

Wir haben für Sie gelesen Nous avons lu pour vous

Substances toxiques véhiculées par l'air. Chronique OMS 24, 83–85 (1970).

Les niveaux admissibles d'exposition des travailleurs aux substances toxiques véhiculées par l'air varient considérablement d'un pays à l'autre. Pour quelques-unes d'entre elles, on relève des différences de 1 à 90; aussi est-il difficile de recommander des limites maximales qui puissent être appliquées à l'échelle internationale. C'est de ce problème que traite le rapport d'un récent Comité mixte OIT/OMS de la Médecine du Travail.

L'effet sur un travailleur d'une substance toxique présente dans le milieu dépend de son état de santé ainsi que de l'intensité et de la durée de l'exposition. Les symptômes d'exposition à un agent toxique ne sont pas toujours faciles à distinguer et l'évaluation médicale peut être délicate. L'action à long terme est particulièrement difficile à apprécier car elle peut être génétique ou cancérogène et porter sur la reproduction et l'espérance de vie. On se heurte également à des problèmes pratiques que pose l'imperfection des procédés d'échantillonnage à long terme et des techniques analytiques.

Les limites admissibles sont normalement calculées sur la base d'une exposition de huit heures par jour, cinq jours par semaine, mais différentes considérations peuvent également intervenir: exposition de brève durée à des concentrations élevées de substances toxiques, périodes de travail plus longues que celles indiquées ci-dessus, stress supplémentaire tel que température élevée ou mauvaise nutrition.

Indicateurs biologiques de l'exposition. Lorsqu'on évalue l'exposition professionnelle à des substances toxiques véhiculées par l'air, la mesure la plus importante à effectuer est celle de leur concentration dans l'air sur le lieu de travail. Mais nombre d'autres facteurs entrent en jeu tels que la volatilité de la substance, la voie d'absorption (par inhalation ou par la peau), la dimension des particules, la tendance de la substance à s'accumuler dans certains organes, la présence d'autres substances actives ou activantes, ainsi que certaines caractéristiques du milieu comme la chaleur et l'humidité.

La multiplicité de ces variables montre l'intérêt qu'il y a, pour pouvoir mesurer l'exposition, à en

déterminer les effets biologiques réels en mesurant, par exemple, la concentration des substances toxiques dans le sang et l'urine ou dans l'air expiré. La mise au point d'épreuves appropriées se trouve compliquée par le fait que certaines substances subissent des transformations métaboliques dans l'organisme (transformation du benzène en phénols ou du DDT en acide dichlorodiphénylacétique). D'autres agents toxiques provoquent des modifications biologiques: les insecticides organophosphorés, par exemple, inhibent l'activité cholinestérasique et les composés minéraux du plomb entraînent une accumulation des porphyrines et de l'acide δ -aminolévulinique. Il faut donc continuer à chercher des moyens de mesurer l'exposition aux substances toxiques et créer à cette fin des centres et des laboratoires de référence qui seraient chargés de mettre au point des méthodes d'analyse biologique et d'analyse du milieu.

Lorsqu'on tente de fixer les niveaux admissibles des substances toxiques dans les matières biologiques, il faut tenir compte du fait que certains produits chimiques (par exemple l'arsenic et le plomb) ou leurs métabolites peuvent être présents dans le sang ou l'urine de personnes qui ne sont pas spécialement exposées à ces produits. Il est donc essentiel de connaître les concentrations «normales» de ces substances dans l'organisme pour pouvoir évaluer correctement l'exposition professionnelle.

Dans le cas de certaines substances toxiques, la concentration dans le sang et l'urine reflète plus ou moins fidèlement le degré d'exposition et constitue un indice qui complète la surveillance de l'air ambiant et permet d'assurer une meilleure protection. Toutefois, pour les nombreuses substances toxiques qui sont emmagasinées dans les tissus de l'organisme et dont l'excrétion est lente et irrégulière, il ne semble guère possible d'établir une telle corrélation. Par ailleurs, il n'existe aucun indice biologique pour les substances qui réagissent rapidement dans les tissus et exercent des effets nocifs graves même à des concentrations extrêmement faibles.

Si importants que soient les indices biologiques, le meilleur moyen de protéger les personnes exposées est l'échantillonnage et l'analyse de l'air ambiant. Il n'en existe pas d'autres qui permettent

de prévenir une exposition excessive aux substances toxiques; la détection des effets biologiques indique seulement que la surveillance du milieu était insuffisante. Le grand intérêt des indices

Zones de concentrations non dangereuses recommandées pour adoption sur le plan international

Substance	Concentrations maximales acceptables comme non dangereuses ¹ (mg/m ³)
Acide chlorhydrique	5-7
Phosgène	0,4-0,5
Hydrogène sulfuré	10-15
Gaz sulfureux	10-13
Acide sulfurique et anhydride sulfurique	1
Ozone	0,1-0,2
Ammoniac	20-35
Arsiné	0,2-0,3
Ethanol	1000-2000
Méthylacrylate	20-35
Nitrobenzène	3-5
Dinitrobenzène	1
Dinitrotoluène	1-1,5
Trinitrotoluène	1-1,5
Parathion	0,05-0,1
Iode	1
Béryllium et ses composés (en Be)	0,001-0,002
Molybdène, composés solubles, poussières (en Mo)	4-5
Vanadium (en V ₂ O ₅) poussières	0,5
vapeurs	0,1
Ferro-vanadium	1
Oxydes de zinc (vapeurs)	5
Zirconium et ses composés (en Zr)	5
Dérivés chlorés du diphényle	1
Dérivés chlorés du diphényloxyde	0,5

¹ Les chiffres cités sont considérés dans certains pays comme des valeurs maximales pour une exposition de courte durée et dans d'autres comme des valeurs moyennes pondérées par un facteur temps.

biologiques réside toutefois en ce qu'ils permettent d'établir les limites maximales admissibles des concentrations de produits toxiques et de diagnostiquer un niveau d'exposition dangereux. L'exposition de volontaires est couramment utilisée pour définir les taux de certains produits susceptibles d'affecter les organes sensoriels (d'altérer l'aptitude à déceler les odeurs, par exemple), mais elle ne doit comporter aucun risque pour la santé des sujets et l'on n'y aura recours qu'après avoir déterminé avec précision, par des expériences sur l'animal, les concentrations qui provoquent une réaction. Lorsqu'une substance toxique est employée pour la première fois dans l'industrie, il faut soumettre les personnes exposées à un contrôle de longue durée pour lequel on recourra aux techniques les plus perfectionnées.

Le Comité mixte a recommandé l'adoption sur le plan international des limites établies pour 24 substances toxiques véhiculées par l'air qui sont énumérées dans le tableau, et pour lesquelles un accord existe déjà entre plusieurs pays, notamment les Etats-Unis d'Amérique et l'URSS. Il a demandé que l'on recueille plus de renseignements sur les limites admissibles adoptées dans divers pays et notamment sur les raisons qui ont présidé à leur adoption ainsi que les causes des grandes différences observées d'un pays à l'autre. Si, après enquête, il paraît possible de faire concorder les limites admissibles adoptées, il faudrait envisager d'augmenter le nombre des zones de concentrations non dangereuses recommandées pour adoption sur le plan international.

Les effets pathogènes de la pollution de l'air.
Chronique OMS 23, 6, 1969.

