

SYSTÈMES AUTOMATIQUES DE SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'AIR

T. Schneider ^a

TABLE DES MATIÈRES

	Page		Page
Introduction	187	Analyse et présentation des données	191
But et utilisation des systèmes de surveillance	187	Systèmes actuels de surveillance et évolution future	195
Structure des systèmes automatiques	188	Références bibliographiques	199

INTRODUCTION

La surveillance ^b de la qualité de l'air a pris de plus en plus d'importance dans les activités de tous les organismes de lutte contre la pollution. Les premiers systèmes de surveillance ne comptaient qu'un petit nombre de stations souvent exploitées par des laboratoires différents, ou même une seule. Pour faire face à la demande rapidement croissante de données comparables provenant de nombreux emplacements, quelques systèmes automatiques fonctionnent déjà et beaucoup d'autres sont en projet ou en cours de mise en œuvre. Un programme efficace de surveillance exige des mesures fiables de la pollution pendant de longues périodes, de façon à indiquer les variations et les tendances de la qualité

de l'air; son application nécessite un personnel dûment formé. Avant d'établir un système d'échantillonnage ou d'appliquer un programme d'échantillonnage, il faut énoncer les objectifs de façon claire et assez détaillée pour qu'on puisse choisir un système adapté aux besoins spécifiques. On ne peut arriver à des résultats comparables à l'échelle nationale et internationale en l'absence d'instructions précises sur les informations à obtenir. Le choix des emplacements de surveillance, la fréquence et la durée des échantillonnages et les méthodes de traitement des données sont étroitement liés aux objectifs du programme. L'importance des informations préliminaires nécessaires avant de pouvoir commencer à échantillonner dépend de la complexité du système à employer.

^a Chef du laboratoire de Surveillance de l'Environnement, Institut national de Santé publique, Antonie van Leeuwenhoeklaan 9, Bilthoven, Pays-Bas.

^b Le mot « surveillance » est employé ici pour désigner le fait de procéder régulièrement, à des fins définies, à des observations quantitatives de la concentration d'un ou de plusieurs polluants atmosphériques ou d'autres indicateurs de l'état du milieu, conformément à un calendrier et à une répartition spatiale fixés d'avance. Si, comme c'est d'ordinaire le cas, la surveillance implique des mesures à plusieurs endroits, les méthodes de mesure et de traitement des données doivent être partout semblables, ou au moins comparables. Cette définition est très voisine de celle donnée par le Groupe de travail interorganisations de la surveillance institué par l'Organisation des Nations Unies (1).

BUT ET UTILISATION DES SYSTÈMES DE SURVEILLANCE

Une fois précisé le problème à étudier, on peut choisir un système de surveillance fournissant toutes les informations nécessaires. Les systèmes les plus courants peuvent, en gros, se diviser en trois catégories: recherche, surveillance et buts particuliers. Cependant, pour notre propos, il est plus simple de les classer d'après leur capacité à répondre aux questions suivantes.

1) *Distribution géographique de la pollution.* Les données nécessaires concernent l'intensité et la composition de la pollution dans la zone étudiée. Pour établir une planification, on peut avoir à examiner aussi bien des zones rurales que des zones urbaines et à étudier les « niveaux de base de la pollution ».

2) *Détermination des tendances de la pollution de l'air.* Les données serviront à établir l'évolution dans le temps, par exemple d'une année à l'autre, de l'intensité de la pollution et l'influence sur cette évolution des variations des émissions dues à la planification, au développement de l'industrie, à la densité de la circulation et aux modifications démographiques.

3) *Origine de la pollution en un point donné.* Il s'agit de déterminer la source et la dispersion de la pollution à l'échelle locale, régionale, nationale et internationale. L'étude du transport des polluants de la source au récepteur fait partie intégrante de toutes les méthodes adéquates de lutte. Dans ces systèmes, on recourt souvent aux modèles de dispersion des polluants pour estimer leur transport local (jusqu'à une vingtaine de kilomètres), régional (20 à 200 km) ou à grande distance (quelques centaines à quelques milliers de kilomètres).

