange ne peut être obtenue par un simple calcul en raison de la diversité des effets des différents constituants ; les valeurs MAK ne peuvent être estimées qu'après considération des propriétés toxicologiques des substances en présence. En raison de l'insuffisance des connaissances sur la question, la Commission a décidé de ne pas calculer de valeurs MAK pour les mélanges, en particulier pour les mélanges de solvants liquides. Elle a toutefois l'intention, sur la base de ses propres investigations de fournir des valeurs applicables à des mélanges couramment rencontrés.

A2.4. Valeurs MAK et grossesse

Les valeurs MAK sont établies pour des personnes en âge de travailler et en bonne santé. L'adoption inconditionnelle des valeurs MAK pour l'exposition pendant la grossesse n'est pas possible parce que le respect de ces valeurs ne garantit pas, dans tous les cas, la protection sûre de l'enfant à naître contre les effets fœtotoxiques ou embryotoxiques des substances présentes. L'expression « effets fœtotoxiques ou embryotoxiques » est prise au sens le plus large par la Commission ; elle inclut tout effet de la substance entraînant une altération du développement physiologique normal de l'organisme menant à la mort pré- ou post-natale ou à des dommages irréversibles sur les plans morphologique ou fonctionnel.

Nombre de substances n'ont pas été examinées ou pas assez étudiées dans ce domaine. Les études expérimentales disponibles sur l'animal n'ont pas seulement été réalisées avec des méthodes diverses, mais aussi de façon plus ou moins complète. Il est peu sûr de justifier ou de quantifier un risque fœtotoxique ou embryotoxique pour l'être humain à partir de telles études ; le risque individuel peut exister pour un humain même si les tests sur animaux sont négatifs ou si la dose est significativement plus faible que la dose-seuil déterminée lors des expérimentations animales.

Après examen approfondi des possibilités de classification des substances de la liste MAK suivant leurs potentialités tératogènes, la Commission a défini 4 groupes.

Groupe A - Le risque est établi avec certitude. L'exposition pendant la grossesse comporte un risque pour l'enfant à naître même si les valeurs MAK ou BAT sont respectées.

Groupe B - Selon les données disponibles, le risque doit être considéré comme probable même si les valeurs MAK ou BAT sont respectées.

Groupe C - Il n'y a pas lieu de craindre un risque pour l'embryon ou le fœtus si les valeurs MAK ou BAT sont respectées.

Groupe D - Les données disponibles n'autorisent pas une conclusion sûre.