Il n'y a guère qu'une vingtaine d'années que la pollution du milieu en général et de l'air en particulier n'est plus considérée seulement comme un inconvénient inhérent à la civilisation urbaine, voire comme un signe extérieur de prospérité économique. Si, au début, on ne s'est occupé que des effets évidents sur le milieu ambiant de la suie, de la fumée, des gaz et des odeurs, on sait maintenant qu'ils menacent directement la santé. Une démonstration très spectaculaire en a été donnée par divers incidents tels que le dangereux brouillard qui envahit Londres en 1952 et dont l'action nocive fut assez grave pour faire monter

les taux de mortalité. Il est certain, toutefois, que même à des degrés moins élevés la pollution atmosphérique exerce sur la santé des effets nocifs, quoique moins apparents.

Cette situation a rendu les autorités de la santé publique des pays développés, mais aussi des pays en voie de développement, de plus en plus conscients de la nécessité d'empêcher, autant que possible, l'air de se charger de polluants. La lutte contre la pollution de l'air est l'un des problèmes auxquels l'OMS porte le plus vif intérêt. Un symposium sur les effets pathogènes de la pollution de l'air^{1, 2} s'est réuni à Prague sous les auspices de l'Organisation, du 6 au 10 novembre 1967, dans le but de faire le point des progrès réalisés en Europe depuis le symposium sur le

même thème qui s'était réuni à Copenhague en 1960. Lors de la réunion de Prague, organisée avec l'aide du Ministère de la Santé de Tchécoslovaquie, on a également examiné les directions dans lesquelles il serait le plus profitable d'orienter les recherches futures, et discuté des progrès qui pourraient être accomplis en vue de l'élaboration d'une série de critères, de directives et de normes concernant la qualité de l'air.

Sources et nature de la pollution de l'air en Europe

A titre d'introduction aux débats, le Dr *P. J. Lawther* (Royaume-Uni) a brièvement parlé des sources et de la nature principales de la pollution de l'air en Europe. Comme dans toutes les régions très urbanisées et industrialisées, la pollution de l'air en Europe est essentiellement due à l'emploi de divers types de combustibles qui sont brûlés soit complètement, comme c'est le cas dans les installations efficaces de l'industrie, soit incomplètement dans les appareils à usage domestique moins perfectionnés. D'une manière générale, la combustion incomplète provoque l'émission de produits plus variés, plus complexes et plus nocifs que ceux qui résultent d'une combustion efficace. La différence est particulièrement marquée en ce qui concerne le charbon, qui est, avec le mazout, le combustible le plus courant, la forme la plus nocive étant la combustion de charbon brut à foyer ouvert parce qu'elle engendre, en raison de son peu d'efficacité, de grandes quantités de polluants déchargés à un niveau relativement bas. En ce qui concerne le mazout, cependant, l'efficacité de la combustion a moins d'importance que la taille de l'installation dans laquelle celle-ci s'effectue, et qui détermine le type de mazout à utiliser. Les petits appareils domestiques, par exemple, ne causent pratiquement pas de pollution. Les grandes entreprises industrielles utilisent des huiles lourdes généralement plus riches en composés sulfurés, qui brûlent en émettant des quantités plus fortes d'anhydride sulfureux et d'acide sulfurique dont elles constituent donc une source importante. La pollution causée par les gaz d'échappement des véhicules automobiles ne représente qu'un problème très localisé en Europe où les conditions nécessaires à la production du fameux «smog» photochimique de

¹ Un nombre limité d'exemplaires du rapport de ce séminaire (document EURO-1143) sont à la disposition des personnes qui s'intéressent à titre officiel ou professionnel à cette question; les demandes doivent être adressées au Bureau régional de l'OMS pour l'Europe, Copenhague.

² Participants: Dr *P. Bonnevie*, Danemark (Vice-Président); Dr *A. Calomfirescu*, Roumanie; Dr *A. Dresse*, Belgique; M. *H. Eilers*, Pays-Bas; M. *W. Goerke*, République fédérale d'Allemagne; Professeur *D. Högger*, Suisse; Dr *A. Ileri*, Turquie; Dr *P. Kayser*, Luxembourg; M. *A. T. Laamanen*, Finlande; Dr *A. E. Martin*, Royaume-Uni (Rapporteur); Dr *Marra K. Nedogibcenko*, URSS; M. *G. A. Persson*, Suède; Dr *B. Petr*, Tchécoslovaquie (Président); Professeur *F. L. Petrilli*, Italie; Professeur *A. Rousset*, France (Vice-Président); M. *W. Szujski*, Pologne. Observateurs: Dr *Gabriela Balazova*, Tchécoslovaquie; Dr *V. Bencko*, Tchécoslovaquie; M. *J. Hanus*, Tchécoslovaquie; Dr *P. E. Joosting*, Pays-Bas; Dr *J. Kaspar*, Tchécoslovaquie; Professeur *H. W. Schlipkötter*, République fédérale d'Allemagne; Professeur *M. Tusi*, Tchécoslovaquie; Dr *Z. Ubl*, Tchécoslovaquie. Représentants d'autres organisations: M. *A. Drevikovsky* (Organisation météorologique mondiale); Dr *W. Gässler* (Conseil des Fédérations industrielles d'Europe); M. *J. A. Haines* (Organisation de Coopération et de Développement économique); Dr *P. Hentz* (Communauté européenne du Charbon et de l'Acier). Conseillers temporaires de l'OMS: M. *A. P. Avy*, France; M. *P. Chovin*, France; Dr *J. Clemmesen*, Danemark; Dr *M. S. Goldberg*, URSS; Dr *P. J. Lawther*, Royaume-Uni; Dr *T. Mork*, Norvège; Professeur *N. G. M. Orié*, Pays-Bas; Dr *G. O. Rönicke*, République fédérale d'Allemagne; Professeur *K. Symon*, Tchécoslovaquie. Bureau régional de l'OMS pour l'Europe: Dr *M. J. Karvonen*; M. *J. Kumpf*; Dr *Z. Pisa*; M. *G. Ponghis* (Secrétaire); Dr *I. Pustovoj*. Siège de l'OMS: Dr *K. A. Buchtoueva*.

Los Angeles (forte concentration de véhicules automobiles, air stagnant et ensoleillement intense) ont peu de chance de se trouver réunies. Les combustibles carbonés, lorsqu'ils sont complètement brûlés, devraient ne dégager que du gaz carbonique et de l'eau, avec éventuellement quelques oxydes d'azote provenant de la fixation de l'azote atmosphérique. La combustion des composés sulfurés donnera lieu à l'émission d'anhydride sulfureux et d'acide sulfurique. Lorsque la combustion est imparfaite, la liste des polluants s'allonge et englobe l'oxyde de carbone, de fines particules de carbone (fumée), divers composés organiques complexes (hydrocarbures aromatiques polycycliques dont certains ont des propriétés cancérogènes) ainsi que des aérosols de goudron si le combustible est riche en matières volatiles. Les gaz d'échappement des moteurs à essence contiennent de l'oxyde de carbone, des hydrocarbures (qu'il s'agisse de combustible non brûlé ou de produit de craquage), du plomb contenu dans les additifs antidétonants et du baryum provenant de la décomposition des additifs contenus dans les lubrifiants.