4) *Détermination des effets de la pollution.* On étudie ici l'influence de la pollution sur la santé des hommes et des animaux et sur la végétation et les matériaux. Quand on a besoin d'informations sur les effets aigus, le système doit fournir la concentration moyenne des polluants pendant de courtes périodes, alors que pour les études épidémiologiques les pointes de concentration ont peu d'intérêt; dans ce cas, on peut choisir une durée d'échantillonnage mieux adaptée, par exemple 24 heures. Dans ces systèmes, le choix des emplacements joue un rôle important; les stations doivent être implantées, par exemple, dans les habitations ou sur les lieux de travail, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des bâtiments, ou aux endroits où l'on a constaté des dommages aux plantes ou aux matériaux. Les stations doivent être choisies de façon à bien couvrir la zone contenant la population étudiée.

5) *Conformité aux normes de qualité de l'air.* Les niveaux de pollution sont liés à des normes de qualité de l'air, en vigueur ou en projet, le plus souvent établies à partir de données recueillies par les systèmes de surveillance eux-mêmes. Une fois ces objectifs fixés, des progrès réguliers, dans le sens du respect des normes doivent être réalisés et confirmés.

6) *Evaluation des mesures de lutte.* Une question directement liée à la précédente est la possibilité pour un système de surveillance d'apprécier l'efficacité des mesures prises pour réduire les niveaux de pollution. Il est extrêmement important de déterminer les effets de ces mesures sur la tendance de la pollution. On doit s'efforcer sans relâche d'obtenir des données qui permettent d'évaluer les progrès réalisés vers le respect des normes de qualité.

7) *Systèmes d'alerte.* Le but de ces systèmes est de donner l'alarme avec un certain préavis en cas de risque de pollution. Dans l'attente de la pollution excessive ainsi prévue, dans des circonstances météorologiques défavorables, et de la possibilité qu'elle s'étende sur une grande superficie, il sera possible de prendre des mesures de lutte avant que le niveau atteint ne devienne dangereux. On peut parfois se servir d'un seul polluant comme « traceur », pour caractériser l'ensemble des polluants émis par les sources d'une même catégorie lorsque les concentrations élevées ne se produisent que dans certaines conditions météorologiques qui influencent uniformément tous ces polluants. Pour pouvoir donner l'alerte, le centre de contrôle doit recevoir immédiatement les données fournies par les stations de surveillance ou d'échantillonnage; le recours à la télétransmission est donc ici nécessaire. En général, un réseau de mesure n'est pas adapté au cas des accidents de pollution, à moins que la densité des stations de surveillance ou d'échantillonnage ne soit extrêmement élevée; on peut attendre de meilleurs résultats d'unités mobiles bien équipées, maintenues en alerte.

STRUCTURE DES SYSTÈMES AUTOMATIQUES

Niveau d'automatisme

Une fois défini le problème à étudier et choisi le type de système, il faut décider du niveau d'automatisation à employer. Cette décision dépend souvent des ressources disponibles; chaque fois que c'est possible, on choisira le niveau qui assure un fonctionnement optimal du système, mais il peut y avoir des exceptions à cette règle. Dans les pays où la main-d'œuvre est chère et les instruments relativement bon marché, il arrive qu'un système automatique, fournissant plus d'informations qu'il en faut, soit meilleur marché que des systèmes manuels ou semi-automatiques ne donnant que le minimum

d'informations indispensable. On peut distinguer les catégories suivantes :

1) *Mesures manuelles.* La mise en route et l'arrêt se font à la main, l'échantillonnage au moyen d'un instrument; l'analyse en laboratoire de l'échantillon peut être plus ou moins automatisée.

2) *Echantillonnage automatique.* Le démarrage et l'arrêt sont automatiques (commande par minuterie) et l'échantillon est enlevé à la main. (Si cela se fait après chaque échantillonnage, on doit considérer qu'il s'agit d'un échantillonnage semi-automatique; il n'y a échantillonnage automatique que si la minuterie est associée à un échantillonneur séquentiel.) Ici encore, l'analyse en laboratoire de l'échantillon peut être plus ou moins automatisée.

