

# PRINCIPES GÉNÉRAUX DE LA LUTTE CONTRE LA POLLUTION DE L'AIR

S. R. Craxford <sup>a</sup>

## TABLE DES MATIÈRES

	Page		Page
Introduction . . . . .	9	Fumée . . . . .	14
Santé et qualité de vie . . . . .	10	Dioxyde de soufre . . . . .	14
Qualité de vie — définition des problèmes . . . . .	10	Emanations de produits chimiques . . . . .	15
Santé — définition du problème . . . . .	11	Emissions malodorantes provenant des « pro- fessions gênantes » . . . . .	15
Protection de la santé par fixation de limites pour la pollution de l'air . . . . .	12	Législation contre la pollution existante . . . . .	16
Objectifs à long terme . . . . .	12	Pénalités et subventions . . . . .	17
Objectifs à court terme . . . . .	13	Moyens météorologiques . . . . .	18
Polluants spéciaux . . . . .	13	Autorisation des installations nouvelles . . . . .	18
Problèmes économiques . . . . .	13	Urbanisme et aménagement rural . . . . .	20
Possibilités techniques de réduction de la pollution atmosphérique . . . . .	13	Pollution due à la circulation routière . . . . .	21
Particules en suspension . . . . .	14	Enquêtes . . . . .	22
		Rôle du grand public . . . . .	24

## INTRODUCTION

La demande d'air pur vient, en dernière analyse, du grand public, par exemple d'un paysan qui constate que les émanations d'une usine voisine rendent la vie dans son village bien moins agréable que dans les villages voisins ou des habitants d'une zone plus étendue qui craignent que la réalisation d'un projet de développement industriel ne provoque une pollution désagréable ou nuisible. Il peut se faire que les habitants d'une ville aient constaté que la pollution de l'air est plus marquée dans leur ville que dans d'autres du même pays, ou même, au niveau national, que les citoyens d'un pays se soient rendu compte que la pollution atmosphérique qu'ils

doivent supporter est pire que dans bien d'autres pays. De plus, des plaintes viennent de ceux qui sont peut-être un peu effrayés par l'échelle de la technique moderne et par le risque que les émissions de polluants qui en résultent puissent conduire à des perturbations de l'équilibre naturel entre espèces vivantes en concurrence mutuelle ou même à des changements catastrophiques du climat de la Terre.

Ces pressions peuvent s'exercer soit pour obtenir une législation nouvelle, soit pour réclamer l'application plus énergique de la législation existante. Il est probable que les arguments seront très simplistes, ne tenant compte que d'un aspect d'un complexe de problèmes qui vont bien au-delà de la pollution de l'air. On exigera une action de la part des hommes politiques qui sont à la tête du pays et qui constituent la source première du pouvoir.

<sup>a</sup> Consultant en réduction de la pollution de l'air, 24 Field Lane, Letchworth (Angleterre).

A ce stade, les premières questions exigeant une réponse portent sur la validité des plaintes et la gravité de la situation qui les a motivées, de façon à pouvoir inscrire l'action réclamée à la place qui convient dans la liste des demandes d'ouverture de crédits. Les réponses dépendront d'avis d'ordre technique et d'ordre médical, mais la décision finale est d'ordre politique. Elle est fonction, entre autres choses, de la mesure dans laquelle le grand public ou l'industrie sont disposés à accepter les remèdes qui pourraient s'imposer.

Vient ensuite le problème — ou l'ensemble de problèmes — des solutions techniques envisageables, compte tenu de leurs conséquences économiques possibles. Les questions suivantes concernent les moyens législatifs et administratifs nécessaires pour appliquer la solution technique choisie. Ici encore, la décision définitive est entre les mains des hommes politiques. Enfin, il faut prendre des mesures pour évaluer l'amélioration due aux changements législatifs ou administratifs effectués. Comme ces améliorations auront pour effet inévitable un certain coût pour l'économie, tout au moins à court terme, il ne faut jamais perdre de vue le rapport entre la valeur du résultat obtenu et le coût correspondant.

Dans le présent chapitre, nous examinons les diverses possibilités qui se présentent aux divers stades du processus de prise de décisions, depuis l'instant où l'on soupçonne que l'état de l'air laisse à désirer jusqu'à l'évaluation finale des avantages tirés des efforts consentis. Nous employons ici le mot « examiner » pour indiquer que la variété presque infinie des circonstances dans lesquelles se posent les problèmes de pollution atmosphérique rend tout à fait impossible de suggérer des solutions toutes faites en présence d'un problème spécifique. Nous avons cependant cherché à exposer les principes généraux. Il y a toujours des difficultés de communication entre les experts de deux disciplines. Ce chapitre a donc été rédigé en pensant tout particulièrement à la limite qui sépare science et administration. Nous espérons avoir donné assez d'exemples pour rendre bien clairs les divers problèmes. Certaines des solutions citées, tant administratives que techniques, sont traitées bien plus en détail dans les chapitres suivants.

Nous examinons d'abord comment résoudre les problèmes existants, puis comment éviter l'apparition de problèmes nouveaux. Deux questions sortent un peu de ce cadre, la pollution due à la circulation routière et les enquêtes sur la pollution; nous les traitons séparément à la fin du chapitre.

## SANTÉ ET QUALITÉ DE VIE

D'après l'Organisation mondiale de la Santé, la santé est « un état de complet bien-être physique, moral et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité ». Cela signifie, en fait, que, dans l'étude des problèmes de pollution atmosphérique, il faut tenir compte à la fois de la santé — au sens habituel de ce mot — et de la qualité de la vie. On peut dire qu'un air est pollué lorsque la concentration de l'un quelconque de ses constituants secondaires est assez élevée pour menacer la santé de l'homme ou des animaux ou pour nuire à la qualité de vie par le dépôt de poussières et de saletés, l'émission d'odeurs désagréables, la réduction de l'ensoleillement, etc. Il faut ajouter à cette liste les dommages à l'environnement, au sens plus général déjà cité (voir p. 9).

La pollution de l'air touche un bien plus grand nombre de personnes sous forme d'une forte réduction de la qualité de vie que sous forme de mauvaise santé et, dans bien des parties du monde, l'état actuel de l'opinion est tel qu'on réclame l'application immédiate de remèdes, qu'il s'agisse de qualité de vie ou de santé. Les pressions sont cependant peut-être un peu plus fortes dans ce dernier cas, mais, souvent, le grand public ne fait pas une distinction nette entre les deux et tend à supposer entre ces deux domaines des liens plus étroits qu'ils ne sont peut-être en réalité.

### Qualité de vie — définition des problèmes

On dit que la pollution de l'air réduit la qualité de vie lorsqu'elle rend celle-ci moins agréable, mais sans porter atteinte à la santé, au sens médical du mot. Il n'y a donc pas lieu de faire des mesures ou de déterminer des niveaux de pollution: une nuisance spécifique dans une zone donnée est apparente pour tout être humain normal dont les sens n'ont pas été émoussés par la fatigue ou l'adaptation (l'hydrogène sulfuré, par exemple, affecte le nerf olfactif de telle façon qu'après une exposition assez courte il devient impossible à détecter par l'odorat). Les particules en suspension et la nuisance qu'elles causent sont évidentes à l'œil nu, mais il peut être utile d'étayer une protestation par quelques mesures simples au moyen d'une jauge de dépôt pour montrer de combien le taux de dépôt excède celui d'une zone de propreté normale. Les particules en suspension ne vont pas loin dans l'atmosphère avant de se déposer et, en tout lieu, la source de dépôts excessifs doit être

évidente sans qu'on doive procéder à des études élaborées, au moyen de jauges directionnelles.

La nuisance associée aux émissions malodorantes est, elle aussi, évidente et n'exige pas non plus la confirmation par des mesures. La notion de « nuisance » est subjective et n'est pas définie en termes de concentration de telle ou telle substance. De toute façon, la plupart des substances malodorantes qui suscitent des plaintes sont excessivement désagréables à des concentrations si faibles qu'on ne peut les détecter chimiquement sans employer des techniques élaborées et coûteuses. Le mieux à faire est de recruter un groupe d'observateurs à l'odorat développé, chargés de signaler tous les jours la présence ou l'absence de l'odeur et son intensité. Des rapports sur ce point provenant par exemple de pharmaciens et de professeurs de chimie des écoles locales sont bien plus fiables que ceux venant du grand public. De cette façon, il est parfois possible d'établir un rapport entre une odeur et des déficiences spécifiques (fuites, etc.) à l'usine d'où elle provient.

La réduction de l'ensoleillement est de nature assez différente, car elle peut être due à une pollution générale, provenant d'une autre région. Il est facile, avec des appareils simples, de mesurer de façon continue l'ensoleillement et de comparer les résultats avec ceux d'une zone voisine, mais moins polluée. La comparaison doit être guidée par un météorologiste, car l'ensoleillement peut varier d'un endroit à un autre pour des raisons sans aucun rapport avec la pollution atmosphérique; par exemple, les régions côtières sont souvent plus ensoleillées que des endroits, tout aussi pollués, situés quelque peu à l'intérieur.

Toute législation contre la pollution doit tenir pleinement compte du problème de la qualité de vie et de sa réduction.