Une fois émis dans l'air, les polluants «primaires» qui résultent de la combustion du charbon peuvent réagir les uns avec les autres, en particulier dans le brouillard, si les concentrations atteignent des niveaux élevés. Nombre de ces réactions sont complexes et ne sont que partiellement identifiées et comprises. La plus importante peut-être pour la santé est l'oxydation de l'anhydride sulfureux en acide sulfurique.

En dehors des produits de combustion, les activités industrielles donnent lieu à des émissions spécifiques dont certaines paraissent n'être que désagréables telles que les fumées rouges de peroxyde d'azote provenant des fours à sole des aciéries et la poussière de ciment. D'autres, tels que le béryllium, les fluorures et l'amiante, constituent un réel danger pour la santé. L'amiante en particulier soulève depuis quelque temps un intérêt considérable, car il pourrait jouer un rôle important dans la formation de mésothéliomes.

En ce qui concerne les particules de polluants, leur dimension est plus importante que leur nature chimique. Les particules suffisamment fines pour rester indéfiniment en suspension dans l'air (d'un diamètre inférieur à 10 microns par exemple) peuvent être inhalées et retenues dans les

poumons pendant de longues périodes. Elles présentent donc plus de danger pour la santé que les particules dures et les poussières.

Surveillance systématique de la pollution

La question de l'analyse systématique de l'air pour la recherche des polluants courants a été traitée par M. A. P. Avy (France). Cette analyse se révèle particulièrement difficile en cas de pollution générale de l'air dans des zones de peuplement dense où le nombre des sources de pollution et des polluants risque d'être élevé. Il faut alors avant tout définir les produits à prendre en considération. Les substances le plus souvent dosées jusqu'à présent sont les produits de combustion, à commencer par la fumée et les poussières ainsi que les composés sulfureux. Plus récemment, on y a ajouté les gaz d'échappement des véhicules automobiles ainsi que l'oxyde de carbone et les hydrocarbures et plus particulièrement le benzo-3, 4 pyrène auquel on attribue des propriétés cancérogènes.

On estime maintenant que les poussières ont peu d'importance du point de vue médical puisque les particules déposées sont trop grosses pour être inhalées par l'homme. En fait, s'il est difficile de décider lesquels des divers autres polluants devraient faire l'objet de dosages, c'est qu'aucune substance isolée n'a pu être identifiée comme la cause de la morbidité et de la mortalité qui accompagnent une pollution atmosphérique grave. Aux concentrations auxquelles ils existent dans l'air, aucun des polluants connus ne devrait avoir d'effets graves sur la santé. Ce serait donc la pollution atmosphérique en soi, et non ses composantes, qui est dangereuse; il serait cependant chimérique de croire que l'on pourrait créer un réseau de stations qui analyseraient tous les facteurs en jeu. Peut-être pourrait-on y parvenir grâce à un petit nombre de stations spécialement équipées. Pour ce qui est des dosages systématiques, ils devraient porter au minimum sur l'anhydride sulfureux, l'acide sulfurique libre, les vapeurs nitreuses, le plomb et les hydrocarbures; ils devraient être effectués par un certain nombre de stations dispersées sur l'ensemble de la zone considérée. Il faut en outre établir, aux fins de comparaison, des stations «zéro» situées loin des centres de peuplement et des ensembles industriels.

L'enquête nationale sur la pollution de l'air pratiquée au Royaume-Uni pourrait peut-être servir de modèle à d'autres pays. Elle a consisté à établir des stations de surveillance dans un certain nombre de villes représentatives, choisies de manière à donner des indications statistiquement valables sur la gamme des pollutions à prévoir suivant les conditions différentes existant dans les zones urbaines. Ces stations étaient situées dans des secteurs très divers: quartiers à forte densité de peuplement, quartiers résidentiels anciens, quartiers à faible densité humaine, grands ensembles modernes, zones protégées contre les fumées, zones industrielles, zones mixtes résidentielles et industrielles, centres d'affaires et centres commerciaux. Les valeurs mesurées par les diverses stations peuvent être comparées avec celles qui ont été relevées dans d'autres villes; elles permettent aussi de déterminer jusqu'à quel point les modifications intervenues dans les types de combustible utilisés et les efforts déployés dans le cadre des programmes de purification de l'atmosphère influent sur le degré de pollution.

Recherches expérimentales

L'analyse de certains effluents gazeux fournit également des renseignements utiles. C'est ainsi qu'il a été maintes fois démontré que les gaz d'échappement des moteurs diesel, souvent considérés comme une source importante de pollution, ne contiennent aucune substance toxique en quantité suffisante pour avoir des effets nocifs sur l'organisme humain; ils ne contiennent quasiment pas d'oxyde de carbone ni de quantités notables de benzopyrène ni d'autres hydrocarbures polycycliques. A Londres de même, comparés aux foyers à charbon, les moteurs à essence émettent très peu d'hydrocarbures polycycliques.

Des expériences ont été également pratiquées sur l'homme et l'animal avec des polluants isolés; les oxydes de soufre, en particulier, ont fait l'objet de multiples recherches. Il semble toutefois que les concentrations de ces substances doivent être surtout considérées comme des indices de la pollution totale. L'atmosphère des villes contient normalement environ 0,2 partie par million d'anhydride sulfureux; la proportion maximale constatée en 48 heures à Londres, durant le brouillard de 1952, a été de 1,34 partie par million. Des prélève-

ments dispersés effectués par le Service d'étude de la pollution atmosphérique du Conseil de la Recherche médicale de Grande-Bretagne ont fait apparaître des concentrations maximales qui atteignaient seulement 2 parties par million. Ces valeurs sont insuffisantes pour expliquer les effets nocifs de la pollution atmosphérique sur l'organisme humain.

Jusqu'ici, il n'a été possible que dans des conditions exceptionnelles d'induire en laboratoire une augmentation de la résistance des voies respiratoires grâce à des polluants isolés ou associés. L'anhydride sulfureux, notamment, est si soluble qu'il pénètre rarement dans les voies respiratoires au-delà de la bifurcation trachéale. On a donc mis au point des techniques pour administrer l'anhydride sulfureux (et l'acide sulfurique) après les avoir adsorbés sur des particules poreuses respirables de carbone, pour qu'ils pénètrent plus profondément dans l'appareil respiratoire. Les tests pratiqués selon cette technique avec des concentrations d'anhydride sulfureux égales ou inférieures à 2 parties par million n'ont fait apparaître aucun effet, même passager, sur la résistance des voies aériennes. Toutefois, chez certains sujets sensibles, la résistance des voies respiratoires peut être augmentée par une concentration de 5 parties par million d'anhydride sulfureux.

