

*Critères
d'hygiène de
l'environnement 4*

Oxydes d'azote

Résumé d'orientation

Publié par l'Organisation mondiale de la Santé
en liaison avec le
Programme des Nations Unies pour l'Environnement

AVERTISSEMENT AU LECTEUR

Pour donner suite à un certain nombre de résolutions de l'Assemblée mondiale de la Santé, et compte tenu des recommandations de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement humain tenue à Stockholm en 1972 et de celles du Conseil d'administration du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), on a entrepris en 1973 un programme intégré de grande envergure consacré à l'évaluation des effets de la pollution de l'environnement sur la santé. Connu sous le nom de Programme OMS des critères d'hygiène de l'environnement, il est mis en œuvre avec l'appui du Fonds du PNUE pour l'environnement. En 1980, le Programme des critères d'hygiène de l'environnement a été incorporé dans un programme de plus grande ampleur, le Programme international sur la sécurité des substances chimiques (IPCS) que patronnent conjointement le Programme des Nations Unies pour l'Environnement, l'Organisation internationale du Travail et l'Organisation mondiale de la Santé. Les travaux réalisés dans le cadre du programme ont abouti à la publication d'une série de documents sur les critères d'hygiène de l'environnement.

Chaque document de la série consiste en une mise au point scientifique approfondie sur des polluants ou des groupes de polluants particuliers de l'environnement. Il fournit toute une gamme de renseignements, depuis la nature des sources et la valeur des niveaux d'exposition jusqu'à un exposé détaillé des données disponibles au sujet des effets de ces polluants sur la santé humaine. Des projets rédactionnels sont préparés pour le compte de l'OMS par des experts ou des institutions nationales, puis soumis à l'examen approfondi, d'une part de représentants des quelque 25 Etats membres participant au Programme, d'autre part d'un ou de plusieurs groupes internationaux d'experts (*groupes de travail*). Un objectif important du programme consiste dans l'évaluation des données disponibles sur les rapports entre l'exposition à certains polluants environnementaux (ou à d'autres facteurs physiques et chimiques) et la santé humaine *en vue de fournir des directives garantissant la compatibilité entre les limites d'exposition fixées et la protection de la santé publique*.

Pour faciliter l'application de ces directives dans le cadre des programmes nationaux de protection de l'environnement, l'OMS a décidé de faire rédiger des «résumés d'orientation» où l'accent serait mis, parmi toutes les données présentées dans les documents *in extenso*, sur celles qui sont utiles aux spécialistes qui ont besoin de connaître les problèmes sanitaires en cause sans entrer dans le détail des aspects scientifiques.

Les résumés d'orientation reproduisent les directives d'exposition qui figurent dans les documents relatifs aux critères établis par les groupes de travail, ainsi que les principales données relatives aux effets sanitaires. On s'est efforcé d'éviter toute divergence par rapport aux données présentées dans les documents *in extenso*. Pour certains d'entre eux, particulièrement lorsque leur publication remonte à trois ou quatre ans, ce souci a conduit à l'exclusion des données nouvelles éventuellement publiées depuis la réunion des groupes de travail correspondants. Ces données seront prises en considération lorsque les documents relatifs aux critères et les résumés d'orientation seront revus et corrigés.

Les observations du lecteur au sujet des difficultés éventuelles rencontrées dans l'utilisation des données figurant dans les résumés d'orientation sont les bienvenues. Elles doivent être communiquées à l'adresse suivante:

Division de l'hygiène de l'environnement,
Organisation mondiale de la Santé,
1211 Genève 27,
Suisse

OXYDES D'AZOTE*

1. Introduction

La combinaison des deux éléments les plus abondants dans l'atmosphère, à savoir l'oxygène et l'azote, fournit un certain nombre de composés désignés sous le nom générique d'oxydes d'azote. Leur formation peut découler soit de processus naturels tels que l'action de bactéries sur les substances azotées présentes dans le sol, la foudre ou les éruptions volcaniques, ou résulter de procédés techniques comme l'utilisation de combustibles d'origine fossile ou la fabrication de certains produits. Les quantités d'origine naturelle l'emportent de loin sur celles qui découlent des activités humaines, mais, comme la répartition des produits naturels intéresse l'ensemble de la surface du globe, elles ont moins d'importance pour les populations humaines que les sources artificielles qui sont concentrées dans les régions urbaines. De tous les oxydes d'azote, les deux plus importants sont le monoxyde (oxyde nitrique, NO) et le dioxyde (peroxyde, NO₂). De ces deux oxydes, c'est le second qui s'est révélé le plus nocif pour l'homme à la suite de son inhalation à des concentrations qui ne sont guère différentes de celles qu'on observe dans l'air des villes; en revanche, le monoxyde joue un rôle important dans les réactions photochimiques qui aboutissent à la formation de divers produits, dont le dioxyde.