### Santé — définition du problème

Les mesures prises en vue de réduire la pollution atmosphérique pour raisons de santé peuvent avoir trois origines: il s'est produit un incident qui a été suivi d'une augmentation de la mortalité ou de la morbidité, clairement attribuable à la pollution; il existe dans la région une usine dont pourraient provenir des émissions dangereuses; la structure industrielle et démographique d'une région est jugée susceptible de produire une pollution généralisée supérieure aux niveaux acceptables.

Le cas du smog à Londres en 1952 est un exemple classique d'un événement qui a été suivi de mesures

sages. Bien avant cette date, on savait que le niveau moyen de la pollution de l'air à Londres était élevé, mais les conseillers techniques avaient peut-être mal apprécié l'élévation possible au-dessus de la moyenne les jours où les conditions météorologiques étaient particulièrement défavorables et les conséquences qui en résultaient; ou s'il en étaient conscients, ils n'avaient pas réussi à convaincre les autorités de la nécessité urgente de réduire la pollution. Le 4 décembre 1952, il s'est produit au-dessus de Londres une stagnation de l'air due à une inversion thermique, ce qui a empêché la ventilation naturelle de la ville. Cet état de choses a duré quatre à cinq jours et la pollution a atteint environ 20 fois son niveau moyen, précipitant le décès de quelque 4000 personnes — pour la plupart des personnes âgées souffrant de maladies des bronches. Cela a provoqué de la part des hommes politiques l'exigence de mesures immédiates, avec suffisamment d'énergie pour faire taire la prudence administrative normale, qui tend à retarder toute action jusqu'à ce que les conseillers techniques soient certains de tous les faits pertinents, même si ce délai se prolonge indéfiniment.

Des nombreux polluants accumulés dans le smog, quel était celui ou ceux qu'il fallait rendre responsables de cette mortalité élevée? On l'ignorait, bien que la fumée de charbon vienne immédiatement à l'esprit; mais les oxydes du soufre ou d'autres polluants pouvaient tout aussi bien avoir été la cause. Pour des raisons techniques, on put agir rapidement de façon à réduire les émissions de fumée, sans grandes difficultés économiques, tandis qu'il aurait été techniquement impossible d'y parvenir dans le cas des oxydes du soufre et que, même à plus long terme, il aurait été économiquement impossible d'obtenir davantage qu'une assez faible réduction. En fait, on a pris une décision d'ordre politique pour réduire immédiatement les émissions de fumée et les résultats ont été spectaculaires. La santé des bronchitiques ne dépend plus des variations de la pollution dont s'accompagnent à Londres les fluctuations météorologiques. Cet incident doit nous apprendre qu'une action rapide peut s'imposer, sans attendre que les conseillers techniques aient mis tous les points sur les i, et que cette action peut être couronnée d'un plein succès.

Le point suivant concerne les mesures à prendre dans une région où il existe un risque d'émissions particulièrement toxiques. C'est le cas, par exemple, au voisinage des usines travaillant le plomb où, si l'équipement de dépoussiérage est inadéquat ou mal entretenu, il peut y avoir émission de poussières

contenant des composés du plomb. Certaines de ces poussières peuvent retomber dans le voisinage immédiat, mais les particules plus fines peuvent rester en suspension. Il faut analyser régulièrement des échantillons de poussières — prélevés tant dans les dépôts que dans les particules en suspension— et, si leur teneur en plomb augmente exagérément, doser le plomb dans le sang d'habitants de la localité. Pour la même raison, il faut aussi analyser régulièrement des échantillons de poussières au voisinage des fonderies de zinc pour voir s'il y a émission de cadmium, ainsi qu'autour des usines utilisant l'amiante et le béryllium. Il ne suffit pas d'attendre l'apparition de troubles de la santé chez les habitants.

La dernière catégorie de problèmes concerne la possibilité que, dans une zone urbaine donnée, le niveau général de pollution puisse, au moins occasionnellement, être excessif. Nous savons aujourd'hui beaucoup de choses sur les rapports entre les niveaux de pollution et les émissions dans différentes conditions météorologiques et nous disposons de résultats d'enquêtes détaillées pour de nombreux types de villes. Un consultant expérimenté doit donc pouvoir donner une estimation raisonnable des niveaux de pollution à escompter, en se fondant sur une inspection visuelle de la topographie de la ville et de sa structure industrielle et résidentielle et sur le climat de la région. Si cette estimation montre que les concentrations de polluants ont la moindre chance d'approcher un niveau indésirable, il faut le vérifier par une courte série de mesures à l'endroit le plus vulnérable. Il n'est pas nécessaire d'attendre une enquête détaillée, durant plusieurs années, avant de commencer à agir. En fait, exiger d'attendre les résultats de cette enquête ne peut guère être qu'un prétexte pour retarder les mesures à prendre. Une enquête assez détaillée pour guider l'application d'un programme de lutte et vérifier son efficacité est un élément essentiel de ce programme; nous en parlerons plus loin. Toutefois, il est possible de prendre des mesures efficaces avant même de disposer des résultats d'une enquête.

### PROTECTION DE LA SANTÉ PAR FIXATION DE LIMITES POUR LA POLLUTION DE L'AIR

Dans la section précédente, nous avons supposé qu'il était possible de fixer des concentrations limites de polluants en vue de protéger la santé. L'OMS a fait de grands efforts pour définir ces

limites et, en 1972, la situation a été examinée par un Comité d'experts. La présente section énonce brièvement les principes généraux qui ont inspiré les travaux de ce Comité; on trouvera au chapitre 3 l'exposé des résultats obtenus et l'essentiel du rapport final <sup>a</sup>.

Dans toutes les collectivités, on constate que la sensibilité des individus aux effets de la pollution de l'air est extrêmement variable. A une extrémité de la gamme, certains adultes en bonne santé peuvent supporter des concentrations assez élevées sans en souffrir; à l'autre extrémité se trouvent des sous-groupes particulièrement sensibles, notamment les personnes très âgées ou très jeunes et les malades, et, tout au bout, quelques personnes ne pouvant supporter aucun stress supplémentaire, quel qu'il soit. La protection de la collectivité est donc une notion statistique; dans ce manuel, elle est prise dans le sens d'une « protection évitant toute atteinte grave à la grande majorité de la population, même aux personnes appartenant aux sous-groupes sensibles ». Il ne serait pas réaliste de chercher à donner une définition plus précise. Une autre difficulté est que les données d'ordre médical sur l'influence de la pollution de l'air sur la santé ne fournissent pas aux dirigeants des indications claires sur les rapports entre les dommages causés, l'exposition et la concentration des polluants. Pour des raisons pratiques et éthiques, il est peu probable que cette difficulté soit surmontée dans le proche avenir. Il faut donc prendre des décisions, dès maintenant si possible, d'après les données disponibles.

Les résultats obtenus montrent qu'il est possible de définir pour les polluants courants des limites très approximatives au-dessous desquelles ils semblent inoffensifs. En général, ces limites varient avec le critère adopté et peuvent, par exemple, être différentes pour l'exacerbation des symptômes de la bronchite et pour l'incidence des crises d'asthme. Les limites varient d'un sous-groupe à l'autre et peuvent dépendre de conditions climatiques et autres. Cependant, malgré ces incertitudes, les experts ont estimé que les données disponibles fournissent bien une base d'action.

#### Objectifs à long terme

Bien qu'il soit difficile de savoir quels coefficients de sécurité appliquer aux concentrations limites dont

<sup>a</sup> Série de rapports techniques de l'OMS, n° 506, 1972 (*Critères de qualité de l'air et indices relatifs aux polluants de l'atmosphère urbaine*: rapport d'un Comité d'experts de l'OMS).

nous avons parlé dans l'alinéa précédent, le Comité d'experts de l'OMS a été d'avis qu'il doit y avoir entre la concentration limite d'un polluant donné et sa concentration habituelle un niveau intermédiaire auquel il est presque certainement dépourvu d'effet pathogène: ces niveaux pourraient servir d'objectifs à long terme. Le Comité a formulé des recommandations pour les oxydes de soufre, les particules en suspension, le monoxyde de carbone et les oxydants photochimiques <sup>a</sup>, étant entendu qu'elles devraient être révisées lorsqu'on disposerait de plus de données.

### Objectifs à court terme

Le Comité était conscient que, pour des raisons techniques et économiques, peu de pays, sinon aucun, seraient à même d'adopter actuellement les objectifs à long terme proposés. Il a donc recommandé la fixation d'objectifs à court terme, pour l'avenir immédiat, qui empêcheraient au moins les cas de maladie et les décès dans les sous-groupes sensibles. Pour fixer ces objectifs, le rapport du Comité d'experts <sup>b</sup> devrait être un guide utile. Les données ont été choisies dans un ensemble beaucoup plus important et sont raisonnablement représentatives; s'il y a une erreur systématique, elle va dans le sens de la sécurité. Les polluants étudiés dans ce rapport sont le dioxyde de soufre, la fumée en présence de dioxyde de soufre, le monoxyde de carbone et les oxydants photochimiques. Bien que le Comité ait aussi examiné le cas du dioxyde d'azote, il a constaté qu'il ne disposait pas encore d'assez de données pour établir des directives spécifiques concernant la qualité de l'air. Cependant, compte tenu de l'ensemble des études faites, il semble maintenant que les effets nuisibles commencent à apparaître pour une concentration quotidienne moyenne d'environ 100 µg/m<sup>3</sup>.