Ce que l'on a appelé l'expérience du pont de Londres est une étude de longue durée concernant les effets de l'atmosphère de cette ville sur la résistance des voies respiratoires. Chaque jour ouvrable à partir d'octobre 1964, un membre du Service de recherche sur la pollution atmosphérique du Conseil de la Recherche médicale de Grande-Bretagne, après s'être rendu à Londres par le train et avoir parcouru à pied jusqu'au laboratoire de recherche un trajet d'environ 3 km empruntant le pont de Londres, se rendait immédiatement dans la chambre de pléthysmographie. Les mesures de la résistance des voies respiratoires ainsi obtenues ont été rapprochées de valeurs correspondantes de la pollution de l'air par les fumées et l'anhydride sulfureux, et l'on a constaté des corrélations positives hautement significatives entre la résistance des voies respiratoires et la concentration de ces deux polluants au cours des mois d'hiver. Le sujet de l'expérience s'étant révélé résistant à l'anhydride sulfu-

reux, l'augmentation de la résistance des voies respiratoires ne pouvait être due à cette substance seule. La corrélation entre la résistance des voies respiratoires et la pollution de l'air pendant l'hiver doit donc être due à une substance inconnue, probablement pharmaco-active, telle qu'un activateur histaminique. On procède actuellement à des expériences au moyen d'aérosols d'extraits de fumée solubles dans l'eau; l'un de ces extraits s'est montré capable d'augmenter l'action de l'histamine dans le boyau de cobaye.

Parmi d'autres expériences intéressantes pratiquées sur les particules figurent les travaux sur le benzopyrène dont le Professeur *H. W. Schlipkötter* (République fédérale d'Allemagne) a rendu compte. Etant donné que les effets éventuels de cette substance dépendent des quantités déposées dans l'appareil respiratoire, on a fait des recherches sur le temps que met l'organisme à s'en débarrasser. A cet effet, on a donc administré à des animaux de la suie imprégnée de benzopyrène et il est apparu que 80 % de cette suie avait disparu dans les trois jours. Il semble donc que l'organisme l'élimine très rapidement.

Méthodologie des études épidémiologiques

Les études épidémiologiques comportent un aspect statistique qu'il ne faut pas négliger; en particulier, les données recueillies doivent pouvoir se prêter à une analyse statistique. Toutes les variables importantes doivent être incluses dans les recherches, ce qui peut vouloir dire que l'on devra tenir compte de facteurs socio-économiques et professionnels, des conditions de logement et d'autres encore, bien que l'on n'ait guère cherché à le faire jusqu'à présent. Il se peut qu'ainsi le problème envisagé prenne un caractère d'extrême complexité, mais les techniques modernes, y compris l'utilisation des ordinateurs, permettent maintenant l'assimilation et le traitement d'énormes quantités d'informations. On peut également utiliser les ordinateurs pour des études de simulation dans lesquelles certains coefficients ou paramètres peuvent être arbitrairement changés, afin de donner une série de modèles statistiques hypothétiques que l'on compare alors à des observations réelles.

Les études épidémiologiques sur les effets de la pollution atmosphérique se trouvent compliquées

par l'association étroite et connue qui existe entre l'usage de la cigarette et la maladie; il faut tenir compte de cette association dans toutes les recherches au cours desquelles on compare plusieurs populations. Le temps que mettent à se produire les effets chroniques de la pollution de l'air rend encore plus complexe le problème, car pendant cette période les structures économiques et sociales peuvent s'être modifiées.

On pourrait penser que les statistiques de mortalité et de morbidité constituent pour les études épidémiologiques une source d'informations faible. En fait, ces données peuvent être à l'origine d'erreurs graves et doivent être utilisées avec prudence chaque fois que l'on tente de comparer les données provenant de pays ou de régions différents. En ce qui concerne les statistiques de mortalité, les principales sources d'erreurs sont les suivantes:

a) les différences entre les moyens et les normes de diagnostic, ainsi que dans la proportion des cas diagnostiqués après autopsie;

b) les différences de tradition médicale suivant les pays; par exemple, une maladie décrite comme une bronchite dans l'un peut être classée comme emphysème dans un autre; d'autre part, l'association entre les cardiopathies et les maladies de l'appareil respiratoire est souvent telle qu'un même cas sera diagnostiqué comme bronchite dans un pays et insuffisance cardiaque congestive dans l'autre;

c) les progrès des connaissances médicales peuvent réduire les taux de létalité imputables à certaines maladies, ou influencer le nombre des cas imputables à certaines causes; d'autre part, l'identification de nouvelles maladies a pour effet de diminuer le nombre des cas signalés dans les groupes de maladies définis de plus longue date;

d) les variations des règles en matière de certification de la cause de décès.

Les statistiques de mortalité ne donnent des résultats satisfaisants que si la dimension de la population étudiée est suffisante pour que les résultats ne soient pas influencés par des fluctuations aléatoires. Certains groupes particuliers de la population, tels que les hommes de plus de 45 ans, fournissent un indice plus sensible mais, pour les mêmes raisons que précédemment, les chiffres

totaux enregistrés chaque jour doivent être assez grands; cet indice ne convient donc que pour l'étude de populations nombreuses.

Les statistiques de morbidité devraient fournir un indice plus sensible, mais elles sont difficiles à établir et à utiliser car la ligne de démarcation entre la santé et la maladie est d'ordinaire assez vague; la notion de maladie se définit différemment suivant les pays ou suivant les classes sociales à l'intérieur du même pays. D'après le Dr A. E. Martin (Royaume-Uni), les conditions que doit remplir un bon indice de morbidité peuvent se résumer de la façon suivante:

a) les critères de définition de la maladie doivent être suffisamment constants pour donner des résultats journaliers comparables, sans solution de continuité pendant le week-end (les statistiques d'assurance nationale ne sont donc pas valables), les variations cycliques doivent être assez régulières pour que l'on puisse les éliminer au moyen de facteurs de correction statistiques;

b) les chiffres doivent être suffisamment nombreux pour éliminer l'influence des fluctuations aléatoires;

c) le groupe de population choisi doit être sensible comme, par exemple, les personnes souffrant déjà d'affections respiratoires chroniques.

Des exemples d'utilisation des statistiques de mortalité et de morbidité dans les études épidémiologiques sont exposés plus loin.

A beaucoup d'égards, les questionnaires fournissent le seul moyen valable de réaliser des études comparatives, étant donné qu'ils portent sur les symptômes et que les différences de méthodes et de traditions diagnostiques ne les affectent en rien. Des questionnaires du genre de celui qui a été mis au point par la Commission de l'étiologie de la bronchite chronique du Conseil de la Recherche médicale de Grande-Bretagne ont été utilisés avec succès dans plusieurs pays. Comme l'a fait remarquer le Dr T. Mork (Norvège), un questionnaire normalisé n'est pas en lui-même une garantie de comparabilité totale; il faut également normaliser les techniques d'interrogation. C'est ce qui a été réalisé au Royaume-Uni où des enregistrements d'interrogation représentative ont été pris pour illustrer les difficultés susceptibles

de se présenter et faire la démonstration de la technique à suivre pour obtenir des réponses dénuées d'équivoque et pour les interpréter. Mais la traduction des questionnaires d'une langue dans une autre soulève des problèmes linguistiques et il en va de même pour l'étude des enregistrements du type mentionné plus haut par des enquêteurs parlant une langue différente de celle dans laquelle les enregistrements ont été réalisés. Toutes les traductions doivent être faites en étroite collaboration avec des médecins connaissant bien les divers termes utilisés pour décrire les symptômes médicaux par les groupes de population auxquels le questionnaire est destiné. Les participants au symposium ont été d'avis qu'il fallait consacrer plus d'attention à l'élaboration de questionnaires qui puissent convenir pour l'étude des maladies respiratoires et autres de l'enfance. Dans l'étude des effets de la pollution de l'air, les questionnaires permettent d'obtenir des informations sur des questions telles que la catégorie sociale, les facteurs socio-économiques, l'usage du tabac et l'activité professionnelle.