TABLEAU A2-I

LISTE DES TRK POUR LES SUBSTANCES CANCÉROGÈNES

| Substance | ppm | mg/m ³ |
|--|-------|--------------------|
| Acrylamide | | |
| – utilisation de l'acrylamide solide | - | 0,06 |
| – autres | - | 0,03 |
| Acrylonitrile | 3 | 7 |
| Aldéhyde crotonique | 0,34 | 1 |
| Aldéhyde furfurylique | 5 | 20 |
| <i>o</i> -Anisidine | 0,1 | 0,5 |
| Antimoine (trioxyde de di-) : | | |
| – fabrication du trioxyde ou de mélanges-maîtres et de pâtes (pesée et mélange de poudres), en Sb | - | 0,3i |
| – autres, en Sb | - | 0,1i |
| Arsenic (trioxyde de di-, pentoxyde de di-, acide arsénieux et arsénites, acide arsénique et arséniates), en As | - | 0,1i |
| Auramine et ses sels | - | 0,08i |
| Benzène : | | |
| – cokeries (séparation du goudron, condensation, enceinte d'extraction des gaz) | 2,5 | 8 |
| – aire de ravitaillement dans l'industrie des huiles minérales | 2,5 | 8 |
| – réparation et révision des éléments transportant du benzène dans l'industrie chimique et dans l'industrie des huiles minérales, locaux d'approvisionnement en essence de bancs d'essais pour moteurs | 2,5 | 8 |
| – autres | 1 | 3,2 |
| Benzo[<i>a</i>]pyrène : | | |
| – production, chargement et déchargement d'électrodes au voisinage des fours à coke | - | 0,005 |
| – autres | - | 0,002 |
| Béryllium et composés | | |
| – meulage du béryllium et de ses alliages, en Be | - | 0,005i |
| – autres, en Be | - | 0,002i |
| Bitumes, vapeurs et aérosols produits durant la mise en œuvre de bitumes chauds | | |
| – en intérieur | - | 20 |
| – autres | - | 15 |
| Bois (poussières) | - | 2i |
| 1,3-Butadiène : | | |
| – mise en œuvre après polymérisation, chargement | 15 | 34 |
| – autres | 5 | 11 |
| Cadmium et composés | | |
| – fabrication de batteries, extraction thermique de zinc, plomb ou cuivre, soudure d'alliages contenant du cadmium, en Cd | - | 0,03i |
| – autres, en Cd | - | 0,015i |
| <i>p</i> -Chloroaniline | - | 0,2 |
| Chloroéthane | 9 | 25 |
| Chlorofluorométhane | 0,5 | 1,4 |
| <i>p</i> -Chloronitrobenzène | - | 0,5 |
| α -Chlorotoluène | - | 0,2 |
| Chlorure de diméthylsulfamoyle | - | 0,1 |
| Chlorure de vinyle : | | |
| – installations existantes produisant du chlorure de vinyle et du polychlorure de vinyle (PVC) | 3 | 8 |
| – autres | 2 | 5 |
| Chrome VI (composés) sous forme de poussières et aérosols, incluant le chromate de plomb, à l'exception des composés pratiquement insolubles dans l'eau tel que le chromate de baryum : | | |
| – soudage manuel à l'arc avec électrodes enrobées, en CrO ₃ | - | 0,1i |
| – production de composés solubles du chrome VI, en CrO ₃ | - | 0,1i |
| – autres, en CrO ₃ | - | 0,05i |
| Cobalt (métal, oxyde et sulfure) : | | |
| – fabrication de poudre, catalyseurs, métaux durs et aimants, en Co | - | 0,5i |
| – autres, en Co | - | 0,1i |
| Cyclohexanone | 20 | 80 |
| 3,3'-Diaminobenzidine et ses sels | 0,003 | 0,03i |
| 4,4'-Diamino-3,3'-dichlorodiphénylméthane | - | 0,02 |
| 4,4'-Diamino-3,3'-diméthylidiphénylméthane | - | 0,05 |
| 4,4'-Diaminodiphénylméthane | - | 0,1 |
| 2,4-Diaminotoluène | - | 0,1 |
| <i>o</i> -Dianisidine et ses sels | 0,003 | 0,03i |
| Dibenzodioxines et dibenzofurannes chlorés | - | 5.10 ⁻⁸ |
| 1,2-Dibromoéthane | 0,1 | 0,8 |
| 3,3'-Dichlorobenzidine et ses sels | 0,003 | 0,03i |
| 1,4-Dichloro-2-butène | 0,01 | 0,05 |
| 1,2-Dichloroéthane | 5 | 20 |
| 1,3-Dichloropropène (mélange technique <i>cis</i> et <i>trans</i>) | 0,11 | 0,5 |
| α,α -Dichlorotoluène | 0,015 | 0,1 |
| Diesel (émissions de moteurs) : | | |
| – mines souterraines et travaux souterrains (excepté les mines de charbon) | - | 0,3a |
| – autres | - | 0,1a |

| Substance | ppm | mg/m ³ |
|---|-------|-------------------------------|
| 4,4'-Diméthylaminodiphénylméthane | - | 0,1i |
| 3,3'-Diméthylbenzidine et ses sels | 0,003 | 0,03i |
| 2,6-Dinitrotoluène | 0,007 | 0,05 |
| 3,4-Dinitrotoluène | - | 1,5 |
| Epichlorhydrine | 3 | 12 |
| Ethylèneimine | 0,5 | 0,9 |
| Fibres minérales artificielles | - | 500 000 fibres/m ³ |
| Hydrazine | 0,1 | 0,13 |
| Iodométhane | 0,3 | 2 |
| 5-Méthyl- <i>o</i> -anisidine | - | 0,5 |
| <i>N</i> -Méthyl- <i>N</i> ,2,4,6-tétranitroaniline | - | 1,5i |
| Naphtalène | 10 | 50 |
| Nickel (métal, sulfure et minerais en contenant, oxyde, carbonate), en Ni | - | 0,5i |
| Nickel et composés, aérosols inhalables, en Ni | - | 0,05 i |
| 4-Nitro-2-aminotoluène | - | 0,5 |
| 2-Nitronaphtalène | 0,035 | 0,25 |
| 2-Nitropropane | 5 | 18 |
| <i>N</i> -Nitrosodi- <i>n</i> -butylamine | | |
| <i>N</i> -Nitrosodiéthanolamine | | |
| <i>N</i> -Nitrosodiéthylamine | | |
| <i>N</i> -Nitrosodiisopropylamine | | |
| <i>N</i> -Nitrosodiméthylamine | | |
| <i>N</i> -Nitrosodi- <i>n</i> -propylamine | | |
| <i>N</i> -Nitrosoéthylméthylamine | | |
| <i>N</i> -Nitrosoéthylphénylamine | | |
| <i>N</i> -Nitrosométhylphénylamine | | |
| <i>N</i> -Nitrosomorpholine | | |
| <i>N</i> -Nitrosopipéridine | | |
| <i>N</i> -Nitrosopyrrolidine : | | |
| - vulcanisation et processus ultérieurs incluant le stockage de produits caoutchouteux techniques, installations existantes (utilisées avant 1992) pour le stockage des pneus | - | 0,0025 |
| - fabrication de polyacrylonitrile par le procédé de filage à sec utilisant le diméthylformamide | - | 0,0025 |
| - remplissage de réservoirs et de réacteurs avec des amines | - | 0,0025 |
| - autres | - | 0,001 |
| 2-Nitrotoluène | - | 0,5 |
| Oxyde d'éthylène | 1 | 2 |
| Oxyde de propylène | 2,5 | 6 |
| Ozone | 0,1 | 0,2 |
| <i>o</i> -Phénylènediamine | - | 0,1i |
| Sulfate de diéthyle | 0,03 | 0,2 |
| Sulfate de diméthyle : | | |
| - production | 0,02 | 0,1 |
| - utilisation | 0,04 | 0,2 |
| <i>o</i> -Toluidine | - | 0,5 |
| <i>p</i> -Toluidine | - | 1 |
| 2,3,4-Trichloro-1-butène | 0,005 | 0,035 |
| α,α,α -Trichlorotoluène | 0,012 | 0,1 |
| <i>N</i> -Vinyl-2-pyrrolidone | 0,1 | 0,5 |