2. Propriétés

Les gaz de combustion qui sont déversés dans l'atmosphère par les cheminées de centrales électriques, d'usines ou de maisons d'habitation, ainsi que les gaz d'échappement des véhicules automobiles et des autres véhicules dont le moteur fonctionne à l'aide d'un carburant, contiennent des oxydes d'azote en quantité variable, principalement du monoxyde. Les deux principaux oxydes interviennent également dans les réactions atmosphériques qui conduisent à la formation du «smog» photochimique.

*Résumé de *Oxydes d'azote*. Genève, Organisation mondiale de la Santé, 1978 (Critères d'hygiène de l'environnement No 4), 80 pages.

A côté des gaz de combustion, il se produit des émissions d'oxydes d'azote lors de la fabrication de l'acide sulfurique, de l'acide nitrique, des explosifs et des engrais, dont ils constituent des sous-produits. Ces oxydes se produisent également lors de la fermentation des récoltes ensilées. A l'intérieur des habitations, les sources d'émission sont les appareils de chauffage et de cuisine ainsi que la cigarette.

3. Niveaux d'exposition

Comme on a constaté que les oxydes d'azote exercent des effets à la fois immédiats et lointains, on exprime normalement les concentrations ambiantes sous forme de concentrations de pointe sur une courte durée et de concentrations moyennes sur une longue durée. Bien qu'il soit difficile d'indiquer des chiffres valables de façon générale, la concentration du dioxyde d'azote dans les zones urbaines est le plus souvent de l'ordre de 20 à 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dans le monde entier. Quant aux concentrations maximales, elles sont en moyenne de l'ordre de 130-400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur une journée et de 240-850 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur une heure. Dans le cas du monoxyde, la concentration moyenne annuelle varie de 49 à 95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

L'exposition à des sources intérieures, comme les appareils ménagers et la fumée du tabac, ne doit pas être sous-estimée. A proximité des cuisinières et des foyers à gaz, on a parfois observé une concentration du bioxyde d'azote atteignant 2000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Quant à la fumée du tabac, sa teneur en dioxyde et en monoxyde atteint respectivement 150-226 et 98-135 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

4. Effets de l'exposition

Les effets exercés par les oxydes d'azote sur la santé sont connus à la suite d'expériences sur des animaux de laboratoire et d'études portant sur les populations humaines. Dans ce dernier cas, il s'agissait d'études d'exposition contrôlée (des volontaires étant exposés pendant une courte durée à une petite quantité de polluant), d'observations faites lors d'accidents ou de cas d'exposition industrielle et d'études sur l'exposition des collectivités. Seuls les effets du dioxyde d'azote sont indiqués ci-après car il ne semble pas que le monoxyde ait des effets biologiques importants aux concentrations (atmosphériques) actuelles.

Depuis 15 ans, on a procédé à un grand nombre d'études expérimentales sur l'animal en vue de rechercher les effets probables d'une exposition au dioxyde d'azote. Dans ces études, des animaux d'espèces fort variées, bien qu'il s'agisse le plus souvent de rats et de souris, ont été exposés pendant une durée variable au dioxyde d'azote à des concentrations allant de 100 à plus de 70000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les résultats ont montré que l'inhalation du dioxyde d'azote peut avoir toute une série d'effets différents selon la concentration du composé, la durée et le mode de l'exposition, l'espèce animale considérée et la présence éventuelle d'agents infectieux. Les effets observés consistent dans des altérations structurales au niveau des poumons, une augmentation de la fréquence respiratoire, une modification des réactions immunitaires et une baisse des performances. Aux niveaux d'exposition les plus faibles, les effets observés chez les rats ont consisté dans une atteinte pulmonaire après exposition au dioxyde d'azote à la concentration de 470 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à raison de quatre heures par jour et de cinq jours par semaine pendant 24 à 36 jours au total. Par ailleurs, l'inhalation pendant 4 heures de dioxyde d'azote à la concentration de 940 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a provoqué des altérations morphologiques importantes au niveau des mastocytes pulmonaires chez le rat.