La fixation du niveau de protection à assurer au-dessus d'un minimum de base réclame, en dernière analyse, une décision politique, car toute amélioration de la protection et toute accélération du programme augmente le coût supporté par la collectivité. Il est donc raisonnable de prévoir que les objectifs à court terme varieront d'un pays à l'autre et, dans chaque pays, avec le temps.

### Polluants spéciaux

Nous avons déjà parlé des polluants toxiques que peuvent produire certaines usines. De nombreux

pays ont publié des listes de « concentrations maximales admissibles » pour ces polluants, qui ne doivent pas être dépassées à l'intérieur de l'usine. Ces listes reposent dans une large mesure sur la réglementation de l'hygiène industrielle aux Etats-Unis. Elles ont été calculées en supposant une exposition de 8 heures par jour, 5 jours par semaine, pour un homme en bonne santé. Comme l'ensemble de la population est exposée à la pollution atmosphérique 24 heures par jour et 7 jours par semaine, et que cette population comprend des personnes très âgées et très jeunes et des infirmes, les concentrations admissibles dans l'atmosphère doivent être très inférieures à celles qui sont tolérées dans les usines; le rapport habituellement retenu est de 10 à 100, suivant les propriétés spécifiques du polluant en cause.

## PROBLÈMES ÉCONOMIQUES

De nombreux auteurs ont souligné le coût de la pollution atmosphérique pour la collectivité. Dans le cas de la pollution générale qui existe aujourd'hui dans de nombreux endroits, en ville et à la campagne, ces arguments ne sont pas très convaincants et il serait difficile de justifier par des motifs économiques la réduction de la pollution de l'air. Dans certains cas, cependant, il peut y avoir d'excellentes raisons d'agir. Par exemple, aux Pays-Bas, on a récemment limité les émissions d'acide fluorhydrique des fabriques d'engrais, parce qu'elles causaient des dégâts dans des champs de fleurs d'importance économique. Il faut donc être vigilant et ne pas perdre de vue la nécessité éventuelle de mesures de ce genre.

## POSSIBILITÉS TECHNIQUES DE RÉDUCTION DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

Dans la plupart des cas où il est nécessaire d'agir pour réduire la pollution de l'air, on dispose de la technique voulue, mais son application peut être coûteuse; les considérations économiques sont alors décisives. Parfois, la meilleure solution est inapplicable, faute de la technique appropriée; il faut dans ce cas se rabattre sur la meilleure solution techniquement possible ou, quelquefois, sur une solution administrative. Les observations qui suivent sur ce qu'on peut faire pour les différents types de polluants résument l'état actuel de nos connaissances.

<sup>a</sup> Voir chapitre 3, p. 37.

<sup>b</sup> Voir chapitre 3.

### Particules en suspension

Une pollution sérieuse par des particules en suspension est souvent due aux vents qui balayent des champs sans couverture végétale ou des déserts; elle peut aussi être provoquée par la circulation automobile sur des routes où on laisse s'accumuler la poussière. Une très grande partie des poussières d'origine industrielle sont l'effet d'un « ménage » mal fait: les voies de communication de l'usine ne sont pas nettoyées et les combustibles ou autres matières qu'elle utilise ou produit restent empilés en plein vent. Le remède est évident. Presque toutes les autres particules en suspension proviennent de foyers industriels et on ne manque pas de moyens techniques de réduire la nuisance ainsi créée; ils vont de chambres de dépôt simples et bon marché à divers types de cyclones et à de grands équipements coûteux tels que les manches filtrantes et les dépoussiéreurs électrostatiques. Tous ces procédés sont utilisés de longue date dans les usines les plus variées et il serait, en général, difficile de prouver que des raisons économiques empêchent de mettre en service un équipement de dépoussiérage approprié. Les particules en suspension ne sont pas dues au chauffage des logements par des foyers ouverts ou des poêles à charbon ou à coke, parce que le tirage de la cheminée n'est pas assez fort pour entraîner des particules de cendres jusqu'à l'extérieur. Par contre, les chaudières de chauffage central au mazout produisent parfois, si les brûleurs sont mal conçus ou mal réglés, de petites particules de charbon qui peuvent retomber dans tout le voisinage. Toute installation brûlant du mazout peut dégager des fumons, souvent imprégnés d'acide sulfurique provenant du soufre contenu dans le combustible; cela se produit quand la cheminée est mal dessinée, de sorte qu'il y a condensation sur les parois et que des particules de charbon peuvent ainsi s'agglutiner avant de se détacher, de temps en temps, et d'être expulsées par morceaux. Ici encore, le remède est simple: isoler ou redessiner la cheminée.

### Fumée

Il est techniquement impossible d'empêcher l'émission de fumée à partir des foyers ouverts alimentés au charbon gras, souvent employés pour le chauffage des habitations, au Royaume-Uni par exemple. La seule solution est de remplacer le charbon par des combustibles solides sans fumée, comme le coke, ou d'adopter un autre mode de chauffage. En revanche, dans le cas de l'industrie

et des petites chaudières de chauffage central, les installations modernes fonctionnant bien ne produisent de fumée que pendant une très courte période, à l'allumage; s'il n'en est pas ainsi, cela prouve que l'installation est désuète ou mal utilisée. La solution est donc d'ordre administratif, compte tenu des aspects économiques de la modernisation.

### Dioxyde de soufre

La combustion du charbon, du coke ou du mazout produit du dioxyde de soufre et soulève deux problèmes, tout à fait distincts. Le premier est de maintenir la concentration au niveau du sol dans des limites que l'on peut considérer comme admissibles du point de vue de la santé. Le second concerne les effets qu'aurait ce composé sur le milieu pris dans son ensemble: il ne s'agit pas seulement de concentrations au niveau du sol, mais de l'importance de l'émission totale.

On peut réduire de diverses façons les concentrations au niveau du sol. La plus simple, et peut-être la plus efficace, est de n'employer, dans les zones vulnérables, que les sources d'énergie qui ne dégagent pas de dioxyde de soufre — le gaz et l'électricité, par exemple — ou du charbon ou du mazout à faible teneur en soufre, qui n'en dégagent que peu. Réserver les charbons de cette catégorie aux villes où le risque est le plus grand implique d'ordinaire un transport à plus longue distance, donc dispendieux; d'autre part, le mazout à faible teneur en soufre est plus coûteux, à qualité égale. Ce moyen a cependant été utilisé en pratique sans conséquences économiques graves. Par exemple, une des grandes centrales électriques du centre de Londres a employé pendant de nombreuses années du charbon pauvre en soufre et, dans le centre de Paris, les restrictions en vigueur depuis plusieurs années sur la teneur en soufre du mazout ne semblent pas avoir causé de graves difficultés économiques.

Si tous ces moyens modifient la répartition géographique des émissions pour protéger le plus possible les zones vulnérables, ils ne réduisent pas la quantité globale de dioxyde de soufre dégagée sur toute la superficie du pays, sauf si les combustibles nécessaires étaient obtenus par désulfuration partielle du charbon ou du mazout de qualité courante. On peut beaucoup réduire la teneur en soufre de certains charbons par les techniques habituelles de lavage qui éliminent une grande partie des pyrites, mais ne peuvent naturellement pas modifier la teneur en soufre organique. Le fonctionnement

normal des raffineries de pétrole a une certaine souplesse qui permet de produire plus d'huile légère contenant peu de soufre au prix d'une augmentation de la teneur en soufre du mazout. Il est techniquement possible d'éliminer et de récupérer une partie du soufre et de réduire ainsi l'émission totale de dioxyde de soufre à consommation égale d'huile brute; ces méthodes sont, en fait, parfois employées mais, malheureusement, elles deviennent de plus en plus coûteuses à mesure qu'on augmente la quantité de soufre éliminé. Dans certains cas, il pourrait être préférable de désulfurer le charbon ou les produits pétroliers indirectement et de réduire les émissions totales de dioxyde de soufre par gazéification et récupération du soufre contenu dans le gaz avant que celui-ci ne soit employé comme source d'énergie. La technique nécessaire est bien connue et d'une grande fiabilité.

La seconde catégorie de moyens permettant de réduire la concentration de dioxyde de soufre au niveau du sol consiste à éliminer ce polluant des gaz de carneau avant qu'ils ne sortent des cheminées d'usine, ce qui aurait l'avantage supplémentaire de réduire l'émission totale. La question est à l'étude depuis 50 ans, mais, des nombreuses techniques proposées, une seule a été appliquée avec succès à grande échelle pendant un certain nombre d'années. Les gaz de carneau sont lavés par de très grands volumes d'eau — environ 20 tonnes par tonne de combustible utilisé — à laquelle on a ajouté un peu de chaux ou de craie. Deux installations de ce genre fonctionnent dans le centre de Londres depuis plus de 20 ans, mais elles ont, pour le public, le grave inconvénient que des panaches de gaz lavé, froid et humide, descendent sur le voisinage où ils causent une pollution plus grave que si le gaz de carneau n'avait pas été lavé et s'était dispersé naturellement; c'est pourquoi l'une de ces installations vient d'être mise hors service. Plusieurs autres procédés de traitement des gaz sont sur le marché, mais il faudrait les étudier avec grand soin avant de pouvoir en recommander un à coup sûr pour une application particulière. En général, le coût de ces méthodes est prohibitif si on ne peut pas les appliquer à très grande échelle. Cet inconvénient disparaît avec une méthode où la combustion se fait en présence d'un alcali qui fixe une grande partie du soufre. Le charbon ou le produit pétrolier (ou tout autre combustible solide) brûle dans un lit fluidisé de sable additionné, suivant le besoin, de chaux ou de dolomie en poudre. Cette méthode a été employée avec succès dans de très petites usines.