A2.5. Substances modifiant le patrimoine héréditaire

Par « substances modifiant le patrimoine héréditaire », la Commission désigne les substances capables d'induire des altérations dans les cellules germinales mâles et femelles (mutations génétiques, modification de structure ou du nombre des chromosomes), entraînant pour la descendance des maladies d'origine génétique.

Il existe déjà dans la population humaine un grand nombre de maladies héréditaires d'origine inconnue. La mise en évidence d'une élévation de la fréquence de telles maladies, imputable à l'exposition professionnelle, comporte de grandes difficultés méthodologiques : jusqu'à présent, les études épidémiologiques n'ont pas permis de mettre en évidence de tels phénomènes. On a bien constaté, dans certains cas, des modifications structurelles de chromosomes de cellules germinales d'hommes exposés à des radiations. On peut seulement en déduire qu'il existe une possibilité d'altération du matériel génétique de la descendance.

Les substances sont classées de la façon suivante :

1) Substances entraînant la modification du patrimoine héréditaire humain (NB : on peut supposer que cette catégorie, constituée par analogie avec le classement des substances cancérogènes, restera inoccupée un certain temps) ;

2) Substances entraînant la modification du patrimoine héréditaire de mammifères (expérimentation animale) ;

3) Substances entraînant une altération du matériel génétique des cellules germinales chez les mammifères (dont l'homme), sans qu'il y ait de preuve de transmission à la descendance.

A2.6. Poussières

L'évaluation du risque pour l'homme s'effectue à partir de la totalité de ce qui peut être inhalé par le système respiratoire (fraction inhalable) ou de sous-fractions déterminées, dans le cas des aérosols connus pour leurs effets locaux (fraction alvéolaire, par exemple).

Ces fractions sont numériquement définies dans la norme européenne EN 481, comme suit (fig. 1) :

La *fraction inhalable* est le pourcentage I des particules de l'aérosol de diamètre aérodynamique D_{ae} , à capter ou collecter, défini conventionnellement par :

$$I = 50 [1 + \exp(-0,06 D_{ae})]$$

pour $D_{ae} \leq 100 \mu\text{m}$.

Les valeurs exprimées en fraction inhalable de l'aérosol sont signalées par la lettre *i* dans le tableau principal.

La *fraction thoracique* est le pourcentage à capter ou collecter de la fraction inhalable, défini par une distribution log-normale cumulée, dont le D_{ae} médian est $11,64 \mu\text{m}$ et l'écart type géométrique $\sigma_{gt} = 1,5$. Du fait de sa définition comme une sous-fraction de I, il en résulte le diamètre de coupure par rapport à l'aérosol ambiant, $D_{ae50} = 10 \mu\text{m}$.

La *fraction alvéolaire* est le pourcentage à capter ou collecter de la fraction inhalable, défini par une distribution log-normale cumulée, dont le D_{ae} médian est $4,25 \mu\text{m}$ et l'écart type géométrique $\sigma_{ga} = 1,5$. Du fait de sa définition comme une sous-fraction de I, il en résulte le diamètre de coupure par rapport à l'aérosol ambiant, $D_{ae50} = 4 \mu\text{m}$.

Les valeurs exprimées en fraction alvéolaire de l'aérosol sont signalées par la lettre *a* dans le tableau principal.

Valeurs limites pour les poussières sans effet spécifique

La Commission a prévu deux valeurs limites pour les poussières sans effet spécifique :

- 4 mg/m³ pour la fraction inhalable,
- 1,5 mg/m³ pour la fraction alvéolaire.