Effets immédiats de la pollution atmosphérique

Pour des études épidémiologiques sur les effets immédiats de la pollution atmosphérique effectuées au Royaume-Uni, on a utilisé à la fois les données sur la mortalité et celles qui concernent la morbidité. Le Dr Martin a rappelé qu'à maintes reprises, à Londres et dans d'autres villes du Royaume-Uni, les accroissements soudains de la pollution atmosphérique urbaine ont été associés à des montées immédiates des taux de mortalité et de morbidité. Les effets de la pollution sont étroitement liés aux conditions météorologiques qui empêchent la dispersion des polluants, notamment de ceux qui proviennent des foyers domestiques. Ils se produisent dans les quelques heures qui suivent l'apparition d'une forte pollution, et cessent peu après que le degré de pollution est retombé. Les exemples les plus spectaculaires ont été constatés lors des brouillards qui ont envahi Londres à plusieurs reprises pendant la période 1952—1962. Cependant, tout accroissement même faible de la pollution de l'air s'accompagne d'augmentations faibles mais nettes de la mortalité et de la morbidité. Les études longitudinales de ce type ne nécessitent pas l'emploi

d'une population témoin, de sorte que bien des difficultés rencontrées dans l'étude des effets chroniques de la pollution atmosphérique n'apparaissent pas dans celle de ses effets immédiats.

Les conclusions énoncées ci-dessus se fondent sur les statistiques de mortalité par toutes causes, par bronchite et par maladies cardio-vasculaires et elles ont donné des résultats satisfaisants grâce à la dimension de la population considérée (le grand Londres compte près de 10 millions d'habitants); avec des populations moins nombreuses, les fluctuations aléatoires empêchent d'obtenir une vue nette de la situation.

A Londres, le nombre quotidien de demandes d'hospitalisation par l'intermédiaire du service d'urgence s'est révélé être un indice très utile de la morbidité. Un autre indice, qui a donné également de bons résultats et qui convient pour les populations relativement petites, est basé sur le nombre de cas nouveaux de maladies aiguës des voies respiratoires vus chaque jour par les omnipraticiens

Au cours de l'hiver 1958/59, le Ministère de la Santé a entrepris à Londres une étude dans laquelle il a utilisé les indices de mortalité et de morbidité et qui avait pour objectif principal d'essayer de déterminer les effets de l'assainissement de l'atmosphère londonienne; de plus, étant donné que la teneur en fumée diminuait régulièrement alors que les concentrations d'anhydride sulfureux restaient pratiquement inchangées, on espérait se faire une idée des actions respectives de ces deux polluants du point de vue médical. C'est donc avec un vif intérêt que l'on a constaté, lorsqu'un brouillard très fort est apparu en 1962, que ses effets immédiats sur l'homme étaient beaucoup moins graves que ne l'avaient été ceux d'un brouillard similaire en 1952; le nombre des décès n'a été que d'environ 700 contre 4000 dix ans auparavant. Il semblerait donc, à première vue, que la diminution de la teneur de l'atmosphère en fumée ait notablement réduit la toxicité du brouillard. Il se peut toutefois que d'autres facteurs soient intervenus, notamment des variations de la vulnérabilité de la population. En outre, les avertissements donnés à la radio et à la télévision lorsque le brouillard a commencé ont peut-être incité les personnes particulièrement vulnérables à rester chez elles.

Depuis 1962, la pollution atmosphérique par les fumées a encore diminué à Londres, mais en comparant la mortalité et la morbidité associées pendant cette période à des proportions déterminées de polluants aux chiffres correspondants de 1958—1962, on n'a observé aucune amélioration notable. Etant donné que l'anhydride sulfureux n'est pas l'agent responsable de la toxicité de l'atmosphère, ces résultats donnent à penser que les effets des fortes pollutions sont complexes et qu'il ne suffit pas de mesurer la teneur de l'atmosphère en fumée et en anhydride sulfureux.

On ne saurait négliger le rôle joué par le British Clean Air Act de 1956 (qui interdit l'émission de fumée noire et exige que certains types d'installation soient pourvus d'un système destiné à arrêter les particules solides et les poussières) dans la réduction des concentrations de fumée et de matières particulaires dans l'atmosphère. L'opacité des brouillards londoniens diminue donc et ils sont par conséquent plus facilement dissipés par les rayonnements solaires. En outre, avec la multiplication des installations de chauffage central dans les immeubles résidentiels et commerciaux, la chaleur émise au centre de Londres a probablement augmenté dans des proportions considérables depuis quelques années, ce qui tend à accroître la turbulence atmosphérique. Il n'est donc pas exclu que la fréquence des brouillards pollués à Londres diminue régulièrement depuis cinq ou six ans en raison de changements intervenus dans la nature des combustibles utilisés.

C'est en 1954, à Londres, que l'on a demandé pour la première fois à des membres d'un groupe vulnérable de la population de tenir leur journal afin d'obtenir des données de morbidité valables. Chaque hiver, on remet des carnets personnels à des groupes comptant jusqu'à 1000 malades atteint de bronchite chronique ou d'emphysème, auxquels on demande de noter chaque jour au moyen d'une simple lettre de code s'il se sent mieux, aussi bien, ou plus mal, que le jour précédent. L'analyse statistique de ces indications a fait apparaître un étroit rapport entre les états décrits et la pollution de l'air pendant les mois d'hiver; ces états reflètent en fait immédiatement les moindres variations du degré de pollution.

Effets à long terme de la pollution atmosphérique

Bronchite

A propos des effets à long terme de la pollution atmosphérique, il convient de noter que de nombreuses études comparatives menées dans différentes parties du monde ont fait apparaître l'existence, dans l'étiologie de la bronchite, d'un facteur urbain. La situation se trouve toutefois compliquée du fait de l'association connue de cette affection et de l'usage de la cigarette. En outre, ni les recherches en laboratoire, ni aucune étude — expérimentale, clinique ou épidémiologique — ne sont parvenues à identifier un polluant isolé ou une combinaison de polluants qui serait l'agent causal de la bronchite, ce qui donne à penser que des mécanismes plus complexes doivent entrer en jeu. Il paraît donc indispensable d'examiner dans son ensemble la question des irritants du système respiratoire.

C'est ce qu'a fait le Professeur *N. G. M. Orie* (Pays-Bas), qui a déclaré qu'il fallait tenir compte non seulement du type et de la quantité des irritants présents dans l'appareil respiratoire, mais aussi de facteurs tels que le degré de sensibilité du sujet, l'état des voies respiratoires, le lieu d'action de l'irritant et le tissu spécifique intéressé. L'importance de ce dernier élément apparaît clairement dans le fait que l'administration de doses d'anhydride sulfureux suffisantes pour produire des obstructions des bronches ne provoque pratiquement pas de réactions nasales. On peut en conclure ou bien que les muqueuses bronchique et nasale sont de nature différente, ou que l'action de l'anhydride sulfureux s'exerce spécifiquement sur la musculature bronchique.

Si l'on dispose de méthodes expérimentales et de techniques de laboratoire adéquates pour évaluer les effets aigus des irritants, il n'en va pas de même pour leurs effets chroniques dont l'étude appelle des méthodes épidémiologiques. En outre, il est difficile de déterminer les effets des petites quantités de polluants présentes dans l'air et les résultats obtenus sont souvent contradictoires.