Une troisième possibilité est d'employer, pour la dispersion des gaz de carneau, des cheminées bien conçues, de hauteur suffisante et implantées dans des endroits bien choisis, ce qui permet de maintenir la concentration du dioxyde de soufre au niveau du sol aussi bas qu'on peut raisonnablement le demander. Il est à remarquer que c'est la seule méthode qu'on ait beaucoup employée avec succès. De hautes cheminées ne sont jamais bon marché et, lorsque la hauteur nécessaire atteint 200 à 250 m, comme dans les grandes centrales électriques, elles sont extrêmement coûteuses.

On a critiqué cette façon de faire parce qu'elle ne réduit pas l'émission totale dans l'atmosphère et que l'on compte peut-être trop sur l'auto-épuration naturelle de l'air. Jusqu'ici, on n'a pas prouvé que ces processus naturels soient insuffisants, mais il est possible que, dans certaines régions, le transport de la pollution à longue distance, dans des conditions météorologiques particulières, soit nuisible aux lacs, aux forêts et aux sols, en particulier pour les lacs non tamponnés et les sols naturellement acides, comme en Scandinavie. L'Organisation de Coopération et de Développement économiques (OCDE) a commencé une étude, à l'échelon international, du transport de la pollution à longue distance afin de déterminer si des restrictions internationales des émissions sont nécessaires; les résultats ne sont pas encore disponibles. Il faut remarquer aussi que rien n'indique que les très faibles concentrations de dioxyde de soufre que l'on rencontre généralement à la campagne par suite de la pollution provenant des villes puissent être nuisibles, mais on ne dispose que de peu de données sur le rendement des récoltes, etc. Quel que soit le résultat de ces études, et d'autres qui pourraient se révéler nécessaires, il semble que l'on continuera à employer les hautes cheminées, qui sont très efficaces pour réduire les concentrations du dioxyde de soufre au niveau du sol, même si l'on constate qu'il faut diminuer les émissions totales.

#### **Emanations de produits chimiques**

Dans l'état actuel de la technique, il n'y a aujourd'hui aucune raison de tolérer des émissions toxiques ou désagréables de ce genre, puisqu'il est possible de les éviter sans difficultés exagérées sur le plan économique.

#### **Emissions malodorantes provenant des « professions gênantes »**

Ce sont peut-être les formes les plus désagréables de la pollution de l'air; elles proviennent surtout de

petits établissements qui traitent les déchets d'origine animale, les résidus alimentaires, etc., ainsi que des exploitations agricoles intensives, qui peuvent tous créer une nuisance très grave dans une zone très restreinte. On peut souvent obtenir une grande amélioration en exigeant un « ménage » très bien fait et en dessinant l'installation de façon que les gaz malodorants soient le plus possible enfermés et passent à travers des laveurs ou des absorbeurs simples ou, si l'installation comprend une chaudière, à travers un foyer. Comme il s'agit d'exploitations à petite échelle, le problème est en général d'ordre économique. Très souvent, il s'agit d'industries agricoles implantées à la campagne et il est possible de transférer l'installation dans un endroit éloigné des habitations.

### LÉGISLATION CONTRE LA POLLUTION EXISTANTE

Il est clair que, dans chaque pays, la décision de promulguer ou de ne pas promulguer une législation contre la pollution de l'air est d'ordre politique et qu'on ne peut la prendre qu'en tenant compte de nombreux autres facteurs. La question principale sera probablement toujours la suivante: les ressources disponibles ne seraient-elles pas mieux utilisées si elles étaient affectées au logement, aux services sociaux, aux soins médicaux, etc.? Si l'on accepte le principe d'une action législative, plusieurs points d'ordre général doivent être présents à l'esprit.

Le premier est que la loi doit être applicable; il faut pour cela que le public demande une législation, même si elle va un peu plus loin qu'il l'aurait désiré. Il doit cependant y avoir un accord de principe entre le législateur et ceux pour qui il légifère. On peut avoir à préparer le terrain en présentant habilement les faits s'il s'agit de modifier des habitudes anciennes, comme par exemple au Royaume-Uni, quand on a interdit de chauffer les habitations par combustion de charbon dans des foyers. En général, tant pour les industriels que pour les particuliers, modernisation est synonyme de moindre pollution et une législation sage est une législation qui va dans le sens de l'opinion publique et agit comme catalyseur pour accélérer une évolution qui se serait de toute façon produite. En fait, il arrive souvent que le public réclame un progrès plus rapide de l'épuration de l'air et, ne se rendant pas compte des difficultés économiques et techniques à surmonter, s'impatiente de la réaction, trop lente à ses yeux, des pouvoirs publics.

Le point suivant concerne aussi la possibilité d'appliquer les lois, mais du point de vue technique, non du point de vue politique. Le but de toute action contre la pollution de l'air est de ramener la concentration des polluants à des valeurs inférieures aux limites admissibles. Cela doit être énoncé clairement dans le préambule de la législation et les limites spécifiques doivent être indiquées. Cependant, cela ne suffit pas; une loi conçue seulement en termes de ces limites est vouée à l'échec, car, si les limites sont dépassées, il est impossible de savoir qui condamner. Les stipulations spécifiques de la loi doivent être en termes d'émissions à ne pas dépasser et les limites ainsi fixées doivent être choisies de façon que, en général, si la loi est respectée, les concentrations au niveau du sol énoncées dans le préambule seront atteintes. De la sorte, il est facile d'appliquer les condamnations éventuellement nécessaires, parce qu'il est facile de mesurer les émissions de toute installation suspecte.

Enfin, un principe général est qu'il doit être possible techniquement, sans difficultés économiques exagérées, de respecter les limites légales sur les émissions. Dans le passé, l'expression « sans difficultés économiques exagérées » a été une source de malentendus; sa signification est étudiée plus loin (p. 17) au sujet des « meilleurs moyens utilisables en pratique » pour réduire les émissions.

Les autres considérations concernent la souplesse que doit avoir la loi pour pouvoir faire face le mieux possible aux divers problèmes qui se posent. Dans les parties de l'Europe où, en hiver, un chauffage intense des habitations est nécessaire, une grande partie de la pollution dans les villes peut provenir de cette source. Le volume total des émissions polluantes provenant de particuliers peut être inférieur à celui des émissions de l'industrie, mais les cheminées sont beaucoup plus basses et la température relativement faible des gaz émis implique qu'ils ont une faible force ascensionnelle pour aider à leur dispersion. A long terme, ce problème peut être résolu par le chauffage urbain, mais, à court terme, on ne peut réduire la pollution par la fumée qu'en utilisant des sources sans fumée — gaz, électricité, mazout, combustibles solides sans fumée — et la pollution par le dioxyde de soufre que par le recours au gaz, à l'électricité ou à du mazout pauvre en soufre. Comme il est impossible de produire à bref délai de grandes quantités de combustibles, ces modifications ne peuvent être imposées d'un seul coup à l'ensemble d'un pays, ni même aux zones urbaines d'un pays. La législation

doit donc être conçue de façon à permettre une conversion sur un certain nombre d'années et assurer que la fourniture de ces combustibles de remplacement soit réservée, autant que possible, aux villes les plus polluées et que, dans chaque ville, l'action antipolluante soit modulée en fonction des possibilités d'approvisionnement. L'application détaillée de ces modifications peut être confiée, dans une plus ou moins large mesure, aux autorités locales, agissant sous le contrôle de l'administration centrale.

La pollution par les industries existantes pose des problèmes différents, car les contraintes sont d'ordinaire économiques et portent sur le coût d'installation et d'exploitation de l'équipement anti-pollution nécessaire. On admet en général que l'industrie polluante doit supporter ces coûts, mais nous parlerons plus loin de quelques exceptions (voir p. 17). La difficulté porte sur l'établissement de règles sur les émissions. Par exemple, dans le cas de deux usines identiques mais implantées l'une à la campagne, l'autre dans une ville, il peut se faire que, pour la première, les émissions n'aient pas besoin d'être réglementées pour maintenir le niveau de la pollution au voisinage dans des limites acceptables, tandis que, pour la seconde, comme pour les autres principaux pollueurs de la ville, des restrictions sévères s'imposent: la seconde usine deviendrait alors moins concurrentielle que la première. On pourrait aussi imposer les mêmes restrictions aux deux usines de façon à les rendre parfaitement concurrentielles l'une par rapport à l'autre, mais du même coup elles seraient toutes deux vulnérables à l'égard de concurrents étrangers non assujettis à une limitation analogue. Les travailleurs préfèrent souvent tolérer une forte pollution plutôt que de voir une entreprise qui constitue leur moyen d'existence obligée de fermer. De plus, s'il y a dans une ville plusieurs usines de nature différente, comme c'est d'ordinaire le cas, l'application de règles fixes sur leurs émissions peut avoir pour elles des effets économiques très différents. On a souvent constaté que ce sont les installations désuètes qui polluent le plus; elles n'ont donc qu'une vie utile probable très restreinte et il faut tenir compte de ce facteur pour fixer la sévérité des restrictions à appliquer. On peut fort bien résoudre le problème en leur imposant des conditions propres à accélérer leur modernisation.