Le respect de ces valeurs devrait protéger le système respiratoire de toute atteinte résultant des effets généraux des poussières. Ces valeurs s'appliquent aux poussières insolubles ou peu solubles non concernées par des valeurs limites spécifiques et aux mélanges de poussières, même si une valeur MAK spécifique existe pour un des composants du mélange. Ces valeurs ne s'appliquent pas aux poussières solubles et aux poussières ultrafines.

Même si ces valeurs sont respectées, un risque pour la santé peut demeurer si la poussière recèle un agent fibrosant, toxique ou allergisant.

A2.7. Métaux et composés métalliques

En règle générale, un métal sera désigné dans la liste par son nom suivi de la mention « et ses composés » ; la valeur limite d'un composé métallique est exprimé en métal.

Lorsque les données toxicologiques et l'expérience ne font pas apparaître de différence entre les effets nocifs sur l'homme du métal lui-même et ceux de ses composés, le métal et ses composés doivent être traités comme une catégorie unique.

Cependant, la nature et l'intensité de l'effet dépendant considérablement de la nature de la liaison chimique, des différences de solubilité dans l'eau entre composés d'un même métal peuvent modifier la toxicité aiguë ou chronique. Ainsi, un effet cancérigène renforcé a été observé pour certains composés métalliques de moindre solubilité aqueuse. Par ailleurs, une solubilité réduite dans les fluides biologiques

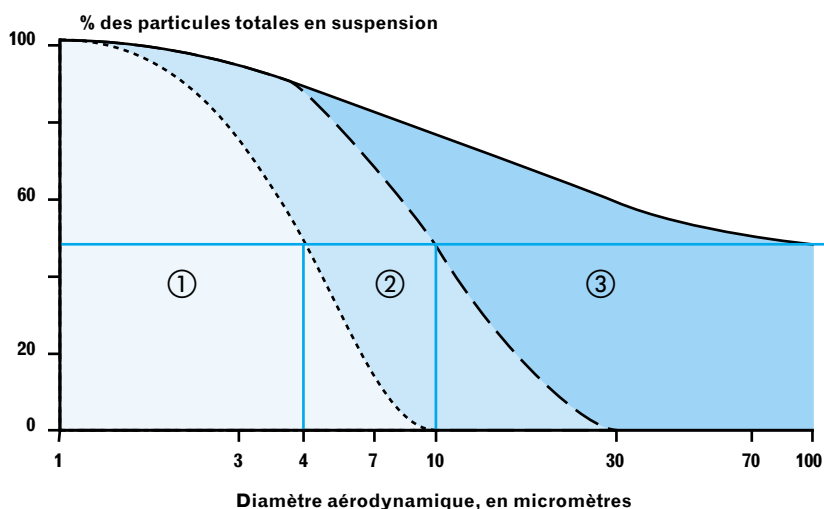


Fig.1. Les fractions conventionnelles sont représentées par les zones que délimitent les courbes. ① : alvéolaire ; ② : trachéo-bronchique ; ① + ② : thoracique ; ③ : extra-thoracique ; ① + ② + ③ : inhalable

peut empêcher le transport jusqu'aux organes cibles (biodisponibilité). Par exemple, si cela a été démontré par des expérimentations animales appropriées, le classement « cancérigène suspecté » peut être abandonné pour la substance en question. Par conséquent, en principe, chaque composé métallique devrait être étudié séparément et classé selon sa toxicité et son potentiel cancérigène propres. A l'heure actuelle, les connaissances nécessaires pour réaliser une telle classification ne sont disponibles que pour quelques composés métalliques seulement, auxquels des valeurs MAK spécifiques ont été attribuées.

BIBLIOGRAPHIE

1. HARRIS R.L., CRALLEY L.J., CRALLEY L.V. (éds) - *Patty's Industrial Hygiene and Toxicology*, 3^e ed., vol. 3A - *The Work Environment*, Chap 7, pp. 222-348. New York, John Wiley and Sons, 1994.
2. *Particle size-selective sampling in the workplace*. Cincinnati, ACGIH, 1985.
3. SODERHOLM S.C. - *Proposed international conventions for particle size-selective sampling*. *Annals of Occupational Hygiene*, 1989, 33, pp. 301-320.
4. CD 7708 - *Air quality. Particle size fraction definitions for health-related sampling*. Genève, ISO, 1991.
5. NF EN 481 - *Définition des fractions de taille pour le mesurage des particules en suspension dans l'air*. Paris - La Défense, AFNOR, 1993.
6. *Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France*. Cahiers de Notes Documentaires - Hygiène et Sécurité du Travail, 1999, 174, ND 2098, pp. 59-76.