La sensibilité des bronches dépend aussi de plusieurs facteurs. On a cru, à une certaine époque, que la plupart des cas d'obstruction pulmonaire étaient dus à une combinaison de réactions aux stimuli allergènes, d'une part, et aux irritants non spécifiques, d'autre part. On sait maintenant que

des médiateurs interviennent également, mais leur rôle chez l'homme est encore mal connu. La fonction pulmonaire est aussi un facteur susceptible d'influencer la sensibilité; on a en effet constaté une corrélation entre celle-ci et le volume expiratoire maximal/seconde. Le tissu sur lequel l'irritant va agir présente également de l'importance: chez les jeunes en particulier, c'est souvent le nez qui est le plus sensible, alors que les bronches réagissent plus lentement et à de hautes concentrations d'irritant. Chez les gens plus âgés, la situation se trouve d'ordinaire inversée et ce sont les bronches qui sont le plus sensibles. On connaît enfin le rôle joué par l'hérédité dans la détermination de la sensibilité.

Selon le Professeur *Orie*, on a maintenant besoin beaucoup plus qu'autrefois d'une évaluation quantitative des irritants (au moyen de différents paramètres, chez différents sujets) et de connaissances plus étendues sur les médiateurs éventuels et sur la protection offerte par le plus grand nombre possible de médicaments à action sélective. En santé publique et en médecine pratique, on devrait pouvoir prévenir beaucoup de maladies en éliminant de l'entourage du malade le plus grand nombre possible de sources d'irritation, en le protégeant au moyen de médicaments appropriés et en sélectionnant, pour les professions fortement exposées, des individus chez qui on a pu démontrer un seuil élevé d'irritation bronchique.

Cancer du poumon

Il n'est pas impossible que le cancer du poumon soit un des effets retardés de la pollution atmosphérique, mais la relation éventuelle entre les deux reste extrêmement douteuse. Cette hypothèse est partiellement étayée par le fait que la mortalité par cancer du poumon est beaucoup plus élevée parmi les habitants des villes et que, d'autre part, on sait que les hydrocarbures polycycliques cancérigènes — en particulier le benzo-3,4 pyrène — figurent parmi les polluants atmosphériques. Il ne peut cependant y avoir de relation directe de cause à effet entre le cancer du poumon et les hydrocarbures polycycliques présents dans l'atmosphère, comme le montrent les observations suivantes. C'est dans l'atmosphère des villes du Royaume-Uni, au début du siècle,

qu'ont dû se rencontrer les plus fortes concentrations d'hydrocarbures polycycliques, car les centres des villes étaient fortement peuplés et l'on utilisait d'importantes quantités de charbon dont la combustion était moins complète que de nos jours. Depuis cette époque, la teneur de l'air en hydrocarbures n'a cessé de baisser. Même si l'on admet qu'il faut une période de vingt ans ou plus pour que se développe un cancer du poumon, il est évident que c'est une diminution de la concentration des hydrocarbures polycycliques qui a coïncidé avec l'accroissement de la fréquence des cancers pulmonaires.

D'autres faits encore vont à l'encontre de la possibilité d'une relation entre la pollution atmosphérique et le cancer du poumon. Dans des pays comme la Finlande, par exemple, où les niveaux de pollution sont bas, la mortalité par cancer pulmonaire est forte. Dans les îles anglo-normandes où la consommation de cigarettes est la plus forte du monde, la pollution atmosphérique est insignifiante, mais la fréquence des cancers pulmonaires très élevée. Aux Etats-Unis d'Amérique, une enquête menée par la secte religieuse des Adventistes du Septième Jour, dont les membres ne fument pas, a montré que les taux de cancer du poumon étaient les mêmes parmi eux, qu'ils vivent dans des zones polluées ou non polluées. Le Dr *J. Clemmesen* a décrit les résultats d'une série d'enquêtes effectuées au Danemark, qui mettent en évidence quelques-unes des difficultés auxquelles risquent de se heurter les études épidémiologiques sur le cancer du poumon. La première étape de ces enquêtes a consisté à déterminer si l'augmentation de la fréquence du cancer pulmonaire signalée depuis le début du siècle était réelle. L'importance de cette augmentation est en fait difficile à établir avec certitude, ne serait-ce que parce qu'à cette époque les statistiques de mortalité n'étaient pas ventilées par sexe. De plus, la même affection pouvait faire l'objet d'un diagnostic différent suivant qu'il s'agissait de femmes ou d'hommes car ces derniers acceptaient plus volontiers de se faire hospitaliser; chez les femmes, soignées à domicile, le cancer du poumon était souvent pris pour une broncho-pneumonie. Pour déterminer si l'augmentation de la fréquence du cancer pulmonaire était due à un meilleur diagnostic et, par conséquent, n'était qu'apparente, on a réexaminé tous les cli-

chés radiographiques pris lors d'examens de dépistage de la tuberculose pulmonaire. Cette étude a été circonscrite aux sujets de plus de 40 ans afin d'éviter que la balance ne penche indûment du côté des groupes d'âge les plus jeunes puisque ceux-ci sont plus nombreux à être radiographiés en vue du dépistage de la tuberculose. Les résultats ont fait apparaître une augmentation réelle de la fréquence des cancers pulmonaires. De plus, pendant la période où cette hausse a été la plus forte, la qualité du diagnostic, ainsi que les pourcentages d'admission à l'hôpital, de confirmations histologiques et d'autopsies sont tous restés inchangés.

La certitude de cette augmentation s'est encore trouvée confirmée par le fait que, si la totalité des décès attribués à la pneumonie ou à la broncho-pneumonie parmi les femmes du groupe d'âge 45-64 ans pendant la période couverte par l'enquête avait été due au cancer du poumon, le nombre total de ces décès aurait été inférieur à celui des décès par cancer du poumon dans un groupe similaire en 1953.

Au Danemark, comme ailleurs, l'observation selon laquelle les taux de cancer du poumon sont plus élevés dans les zones urbaines que dans les zones rurales a été avancée comme preuve que la pollution de l'air, et non l'usage des cigarettes, constituait le principal agent causal de la maladie. On a constaté cependant que si l'on tenait compte d'un décalage de 5 ans entre Copenhague et les villes de province, et d'environ 15 ans entre Copenhague et les zones rurales, les courbes par âge coïncidaient de très près. On a donc été amené à penser que les mêmes facteurs pourraient intervenir dans l'étiologie du cancer pulmonaire à la ville et à la campagne et que la différence s'expliquerait simplement par un retard de leur entrée en action dans les petites villes et dans les zones rurales.

Un examen de cohortes successives à la ville et à la campagne a fait apparaître le même décalage et a montré que les courbes par âge se situaient à un niveau d'autant plus élevé que la cohorte était plus jeune. Toutefois, les augmentations n'étaient pas équidistantes et à Copenhague l'écart était particulièrement grand entre les cohortes néas aux alentours de 1875 et 1885, tandis que pour les villes de province, ce même écart se situait 5-10 ans plus tard et que, pour

les régions rurales, les tendances au décalage étaient encore plus grandes. Finalement, il ressortait de la configuration même de l'accroissement des taux de cancer pulmonaire une valeur de pointe de la courbe de répartition par âge qui, au fur et à mesure des années, se déplaçait en même temps que la cohorte vers des âges plus élevés. Il semble donc qu'il existerait un facteur exerçant son influence sur les personnes nées à la même époque. Si un facteur de pollution atmosphérique général constituait la cause principale, la courbe par âge tout entière aurait vraisemblablement marqué un déplacement vers le haut, mais aucune tendance dans ce sens ne s'est dégagée.