Il semble clair qu'il faut être très souple dans la réglementation des émissions provenant d'installations existantes et que chaque cas doit être examiné

individuellement. Cela a conduit au principe adopté au Royaume-Uni: appliquer les « meilleurs moyens utilisables en pratique » de réduire les émissions, l'expression en pratique s'entendant tant sur le plan technique que sur le plan économique. Dans chaque cas, c'est un fonctionnaire technicien qui doit juger de l'interprétation à lui donner. Quant aux expressions « économiquement possibles » et « sans provoquer de difficultés économiques exagérées », elles sont très souvent mal comprises. Elles n'impliquent pas qu'on se contentera d'une réduction symbolique des émissions pour pouvoir maintenir des bénéfices élevés. Au contraire, l'industrie est obligée d'aller aussi loin qu'elle peut, sans perdre sa viabilité économique, dans la voie de la réduction de ses émissions, de façon à essayer de les ramener à un niveau où elles n'ont pas d'effets sur la santé et la qualité de vie. Ce but est souvent atteint. Quoique cette façon d'agir avec la souplesse nécessaire ait donné d'excellents résultats dans le passé, l'application de la loi a été une source de malentendus, car le public a souvent eu l'impression que la balance n'était pas tenue égale entre l'industrie et lui. La méthode serait considérablement améliorée si la décision sur le degré de pression à exercer dans un cas donné, au lieu d'être abandonnée au jugement d'un fonctionnaire technicien unique agissant en secret, était prise par un petit groupe, comprenant des techniciens et des non-techniciens, agissant au grand jour.

## PÉNALITÉS ET SUBVENTIONS

On a souvent suggéré que ceux qui polluent l'air devraient être condamnés à une amende. Selon nous, cette doctrine paraît vraiment très dangereuse, car elle conduit à la conclusion que mal faire est moins condamnable si le responsable peut payer. Ce procédé peut certes encourager à réduire les émissions pour échapper aux pénalités, mais il n'oblige pas à le faire et semble sur ce point inférieur à d'autres méthodes plus contraignantes. Il serait peut-être acceptable en principe si le niveau total de la pollution auquel l'installation en cause contribue était assez faible pour n'avoir aucun effet nuisible sur la santé ou la qualité de vie, car dans ce cas, une redevance pourrait être considérée comme analogue à la redevance versée pour utiliser un égout existant. Même dans ce cas, la difficulté d'évaluer la charge imposée à la capacité d'auto-épuration de l'atmosphère par les différents types d'émissions rend presque impossible la formulation de règles équi-

tables. Si la santé ou la qualité de vie est menacée de façon décelable, le problème devient encore plus difficile car les émissions nuisibles en cause — de faibles émissions provenant du chauffage des habitations, par exemple — peuvent avoir beaucoup moins d'effet sur l'ensemble de l'atmosphère que des émissions intenses sans grande action au niveau du sol.

On peut recourir aux subventions pour rendre possible la réduction des émissions nuisibles de telle ou telle installation. Cette façon de faire se justifie lorsqu'il est dans l'intérêt national de maintenir en service une entreprise qui cesserait d'être rentable — et devrait donc arrêter ses activités — si elle avait à supporter la charge de l'équipement anti-pollution, tant en immobilisations qu'en dépenses d'exploitation.

### MOYENS MÉTÉOROLOGIQUES

Dans une zone quelconque, le niveau de pollution auquel les habitants sont exposés est proportionnel à la différence entre le taux d'émission des polluants par les cheminées et le taux auquel ces polluants sont balayés par le vent ou dispersés sans danger dans les couches supérieures de l'atmosphère. Le plus souvent, la pollution est facilement tolérée et ne devient insupportable que dans les cas, assez rares, où le vent tombe complètement et où les processus de dispersion verticale cessent d'agir par suite d'une inversion thermique (c'est-à-dire quand la température de l'air en altitude est supérieure à sa température au niveau du sol). Si cet état de choses persiste un jour ou deux, les concentrations de polluants peuvent être multipliées par 10 ou par 20. Dans ce cas, la situation d'une ville entourée de collines est particulièrement défavorable, car le relief contribue à freiner la dispersion des polluants.

La plupart des services météorologiques nationaux publient des prévisions sur la situation générale pendant les 24 ou 48 heures à venir. En concentrant leur attention sur les zones particulièrement vulnérables, ils peuvent prévoir des arrêts de la ventilation naturelle comme celui dont il vient d'être question. On a proposé que ces prévisions servent de base pour mettre temporairement hors service les émetteurs importants qui contribueraient à la pollution enfermée sous une inversion thermique ou pour exiger qu'ils réduisent leurs émissions, soit en employant un combustible à plus faible teneur en soufre que le combustible habituel, soit par d'autres

mesures appropriées. Les installations dont les cheminées sont très hautes — les centrales électriques modernes, par exemple — peuvent ne pas contribuer du tout à la pollution locale si les cheminées débouchent au-dessus du niveau de l'inversion ou, même dans le cas contraire, quand le pouvoir ascensionnel des gaz dû à leur température est suffisant pour qu'ils puissent franchir la couche d'inversion et se disperser librement dans l'atmosphère supérieure.

C'est une chose très grave que de fermer une grande usine moderne avec un bref préavis et il serait absurde de le faire à moins que, d'une part, les prévisions ne soient fiables et que, d'autre part, la poursuite de l'exploitation pendant une période de calme et d'inversion thermique ait des chances de nuire sérieusement à la santé. On doit pouvoir tolérer une certaine réduction de la qualité de vie quelques jours par an si elle est très chère à éviter, mais c'est là une décision politique. Il est douteux que les prévisions météorologiques des arrêts de la ventilation naturelle suffisent à elles seules, mais, si on les combine avec des enregistrements continus des niveaux de pollution, elles peuvent fournir des indications à court terme (12 à 18 heures) probablement assez fiables pour déclencher diverses mesures: brûler des combustibles contenant peu de soufre, mettre en marche un équipement spécial pour réduire les émissions de polluants ou se préparer à mettre en œuvre d'autres plans d'urgence si une pollution considérable et persistante se produit comme il a été prédit. Le stockage de combustibles à faible teneur en soufre peut être une source de difficultés dans certaines usines, mais elles semblent négligeables par rapport aux conséquences des autres mesures possibles.

Cependant, le plus grand intérêt des prévisions à court terme est peut-être de servir de signal pour diffuser des avertissements aux malades souffrant de bronchite et d'autres maladies des voies respiratoires, leur conseillant de rester chez eux où la pollution est toujours moindre qu'à l'extérieur. Quand cela se produit en hiver, il est particulièrement important de ne prendre ou de ne recommander aucune action dont le résultat serait d'amener des vieillards bronchitiques à rester chez eux sans un chauffage suffisant.

### AUTORISATION DES INSTALLATIONS NOUVELLES

Beaucoup des principes ci-dessus s'appliquent aussi bien pour le contrôle des usines et des logements

à construire que pour la lutte contre la pollution existante. Comme nous l'avons déjà dit, un grand nombre des problèmes actuels proviennent soit du caractère désuet des usines, soit de leur implantation par rapport aux zones résidentielles qui n'a pas été planifiée. Dans le premier cas, c'est une question d'ordre économique, donc, en dernière analyse, d'action politique. Si le remplacement des usines anciennes est bien fait et bien contrôlé, l'importance de ce problème devrait diminuer rapidement à l'avenir. L'implantation de nouvelles usines doit être strictement contrôlée si l'on veut ramener ou maintenir la pollution d'origine industrielle dans des limites acceptables.

La première règle doit être que toute installation susceptible d'être polluante ne peut être réalisée qu'après autorisation. Cette règle doit s'appliquer non seulement aux grands émetteurs, mais aussi aux petits ateliers des « professions gênantes », telles que cuisson d'aliments pour les porcs, séchage de déjections de volaille, traitement de déchets animaux, etc., ainsi qu'aux nouvelles installations de chauffage central pour locaux à usage commercial. Les détails des méthodes de planification à appliquer du point de vue de la pollution de l'air varient d'un pays à l'autre, mais il importe que les fonctionnaires responsables aient la compétence voulue pour examiner, et si nécessaire réfuter, les avis d'experts fournis à l'appui des demandes.

Une autorité chargée de la planification tiendra compte, dans tous les cas, de certains principes généraux dont le plus important est peut-être qu'il faut exiger au moins l'application des meilleurs moyens utilisables en pratique (sur le plan économique comme sur le plan technique) pour réduire les émissions. C'est en principe une erreur que d'autoriser des émissions de polluants qui seraient évitables, même si l'on ne peut prouver qu'elles causent des dégâts dans le voisinage.