Les effets du NO_2 chez l'homme ont été étudiés expérimentalement chez des volontaires, les uns en bonne santé, les autres atteints d'une affection respiratoire. On a ainsi pu constater que l'exposition au dioxyde d'azote exerce une atteinte au niveau des voies respiratoires. Chez les volontaires bien portants, l'exposition pendant 10 minutes au NO_2 à la concentration de 1300-3800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a déterminé des lésions au niveau des voies aériennes, provoquant une dyspnée. Ces effets se sont aggravés quand on a augmenté la concentration de NO_2 . Des asthmatiques ont été exposés pendant 1 heure à une concentration de 190 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ avant de recevoir un médicament exerçant un effet constricteur au niveau des voies respiratoires. On a constaté que cet effet était plus prononcé quand les volontaires avaient d'abord été exposés au NO_2 . La constriction des voies aériennes diminue en principe l'efficacité de l'inspiration. Dans une autre étude, des volontaires en bonne santé ont été placés dans une ambiance simulant l'atmosphère urbaine et contenant, à côté du NO_2 , de petites quantités d'ozone et de dioxyde de soufre. Là encore, on a observé une atteinte de la fonction respiratoire mais, dans une atmosphère

comme celle-ci, qui consiste en un mélange de gaz, il est très difficile de rapporter les effets observés à telle ou telle substance.

Dans plusieurs études épidémiologiques, on s'est efforcé d'établir un lien entre la fonction pulmonaire et l'exposition au dioxyde d'azote. Mais les résultats de ces études, quand ils n'étaient pas faussés par la présence d'une concentration relativement élevée d'autres polluants, n'ont pas permis de mettre en évidence une différence notable de fonction pulmonaire entre les groupes exposés à diverses concentrations de NO_2 .

5. Evaluation des risques pour la santé

Le groupe de travail a élaboré des directives en vue de protéger la santé publique contre des expositions de courte durée au dioxyde d'azote, le seul oxyde d'azote qui se soit montré pourvu d'une activité biologique importante. Comme les études épidémiologiques relatives aux effets de l'exposition professionnelle ou de l'exposition des collectivités sont très rarement concluantes, les directives se fondent sur les résultats d'études contrôlées sur l'homme et sur ceux de l'expérimentation animale. Toutefois, les données épidémiologiques disponibles sont en général compatibles avec les directives fixées.

On a fixé à $940 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,5 ppm) la concentration du dioxyde d'azote qui correspond au plus faible niveau risquant d'entraîner des effets indésirables sur la santé en cas d'exposition de courte durée. Le groupe de travail qui a rédigé le document sur les critères concernant les oxydes d'azote n'ignorait pas que, lors d'une étude, des effets ont été observés chez l'homme à une concentration plus basse, mais il a estimé que cette observation demandait à être confirmée. En adoptant un coefficient de sécurité d'au moins 3 à 5, les membres du groupe de travail sont convenus de ce que la protection de la santé publique serait assurée si l'on fixait à $190\text{-}320 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,10-0,17 ppm) la concentration maximale pour une exposition d'une heure, sous réserve qu'une telle exposition n'ait pas lieu plus d'une fois par mois.

Mais, si l'on considère qu'il y a interaction entre le dioxyde d'azote et d'autres polluants atmosphériques dotés d'une activité biologique et que, d'autre part, certaines populations sont extrêmement sensibles à ce composé, il sera peut-être nécessaire d'augmenter le coefficient de sécurité et, partant, de réduire le niveau d'exposition maximal admissible.

Faute de données sur les effets chez l'homme d'une exposition prolongée au dioxyde d'azote, la limite proposée vise uniquement le cas d'une exposition de courte durée.

**Autres titres parus dans la série des
«Critères d'hygiène de l'environnement»**

1. Mercure
2. Polychlorobiphényles et Polychloroterphényles
3. Plomb
4. Oxydes d'azote
5. Nitrates, nitrites et composés N-nitroso
6. Principes et méthodes d'évaluation de la toxicité des produits chimiques, Partie I
7. Oxydants photochimiques
8. Oxydes de soufre et particules en suspension
9. DDT et dérivés
10. Sulfure de carbone
11. Mycotoxines
12. Le Bruit
13. Monoxyde de carbone
14. Rayonnement ultraviolet
15. Etain et organostanniques
16. Fréquences radioélectriques et hyperfréquences
17. Manganèse
18. Arsenic
19. Sulfure d'hydrogène
20. Quelques dérivés du pétrole (*en préparation*)