En conclusion, bien que le benzo-3-4, pyrène et les autres hydrocarbures polycycliques possèdent incontestablement des propriétés cancérigènes, rien ne démontre qu'ils jouent un rôle appréciable dans la genèse du cancer du poumon aux quantités normalement présentes dans l'air. Si la pollution de l'air ne peut être totalement exclue des causes de la maladie, ses effets — s'ils existent — sont insignifiants par rapport à ceux qu'entraîne l'usage de la cigarette.

Le cas particulier de l'oxyde de carbone

La pollution de l'air par l'oxyde de carbone mérite une attention particulière. Mise à part la fumée de cigarette, les gaz d'échappement des véhicules à moteur constituent la seule source importante d'oxyde de carbone dans les zones urbaines. C'est pourquoi de nombreuses enquêtes ont été faites sur les concentrations de cette substance dans l'air des villes. A une date plus récente, on a entrepris de mesurer les quantités d'oxyde de carbone contenues dans le sang des conducteurs de véhicules à moteur et d'autres personnes exposées aux gaz d'échappement pendant de longues périodes, par exemple les agents de la circulation.

M. P. Chovin et M. L. Truffert (France) ont présenté une communication sur la répartition de l'oxyde de carbone dans les agglomérations urbaines. Les concentrations observées dépendent d'un certain nombre de facteurs, à savoir:

a) l'emplacement de l'appareil de prélèvement, en particulier selon qu'il est placé au centre ou au bord de la voie de circulation, ou qu'il se trouve en un point où les voitures s'arrêtent et repartent souvent;

b) la hauteur de l'appareil par rapport au sol (les gaz d'échappement sont d'ordinaire émis à moins d'un mètre du sol);

c) la vitesse du vent (l'oxyde de carbone est dispersé plus vite lorsque la vitesse du vent dépasse 2 m/seconde au niveau des toits des maisons bordant la voie de circulation);

d) le nombre des véhicules qui défilent devant l'appareil; les voitures roulant vite provoquent des courants d'air qui augmentent la dispersion de l'oxyde de carbone, tandis que les voitures immobilisées produisent plus d'oxyde de carbone (en particulier si leurs carburateurs sont mal réglés) par le fait qu'au régime de ralenti, le mélange carburant-air est plus riche.

A Paris, on a divisé la ville en 317 carrés dans chacun desquels on a choisi un emplacement d'échantillonnage situé à un point de risque maximal pour les piétons, les personnes particulièrement exposées aux effets des gaz d'échappement tels que les agents de police, ainsi que les personnes vivant au rez-de-chaussée des immeubles riverains des voies intéressées. On prélève chaque mois, à chacun de ces emplacements, quatre échantillons instantanés, ce qui représente en tout un peu plus de 15 000 prélèvements par an. Les résultats obtenus permettent d'établir des cartes illustrant la répartition de l'oxyde de carbone dans l'agglomération urbaine.

Outre l'analyse des concentrations d'oxyde de carbone décrite ci-dessus, on a également étudié la teneur en carboxyhémoglobine du sang de 331 agents parisiens de la circulation dont chacun restait de service pendant cinq heures au centre d'un croisement où la pollution était très élevée. Parmi les agents non fumeurs, on a trouvé un taux de carboxyhémoglobine égal à environ la moitié de celui qui correspondrait à l'équilibre entre le sang et la quantité d'oxyde de carbone contenu dans l'air du carrefour. Des essais ont été également pratiqués selon une méthode mise au point par le Service de recherche sur la pollution de l'air du Conseil de la Recherche médicale de Grande-Bretagne, qui ne nécessite le prélèvement que de 0,1 ml de sang, sur des agents de la police londonienne de la circulation, des conducteurs de véhicules automobiles, des fonctionnaires des douanes ainsi que des personnes voyageant sur des bacs à automobiles, qui sont exposés à de fortes concentrations d'oxyde de

carbone. Chez les non-fumeurs, les tests ont fait apparaître des taux de carboxyhémoglobine généralement inférieurs à 2 % du taux de saturation, tandis que pour les fumeurs les chiffres se situaient entre 4 % et 6 %.

Il existe donc une très grande marge entre les concentrations de carboxyhémoglobine dans le sang des personnes exposées aux gaz d'échappement et la saturation à 66 % qui est d'ordinaire fatale. Ce dernier chiffre correspondrait en fait à une concentration atmosphérique de 1500–2000 parties par million, alors que les concentrations mesurées dans les rues dépassent rarement 30 parties par million avec des pointes passagères qui peuvent atteindre 360 parties par million. La question est donc de savoir si d'aussi faibles concentrations d'oxyde de carbone peuvent avoir des effets physiologiques appréciables. Or, la littérature contient de nombreuses descriptions d'effets de ce type, notamment des perturbations de l'acuité visuelle, des diminutions du champ de vision rétinien et de la sensibilité de la rétine au vert et au rouge, des modifications de l'activité réflexe, l'oubli des comportements appris et une diminution de la faculté d'effectuer des mesures délicates. Mais on pense aujourd'hui que beaucoup des travaux effectués dans le passé n'ont pas donné de résultats valables, du fait qu'ils n'étaient pas effectués dans des conditions suffisamment rigoureuses. Le Service de recherche sur la pollution de l'air du Conseil de la Recherche médicale de Grande-Bretagne effectue actuellement une série d'expériences soigneusement contrôlées. Les résultats préliminaires n'ont fait apparaître aucune diminution de l'aptitude à distinguer les caractéristiques de certains signaux acoustiques et optiques lorsque le taux de carboxyhémoglobine dans le sang est égal à 10 % du taux de saturation.

L'action de l'oxyde de carbone ne s'exerce pas seulement sur le sang. C'est ainsi que chaque bouffée de fumée de cigarette inhalée par un fumeur met l'épithélium bronchique en contact avec une concentration d'environ 2 % d'oxyde de carbone qui serait certainement létale si elle était inhalée de façon continue pendant une courte période par respiration de l'air ambiant. En plus des effets physiologiques des faibles concentrations d'oxyde de carbone sur le sang, il conviendrait donc d'étudier ces effets sur d'autres tissus.

Critères, indices et normes de qualité de l'air

Les dernières séances du symposium ont été consacrées à l'examen des critères, indices et normes de qualité de l'air. Les participants ont pris pour base de leurs discussions les principes et définitions arrêtés en 1963 par le symposium interrégional de l'OMS sur les critères et les méthodes de mesures de la pureté de l'air, et approuvés par le Comité OMS d'experts des Polluants atmosphériques¹.

Les participants au symposium ont proposé d'ajouter aux définitions des critères et indices données par le Comité d'experts la définition ci-après concernant les «normes»:

Les normes de qualité de l'air sont des indices qui ont été adoptés par un pays et dont l'application a été rendue obligatoire. Chaque pays définira ses normes à la lumière de ses propres problèmes.