Une autre erreur de principe consiste à autoriser la construction de toute une série d'usines dans une zone déterminée et de laisser ainsi l'émission totale de polluants atteindre une valeur voisine de ce qu'on peut considérer comme une limite de sécurité — même si elle lui est inférieure — alors que les autorités chargées de la planification pourraient réduire la densité des émissions par une décentralisation rationnelle de l'industrie. Cela touche de près la politique générale d'urbanisme et d'aménagement rural. Voici deux exemples à l'appui de cet argument. Une cimenterie moderne dotée du meilleur équipement de dépoussiérage ne devrait guère donner lieu

à réclamations; mais si, par exemple, cinq de ces cimenteries sont mises en service au voisinage l'une de l'autre, l'émission totale de poussières peut être égale à celle produite auparavant par une seule cimenterie équipée d'un dépoussiéreur du type ancien. La forte concentration de cette industrie dans l'estuaire de la Tamise, dans le sud de l'Angleterre, est préoccupante à cet égard. De façon analogue, même quand les émissions totales de dioxyde de soufre dans une zone donnée sont inférieures à la limite considérée comme admissible du point de vue médical, il arrive que l'oxydation de ce composé forme dans l'atmosphère un brouillard d'acide sulfurique, source de brumes industrielles et de réduction de l'ensoleillement. L'utilisation avisée des pouvoirs accordés par les lois sur l'urbanisme peut permettre, en fait, de se prémunir contre les effets nuisibles si l'on constate que les limites fixées provisoirement pour les polluants sont trop élevées.

Outre ces considérations générales, il faut, chaque fois qu'une demande de construction d'usine est présentée, estimer la pollution à prévoir dans le voisinage. Si l'emplacement proposé est à la campagne, où le niveau actuel est faible, on peut admettre un plus fort accroissement de la concentration des polluants que dans un district plus pollué, où une augmentation bien moindre pourrait porter le niveau total de pollution au-delà de la limite acceptable. Telle est la politique suivie au Royaume-Uni depuis de nombreuses années, grâce à la publication d'avis officiels sur la hauteur nécessaire aux cheminées des nouvelles usines pour maintenir la pollution dans des limites acceptables.

Pour une très grande installation, telle qu'une centrale électrique, avec une cheminée de 150 à 250 m de haut, implantée sur un terrain à peu près horizontal, on peut obtenir une bonne estimation des niveaux de pollution probables au voisinage du sol en employant les formules empiriques établies par l'Electricity Authority du Royaume-Uni à la suite de recherches expérimentales étendues. Pour des installations un peu plus petites, dont les cheminées ne dépassent pas une centaine de mètres, on peut se servir des formules plus classiques pour obtenir une estimation suffisamment fiable des niveaux de pollution probables, tant que les panaches des cheminées ne sont pas affectés par les bâtiments voisins et que le terrain est raisonnablement plat. Normalement, un panache n'est pas influencé par les immeubles voisins si la cheminée a au moins deux fois et demie leur hauteur; il faut donc respecter

cette règle chaque fois que c'est possible. Mais dans les cas fréquents où c'est impossible, surtout dans les villes, et aussi lorsque le terrain n'est pas assez plat, il faut procéder à des essais en soufflerie sur maquettes des usines proposées et de leur voisinage, pour estimer la pollution probable.

Dans toutes ces estimations, il faut tenir compte des conditions météorologiques dans la région. C'est surtout la stabilité de l'atmosphère et la direction et la vitesse du vent qui agissent sur les niveaux de pollution. Le calme, ou le vent très faible, est le plus à craindre, parce qu'il est souvent associé à une inversion thermique et à une ventilation naturelle très réduite, surtout lorsque la région est entourée de collines. Les implantations côtières peuvent aussi être défavorables, car l'alternance de la brise de mer et de la brise de terre peut ramener les polluants qui avaient dérivé sur une certaine distance vers la mer ou vers l'intérieur des terres.

Aujourd'hui, lorsqu'une autorisation est demandée pour des usines dont l'émission, particulièrement nuisible, est difficilement réductible, l'autorité compétente est beaucoup plus libre qu'autrefois pour exiger que l'usine soit implantée à une distance suffisante des villes et des villages; l'une des raisons en est que les moyens modernes de transport permettent au personnel d'être logé beaucoup plus loin de son travail qu'auparavant.

## URBANISME ET AMÉNAGEMENT RURAL

Les problèmes concernant la pollution de l'air qu'on a eu à étudier jusqu'ici — et ils ne sont pas encore tous résolus — sont nés d'une absence de planification dans le passé; même les problèmes que posent les autorisations de création de nouvelles usines, dont nous venons de parler, sont plus difficiles et plus coûteux à résoudre parce qu'il faut agir dans le cadre des contraintes imposées par l'absence antérieure de planification. Cette carence rend les mesures correctives, et la planification nouvelle, bien plus onéreuses que si les précautions voulues avaient été prises d'emblée, et le résultat final est souvent bien moins bon. Il est donc de la plus haute importance pour l'avenir qu'on tienne compte de la pollution de l'air dans tous les plans d'urbanisation et d'aménagement rural. Le spécialiste de la pollution atmosphérique doit être consulté dès le début et il doit avoir le même statut que l'architecte, l'ingénieur des transports ou l'économiste. Aujourd'hui encore, dans bien des projets, on commence à tenir compte de la pollution de

l'air si tard que des décisions irrévocables influençant les niveaux de pollution ont déjà été prises. Les plus importantes de ces décisions sont peut-être liées au choix du site. Il faut considérer les caractéristiques de ventilation naturelle de tout emplacement proposé en même temps que des facteurs tels que la main-d'œuvre disponible, les moyens de transport, etc.

Dans beaucoup de villes anciennes et, malheureusement, dans de nombreuses villes en cours de réalisation, l'une des plus importantes sources de pollution est le chauffage des logements. Avec des cheminées basses et des températures d'émission relativement faibles, les gaz ont peu de chance de se disperser de façon satisfaisante et les rues peuvent être fortement polluées. On ne doit pas, aujourd'hui, construire d'habitations pouvant causer une telle pollution et le chauffage doit se faire au gaz, à l'électricité ou au mazout à faible teneur en soufre. Si le plan d'urbanisme prévoit des immeubles à appartements de grande hauteur, on peut y dissimuler des cheminées pour le chauffage urbain.

Les principes de la planification du secteur industriel dans une ville nouvelle ont déjà été examinés dans la section sur les autorisations de création d'usines nouvelles. Ils consistent à réduire les émissions autant que c'est pratiquement possible, à limiter éventuellement les émissions totales dans une zone donnée, à obliger les émetteurs particulièrement nuisibles à s'implanter à la campagne, et à exiger des cheminées assez hautes pour que la concentration des polluants au niveau du sol reste suffisamment faible dans le voisinage. Dessiner de hautes cheminées ne pose aucun problème d'ordre esthétique, contrairement à ce qui se passerait dans une zone résidentielle, et il est possible de réaliser des groupes de hautes cheminées très agréables à l'œil; c'est l'affaire des architectes.

Le secteur industriel doit être séparé de la zone résidentielle par un « cordon sanitaire » ou zone tampon de parcs et de jardins, avec autant d'arbres que possible. Une telle zone comprend de très grandes superficies humides de feuilles, de sol, etc., pour absorber les polluants qui pourraient autrement dériver vers la zone résidentielle. Si l'on évite les espèces particulièrement sensibles, la végétation ne souffrira pas.

La question des relations spatiales entre les deux parties d'une ville n'est pas toujours simple. Si la dispersion des polluants était la même, quelle que soit la direction du vent, on planterait les zones résidentielles au vent de la zone industrielle par

rapport au vent dominant; mais, souvent, c'est quand le vent souffle dans une autre direction que la dispersion est la plus défavorable. Dans chaque cas, il faut demander l'avis d'experts en météorologie.

Lorsqu'on a tracé le plan provisoire d'une nouvelle ville, on peut, par le calcul, prédire quels seront les niveaux de pollution (ce qu'on appelle aujourd'hui établir un modèle mathématique) d'après les structures connues des émissions et les conditions météorologiques générales. La vue d'ensemble ainsi obtenue est en principe raisonnablement exacte, mais le calcul des niveaux précis de pollution implique qu'on assigne arbitrairement des valeurs numériques à certaines constantes. Cela se fait d'ordinaire en appliquant le même modèle à une ville existante où les conditions météorologiques sont analogues et pour laquelle on dispose de mesures de la pollution. Les constantes sont déterminées de façon que les résultats du calcul concordent avec les mesures et elles sont conservées dans l'application du modèle à la ville projetée. C'est, en fait, une façon assez subtile d'employer les données fournies par les mesures dans une ville pour prédire les niveaux de pollution dans une autre. Ces calculs peuvent amener à modifier le projet initial.

### POLLUTION DUE A LA CIRCULATION ROUTIÈRE

Cette source de pollution ne prend de l'importance que dans les villes surpeuplées où la densité de la circulation est élevée. Il en existe deux types: la pollution par le plomb et la pollution par les sous-produits de la combustion.

On ajoute à l'essence du plomb tétraéthyle pour améliorer ses caractéristiques de combustion et pour permettre l'emploi de moteurs à taux de compression plus élevé, d'un meilleur rendement. La plus grande partie de ce plomb passe, sous forme de poussière d'oxyde de plomb, dans les gaz d'échappement et une partie est aéroportée. Elle peut ainsi entrer dans les poumons, où elle est absorbée. La plus grande partie du plomb présent dans l'organisme vient de la nourriture et des boissons, la poussière n'en fournissant qu'une faible proportion: rien ne prouve que le plomb provenant de l'échappement des voitures ait jamais provoqué le saturnisme chez l'homme. Cependant, comme cette substance toxique s'accumule dans le corps, en particulier dans les os, et peut, dans des conditions de stress, passer dans le courant sanguin, il paraît prudent d'en réduire

l'absorption autant qu'il est raisonnablement possible. Et cela d'autant plus que des mesures montrent que la quantité moyenne de plomb ingérée avec la nourriture et les boissons est beaucoup plus voisine — quoique encore bien au-dessous — de la limite de sécurité acceptée par l'OMS que pour la plupart des autres substances toxiques. De nombreux pays prennent maintenant des mesures pour limiter la quantité de plomb dans l'essence, mais, avant de fixer ces limites, il ne faut pas oublier deux points. Le premier est que, si l'on utilise un moteur à bas taux de compression, qui fonctionnera normalement avec de l'essence à faible degré d'octane, on consomme plus d'essence pour une même puissance et la combustion de cette essence produit une plus grande quantité de polluants. Le second est que, si l'on modifie le fonctionnement des raffineries pour obtenir de l'essence à degré d'octane élevé utilisable sans plomb, le coût augmente et le processus consomme plus de pétrole brut qu'actuellement. Chose peut-être plus importante, cette essence contient une plus forte proportion d'hydrocarbures aromatiques, ce qui pourrait augmenter l'émission de composés cancérigènes dans les gaz d'échappement.

Il semble que ces problèmes n'aient actuellement aucune solution technique et il est peu probable qu'on en trouve dans le proche avenir. La seule possibilité paraît être d'ordre administratif: limiter la circulation dans le centre des villes et probablement aussi limiter la cylindrée des moteurs des voitures qui y circulent.

On n'a trouvé jusqu'ici aucune solution technique satisfaisante au problème des produits de combustion des moteurs à essence. Les polluants en cause sont le monoxyde de carbone, les oxydes d'azote et les hydrocarbures imbrûlés ou partiellement brûlés. La circulation routière n'est pas la seule source de monoxyde de carbone et d'oxydes d'azote. Le premier est produit par la combustion imparfaite des combustibles dans les foyers ouverts et dans les fours, les seconds par les combustions à haute température, comme c'est le cas pour beaucoup de chaudières et de fours. Dans des rues embouteillées et mal ventilées, la circulation est la principale source de monoxyde de carbone, qui peut atteindre des concentrations susceptibles de porter atteinte aux malades cardio-vasculaires obligés de respirer de l'air pollué plusieurs heures par jour. Cependant, la quantité de monoxyde de carbone qui entre dans le courant sanguin d'un habitant d'un quartier à circulation intense est plus faible que celle absorbée par un habitant de la campagne qui fume quelques

cigarettes par jour. Les oxydes d'azote sont beaucoup plus toxiques et, si leur concentration dans les rues animées venait à s'accroître suffisamment, il faudrait prendre des mesures pour raisons de santé. Il existe une seconde raison, d'un tout autre ordre, de réduire ces émissions. Quand le soleil est ardent, ces oxydes réagissent avec les hydrocarbures pour donner de l'ozone et des composés organiques lacrymogènes, qui forment ensemble un smog photochimique du type habituel à Los Angeles, à Mexico et dans quelques autres villes. Ce smog diminue sérieusement la qualité de la vie, et les concentrations des oxydants peuvent atteindre des niveaux où les habitants les plus sensibles sont affectés. Dans beaucoup de villes européennes, les gaz d'échappement peuvent rendre la vie moins agréable à cause de leur odeur nauséabonde, qui peut être due à des hydrocarbures partiellement brûlés (aldéhydes supérieurs) émis dans les gaz d'échappement; mais comme l'effet est maximal en été, par des journées calmes et ensoleillées, il pourrait être dû à un précurseur du smog photochimique. Les concentrations élevées d'ozone observées dans ces conditions tendent à confirmer cette hypothèse.

Aujourd'hui, la plupart des voitures sont munies de dispositifs de recyclage renvoyant dans le collecteur d'admission les gaz en partie brûlés qui sortent des cylindres, au lieu de les laisser s'échapper dans l'air. Il en résulte une réduction appréciable des quantités de monoxyde de carbone et d'hydrocarbures émis par le moteur. En principe, il ne serait pas difficile de les réduire encore en améliorant la combustion par le recours à des mélanges plus pauvres, mais le moteur serait moins puissant et les émissions d'oxydes d'azote augmenteraient. On peut aussi réduire les émissions de monoxyde de carbone et d'hydrocarbures en utilisant divers dispositifs de postcombustion pour achever la combustion des gaz après leur sortie des cylindres. Cependant, la solution de bon sens, même si elle est à assez long terme, est de modifier la conception du moteur de façon à obtenir des gaz d'échappement acceptables.

Le problème des oxydes d'azote est plus difficile. Des appareils à catalyse pourraient réduire leur concentration dans les gaz d'échappement, mais cela exigerait l'emploi d'un carburant exempt de plomb, car ce métal empoisonne rapidement les catalyseurs. De toute façon, il est bien connu que les appareils à catalyse sont peu fiables en dehors des laboratoires ou des usines où l'on peut contrôler strictement leur fonctionnement. Ici encore, la solution pourrait venir d'améliorations dans le dessin des moteurs. Il faut

souligner que, même quand une modification appropriée a été conçue et essayée, il faut laisser aux constructeurs plusieurs années pour apporter à leurs chaînes de montage les changements nécessaires. Comme les stipulations légales ne peuvent s'appliquer qu'aux voitures neuves, la réduction du niveau total de ces émissions dans les rues sera lente, ou même très lente, si on ne compte que sur les améliorations techniques. Ici encore, la solution est de réglementer l'accès des véhicules au centre des villes.

Les pollutions importantes par les moteurs Diesel sont dues surtout à la fumée et au carburant imbrûlé; ces émissions peuvent être presque complètement supprimées par un réglage et un entretien corrects du moteur, bien qu'il y ait toujours émission de fumée lors des départs à froid. Un moteur Diesel fonctionnant bien émet à peu près les mêmes quantités d'hydrocarbures et d'oxydes d'azote qu'un moteur à essence.

## ENQUÊTES

On a déjà souligné que, lorsqu'il y a une pollution grave, clairement décelable par les sens, ce serait une grave erreur d'attendre, pour agir, les résultats d'enquêtes longues et compliquées. Toutefois, dans des cas où la pollution est moins évidente, des enquêtes préalables seront nécessaires et il en faudra toujours pour évaluer les résultats des mesures prises et montrer où la lutte doit être intensifiée et où l'on peut être moins sévère.

Les enquêtes sur la pollution de l'air se divisent, en gros, en deux classes. La première comprend les enquêtes entreprises pour des raisons d'ordre administratif, comme on vient de le dire. Elles peuvent être de courte durée, en vue de comparer l'état de l'air dans deux districts, ou de longue durée, pour apprécier la façon dont la pollution a évolué par suite d'une action administrative ou pour d'autres raisons. Ces dernières enquêtes doivent porter sur une période d'environ 5 à 10 ans, pour éliminer l'influence des variations climatiques aléatoires d'une année à l'autre. Que ces enquêtes soient de courte ou de longue durée, on peut les qualifier d'enquêtes de surveillance. La seconde classe est celle des enquêtes entreprises en vue de la recherche, pour étudier l'influence du temps, de la topographie, de la structure urbaine, etc., sur l'allure de la pollution dans une ville, pour étudier le transport et la disparition spontanée des polluants ou pour recueillir les données nécessaires aux recherches épidémiologiques concernant l'influence de la pollution sur la

santé. Dans ce qui suit, il sera surtout question des enquêtes de surveillance.

Avant de créer un réseau de surveillance, il faut répondre à certaines questions fondamentales : pour quoi a-t-on besoin de ce réseau ? Combien de données faut-il ? Quelle doit être leur précision ? Il ne faut pas oublier que les enquêtes sont toujours très coûteuses et qu'elles exigent beaucoup de personnel qualifié, dont le recrutement devient de plus en plus difficile. En outre, dans le passé, beaucoup d'efforts ont été vains parce qu'on a accumulé des données inutiles qui n'ont jamais été évaluées convenablement, ou qu'il est impossible d'évaluer. Une enquête nouvelle doit commencer de façon simple et il ne faut l'étendre ou la compliquer que s'il apparaît clairement que les données recueillies sont insuffisantes pour le but visé. L'enquête sera ensuite développée à la lumière de l'expérience acquise et elle pourra ainsi être organisée d'une façon bien plus pratique que cela n'aurait été possible autrement. On ne saurait trop insister pour que les données fournies par un réseau de surveillance, telles qu'elles proviennent des instruments ou du laboratoire d'analyse, soient envoyées tous les jours au bureau central, pour étude. Le contrôleur du projet peut alors procéder immédiatement à une enquête s'il relève des anomalies dans les observations de la veille. A défaut de cette solution, on risque de produire de longues séries de données d'une validité douteuse.

Pour éclaircir ces points, on peut envisager ce qui se passe lorsqu'on propose de faire dans une ville une enquête sur la pollution de l'air, pour des raisons administratives.