Le Professeur *M. S. Goldberg* a fait observer que l'URSS pouvait être considérée comme un pionnier en ce qui concerne l'établissement d'une législation sur les concentrations maximales admissibles des substances nocives dans l'atmosphère des zones urbaines. Le Professeur *V. A. Rjazanov* avait commencé d'effectuer des études expérimentales dans ce domaine dès 1949; son objectif était de déceler les très petites modifications des réactions de défense et d'adaptation de l'organisme provoquées par les microconcentrations de substances toxiques dans l'atmosphère et de découvrir quel est le taux maximal biologiquement inoffensif. C'est ce taux que l'on a adopté en URSS comme concentration maximale admissible. Jusqu'à ce jour, ce taux a été fixé pour 95 substances isolées et 17 combinaisons de 2 à 4 substances, qui peuvent se trouver dans l'atmosphère.

Pour la concentration maximale admissible momentanée d'une substance nocive dans l'atmosphère, l'URSS fixe une valeur inférieure à la fois au seuil olfactif et au seuil de toute réaction réflexe subsensorielle et, plus particulièrement, celles qui sont susceptibles de provoquer des modifications dans l'état fonctionnel du cortex cérébral. Pour les moyennes quotidiennes de concentrations maximales admissibles, les valeurs adoptées ont pour but d'empêcher toute modification

¹ *Org. mond. Santé Sér. Rapp. techn.*, 1964, no 271.

fonctionnelle indicative soit d'une divergence par rapport à l'optimum physiologique de l'organisme, soit de la mobilisation d'un mécanisme de défense.

Il est reconnu, en URSS, qu'il n'est pas toujours possible d'assurer que les concentrations de polluants atmosphériques soient inférieures aux concentrations maximales admissibles fixées. La législation autorise donc, pendant une période déterminée, des niveaux légèrement plus élevés. On établit donc en fait une distinction entre les «normes d'hygiène» basées sur des critères scientifiques, médicaux ou physiologiques, et les «normes sanitaires» qui tiennent compte des difficultés matérielles auxquelles se heurte l'application des normes d'hygiène dans une zone déterminée.

Aux Etats-Unis d'Amérique, des mesures législatives concernant les normes de qualité de l'air ont été prises à l'échelon des Etats en même temps qu'à l'échelon fédéral. C'est ainsi que le Département de la santé de l'Etat de Californie a adopté, en 1959, des normes de qualité de l'air qui définissent trois niveaux différents de pollution:

- 1) le niveau de pollution nuisible, c'est-à-dire celui où la pollution produira une irritation des sens, des dégâts à la végétation, une réduction de la visibilité ou des effets similaires;
- 2) le niveau de pollution grave, c'est-à-dire celui auquel se produiront des altérations des fonctions organiques ou des réactions pouvant conduire à une maladie chronique;
- 3) le niveau de pollution critique, c'est-à-dire celui où il est probable que se produiront des maladies aiguës ou des décès dans les groupes vulnérables de la collectivité.

Des normes ont été aussi fixées pour la teneur en hydrocarbures et en oxyde de carbone des gaz d'échappement des véhicules à moteur. A l'échelon fédéral, la loi de 1967 sur la qualité de l'air stipule la mise au point de critères de la qualité de l'air ainsi que l'adoption de normes de la qualité de l'air par chaque Etat; en plus de la Californie, plusieurs Etats ont déjà adopté des normes de ce type.

Considérant les mesures prises dans certains pays en ce qui concerne l'établissement de critères, d'indices et de normes, ainsi que l'opinion

exprimée par le Comité OMS d'experts des Polluants atmosphériques, à savoir qu'il serait bon d'avoir très prochainement des indices internationaux de la qualité de l'air¹, les participants au symposium ont cherché à déterminer s'il y avait lieu de recommander que de tels indices soient maintenant fixés pour la Région européenne. Ils ont été généralement d'accord sur les principes à suivre pour l'établissement des indices, mais ont estimé qu'il existait certaines difficultés pratiques, comme le fait apparaître la comparaison entre les concentrations maximales admissibles adoptées par plusieurs pays. Le symposium a jugé qu'il serait regrettable de publier des indices qui ne seraient pas fondés sur des données absolument incontestées. Il faudrait donc commencer par évaluer les informations disponibles, effectuer, le cas échéant, de nouvelles recherches et vérifier les résultats de valeur douteuse. Un groupe de travail devrait être créé à cet effet. Si l'on publie des indices internationaux de qualité de l'air, ils seront utilisés par des pays très divers dont les conditions sociales, les systèmes administratifs et juridiques et les degrés de développement varient considérablement. Dans ce cas, les pays les moins développés ne devraient pas se fixer de normes trop élevées étant donné qu'ils peuvent ne pas disposer des ressources nécessaires ou ne les réunir qu'au détriment d'autres questions de santé publique importantes telles que les approvisionnements en eau pure. Les pays développés, par contre, doivent s'imposer des normes rigoureuses qui leur donneront l'impulsion nécessaire pour continuer la lutte contre la pollution atmosphérique. Il faudrait donc conseiller aux pays en développement d'élaborer, pour leur divers problèmes de santé publique, un système de priorités dans lequel la lutte contre la pollution de l'air occupera la place qui convient. Ces pays devront toujours veiller soigneusement à l'emplacement des usines étant donné qu'une usine mal située peut polluer l'atmosphère environnante pendant de nombreuses années. Certains participants ont estimé qu'on attachait peut-être trop d'attention à la question des indices et des critères, ainsi qu'à la nécessité pour les pays d'établir des normes de qualité de l'air. Une formule plus pragmatique a été adoptée par

¹ *Org. mond. Santé Sér. Rapp. techn.*, no 271, 15.

le Royaume-Uni (Alkali Act) où il est obligatoire d'utiliser les meilleurs moyens possibles de limiter les émissions de polluants ammoniacaux, sans que des limites maximales soient fixées par la loi, sauf dans un petit nombre de cas. En ce qui concerne les autres polluants, les autorités chargées d'assurer le respect des dispositions légales imposent des limites considérées comme conformes aux meilleurs moyens existants qu'il est possible d'appliquer à la lutte contre la pollution, et qui tiennent souvent compte des conditions locales. Aux termes du Clean Air Act, on pourra lutter contre les émissions de fumées domestiques en créant, sous l'égide des autorités locales, des zones «sans fumée»; le rôle du Gouvernement se limite alors à faire pression sur ces autorités pour qu'elles prennent les dispositions nécessaires. La politique adoptée par le Royaume-Uni consiste donc à prendre des mesures pratiques énergiques en vue de diminuer la pollution, ce

que l'on considère actuellement comme plus important que de tenter de définir la composition exacte de ce qui pourrait être finalement admis comme de l'air pur. Les concentrations dans l'air de certaines substances spécifiques, telles que l'oxyde de carbone, le plomb, les fluorures et l'amiante, devraient être constamment sous contrôle et il faudrait les étudier à la lumière des progrès les plus récents de la médecine, plutôt que par rapport à une norme.

Le symposium a conclu que bien que la publication d'indices internationaux de qualité de l'air puisse aider les pays à évaluer leurs problèmes de pollution atmosphérique, il ne faut pas attendre cette publication ni l'adoption de normes nationales pour prendre des mesures pratiques. La nature des dispositions à prendre est d'ordinaire évidente et aucun retard ne devrait être apporté à l'élaboration de programmes de lutte contre la pollution atmosphérique.