On commence par une enquête sommaire, ce qui est facile parce qu'on peut estimer l'émission de polluants par les grandes usines à partir de la consommation de combustibles et de matières premières et de la nature de l'usine ; pour les petites usines, les grandes installations de chauffage central et le chauffage domestique, on peut faire des estimations, par exemple sur chaque demi-kilomètre carré, à partir des livraisons de combustible, de la densité des logements, etc. (Des enquêtes un peu plus détaillées pourront être nécessaires plus tard s'il faut envisager la réduction des émissions.) Une fois ces estimations obtenues, on peut procéder à des comparaisons avec d'autres villes analogues sur le plan de la pollution et de la situation topographique et climatique et où l'on a mesuré la pollution, ce qui montrera si une enquête spécifique est nécessaire. Dans le cas contraire, il faut cependant procéder à quelques mesures pour confirmer la validité de la comparaison.

S'il n'existe pas de ville analogue pour laquelle on dispose de mesures, ou si la comparaison montre qu'une enquête est désirable, cette dernière doit commencer de façon très simple. Il n'existe pas de règles, scientifiquement fondées, sur le nombre de points d'observation nécessaires par kilomètre carré pour obtenir un tableau suffisamment précis de la pollution de l'air dans toute une ville. Diverses tentatives ont été faites dans ce sens, mais il est extrêmement douteux que les règles formulées tiennent assez compte des difficultés que soulève l'interprétation du mot « suffisamment » dans la phrase précédente. Il est presque aussi difficile de tenir compte des variations importantes dues à la micrométéorologie du milieu urbain, c'est-à-dire à la variation des niveaux de pollution entre les deux trottoirs d'une rue, entre un point d'une grande artère et un point voisin d'une rue latérale, entre la façade avant et la façade arrière d'une maison, etc. En pratique, le nombre de points d'observation dans les enquêtes en cours a été choisi uniquement en fonction des ressources financières et autres. L'étude de la structure de la pollution fournie par l'enquête sommaire, ajoutée aux données météorologiques pour la région, peuvent aider à choisir les meilleurs emplacements pour les stations. Les résultats des enquêtes antérieures semblent montrer que, pour la première année du moins, cinq stations doivent suffire pour une ville ne dépassant pas 250 000 habitants ; peut-être en faudrait-il quelques-unes de plus pour des villes plus importantes. Ces stations de surveillance doivent être implantées de façon à mesurer la pollution dans le centre de la ville, dans les zones très peuplées de vieilles maisons que l'on trouve d'ordinaire à proximité immédiate du centre, dans les zones moins peuplées vers les faubourgs et dans la zone industrielle. Pour la mesure de la pollution générale, il faut choisir des emplacements qui ne soient pas directement affectés par des émissions voisines ; par exemple, il faut éviter de placer des stations dans une rue à circulation intense ou dans le panache de fumée d'une cheminée de particuliers ou d'usine. Toutefois, si l'on apporte une attention particulière à la pollution due à la circulation automobile, il faut choisir des rues à circulation intense, en particulier celles du centre de la ville. Il serait peut-être bon de placer la prise d'air de chaque instrument à hauteur d'homme (c'est-à-dire au niveau auquel on respire) de façon à enregistrer le degré de pollution auquel les êtres humains sont exposés. En pratique, tous ces conseils, et de nombreux autres que l'on pourrait donner, sont subordonnés à une considération pri-

mordiale: installer les instruments à l'abri des vandaes et dans un endroit où l'opérateur puisse avoir accès tous les jours, c'est-à-dire, en pratique, presque uniquement dans des bâtiments publics.

Au début tout au moins, les mesures doivent se limiter à des observations quotidiennes de la fumée, du dioxyde de soufre, des oxydes d'azote et de l'ozone, ces trois derniers étant dosés par des méthodes chimiques simples; bien qu'elles ne soient pas très précises pour les oxydes d'azote et l'ozone, du moins montrent-elles s'il existe un problème, auquel cas il faut, au stade suivant, installer en quelques points stratégiques des instruments modernes, mais beaucoup plus coûteux, comme on le verra plus loin. Il faut, de plus, installer à chaque station une jauge de dépôt qui recueille les poussières pendant un mois.

Quand le responsable de l'étude de la pollution sera familiarisé avec la structure de la pollution dans sa ville, il estimera probablement avoir besoin d'informations complémentaires sur d'autres zones. Le plus souvent, des mesures effectuées à d'autres emplacements pendant de courtes périodes suffiront à préciser la structure de la pollution; on pourra peut-être employer pour cela un camion-laboratoire. Sauf si l'on constate que les emplacements ont été mal choisis au départ, les observations doivent y être poursuivies plusieurs années pour qu'on puisse évaluer les changements dus à la législation ou à la modernisation. L'important est que les résultats de la première année soient utilisés pour guider les observations suivantes.

Une extension de l'enquête sommaire qui est absolument essentielle consiste à déterminer les maximums de pollution que dissimulent les moyennes quotidiennes, ainsi que leur durée. Cela exige des instruments qui mesurent la concentration des polluants en permanence et sont branchés sur des appareils de traitement des données qui impriment les lectures au fur et à mesure et les conservent en vue d'analyses ultérieures. Ces instruments coûtent beaucoup plus cher que les appareils simples à lecture quotidienne, souvent 10 à 100 fois plus, et leur emploi exige un personnel hautement qualifié. Parmi les polluants, c'est le monoxyde de carbone qu'il est le plus simple de mesurer de cette façon. Le matériel est simple et pas trop coûteux; on peut donc installer dans une ville un certain nombre d'enregistreurs, si c'est jugé nécessaire. Pour le dioxyde de soufre, l'un des modèles d'enregistreur est aussi assez bon marché et assez fiable, mais les autres modèles existant sur le marché peuvent être extrêmement difficiles à

maintenir en état de fonctionnement. Le dosage continu des hydrocarbures, des oxydes d'azote et de l'ozone est également possible; le matériel nécessaire est très coûteux, mais il est fiable entre les mains d'opérateurs qualifiés. Avant d'entreprendre quoi que ce soit avec l'un de ces enregistreurs continus, il faut les observer en fonctionnement dans les enquêtes déjà en cours et demander à leurs utilisateurs une estimation des ressources de toute nature nécessaires pour les maintenir en bon état de fonctionnement. Dans une grande ville, il faut une série de ces instruments, que l'on peut installer en un point stratégique ou déplacer suivant les besoins. Lorsque des observations ont été faites dans quelques endroits, il peut se faire qu'on dispose d'informations suffisantes sur la relation entre les niveaux maximaux et les niveaux moyens pour pouvoir se dispenser d'enregistreurs coûteux aux autres emplacements.

Une enquête au moins a été faite pour chercher à faire appliquer une loi fixant la concentration limite du dioxyde de soufre au niveau du sol. Cela exige l'emploi dans la zone en cause d'un grand nombre d'enregistreurs fonctionnant en conjonction avec des anémomètres, afin d'évaluer la contribution de telle ou telle usine.

Les enquêtes sur la chute de particules en suspension sont faites d'ordinaire pour identifier un émetteur et étayer les actions en justice introduites pour réduire une nuisance. Les coûts d'acquisition et d'exploitation des jauges nécessaires sont minimes: on peut donc, si nécessaire, en placer un grand nombre au voisinage des usines en cause.

## ROLE DU GRAND PUBLIC

L'interaction entre le public et l'administration en matière de pollution de l'air a toujours existé, mais elle évolue rapidement. Autrefois, de petits groupes de gens instruits ont exercé une pression sur les pouvoirs publics pour qu'ils agissent contre cette pollution, dont l'ensemble de la population reconnaissait à peine le danger. Plus tard, lorsque les gouvernements ont élaboré des lois sur la question, ils ont fait appel à divers groupes pour ouvrir la voie aux modifications proposées, afin qu'elles rencontrent une adhésion générale. Au Royaume-Uni, par exemple, les modifications introduites par le *Clean Air Act* (Loi sur l'air pur) de 1956 étaient fondées sur l'abandon, pour le chauffage des logements, des foyers ouverts au charbon, que la plupart des gens aimaient beaucoup à cause de leur aspect agréable. Le remplacement du charbon par le coke aurait pu

être très impopulaire et le public aurait pu supposer que l'absence de flammes impliquait que le coke chauffait moins bien que le charbon. Cependant, lorsque la loi est entrée en vigueur, les parties instruites du public ont influencé l'opinion générale au point qu'il n'y a presque pas eu d'opposition pour ces motifs.

Depuis, le souci de la conservation s'est largement répandu, bien que la plupart des gens connaissent mal les détails de l'équilibre écologique. Les pouvoirs publics sont aujourd'hui soumis à de fortes pressions pour qu'ils prennent des décisions précipitées sur toute une série de questions touchant à l'environnement, bien avant que le public ait compris les problèmes réels. Ils sont accusés de temporiser alors que leurs connaissances plus étendues les incitent à la prudence. Il faut donc désormais diffu-

ser des informations exactes dans toute la population, afin que l'énergie et l'enthousiasme mis au service de la protection de l'environnement puissent être canalisés dans les directions où on en a grand besoin, au lieu d'être mal dirigés et d'inciter à des dépenses inutiles. Les associations organisées par des personnes bien informées, s'occupant sérieusement des problèmes d'environnement, ont un rôle très important à jouer sur ce point.

Comme il a été dit au début de ce chapitre, notre but était de définir les possibilités d'action des hommes politiques et des administrateurs dans le domaine de la pollution de l'air et de présenter de façon simple les bases scientifiques et techniques des discussions. Cependant, le présent chapitre pourrait tout aussi bien constituer le plan d'un programme d'éducation du public en matière de gestion de l'air.

---