3) *Surveillance automatique.* Des appareils automatiques procèdent à l'échantillonnage et à l'analyse, sans intervention humaine, sauf des visites régulières d'entretien afin de changer les réactifs et de renouveler les bandes, le papier millimétré, etc. Ils enregistrent les concentrations de polluants et les autres informations pertinentes (facteurs météorologiques, etc.) sur des imprimés, des diagrammes, des bandes de papier ou des bandes magnétiques.

4) *Surveillance entièrement automatisée avec transmission des données.* Le signal électrique fourni par un instrument n'est pas seulement enregistré à la station de mesure, mais également transmis, éventuellement par ligne téléphonique, au bureau central de contrôle, où les données sont enregistrées et mémorisées dans un ordinateur pour évaluation ultérieure.

Les principales caractéristiques d'un système de surveillance doivent être :

1) une structure modulaire, le système étant formé de parties ou d'éléments distincts, facilement interchangeables,

2) la possibilité d'accroître la capacité de mesure,

3) la souplesse de fonctionnement, de façon qu'on puisse facilement modifier le système si nécessaire,

4) de faibles coûts d'entretien.

Le système peut se composer de plusieurs unités.

Station de surveillance

Une station de surveillance contient les appareils nécessaires pour :

1) échantillonner,

2) mesurer,

3) recueillir les données,

4) transmettre et contrôler les données.

Les éléments les plus importants du système sont les échantillonneurs et les capteurs. La validité des données finales dépend de l'implantation correcte des sondes d'échantillonnage et du choix du capteur.

Il faut éviter les particularités locales qui pourraient rendre l'échantillonnage sans valeur, par exemple les champs de vents localisés et la sorption (absorption ou adsorption) des polluants sur des surfaces voisines telles que les murs ou le sol. Il faut aussi se prémunir contre les actes de vandalisme. D'après ces critères, la prise d'air doit, si possible, être distante de plusieurs mètres des bâtiments et de la végétation (arbres) et à une hauteur de 3 à 4 mètres au-dessus du sol. Indépendamment de l'implantation correcte de la prise d'air, il importe que l'ensemble du système d'échantillonnage soit réalisé de façon que les données provenant de stations mesurant les mêmes paramètres soient comparables.

Il faut employer un collecteur d'échantillonnage à grande capacité. Le but doit être d'obtenir l'uniformité pour le volume de l'échantillon, la vitesse de l'air à l'entrée, le nombre de connexions possibles pour différents appareils de mesure, le matériau employé pour le collecteur, la protection contre les effets de variations de la température et de la pression extérieures, en particulier pour éviter toute condensation dans le système d'échantillonnage. Des sondes d'échantillonnage distinctes doivent être employées pour les polluants gazeux et pour les particules en suspension (aérosols), car les conditions à satisfaire sont différentes. Si possible, il faut intégrer dans le système d'échantillonnage des contrôles automatiques signalant et corrigeant les déviations par rapport au fonctionnement désiré. Il est nécessaire d'entretenir régulièrement tout le système, à intervalles de 3 à 6 mois, et de nettoyer avec soin le collecteur, afin d'éviter les erreurs dues à la contamination des parois.

Capteurs

Bien que de nombreux instruments de mesure aient été mis récemment sur le marché, peu d'entre eux conviennent pour la surveillance automatique, l'une des raisons étant qu'on ignore si les spécifications nécessaires peuvent être réalisées. Avant de choisir un capteur, il faut se poser les questions suivantes :

1) Quelle est la gamme de capteurs nécessaires pour les concentrations de polluant étudiées ?

2) Sur quelle durée les moyennes doivent-elles être calculées (minutes, heures, jours)?

3) De quelles catégories de personnel dispose-t-on pour l'exploitation et l'entretien du système?

4) Quels autres polluants pouvant gêner le fonctionnement de l'appareil sont ou peuvent être présents?

5) Dispose-t-on des laboratoires et des ateliers nécessaires?

Si l'on ne peut répondre à ces questions, le choix des instruments est extrêmement difficile.

En dehors du choix d'un capteur, il convient d'apprécier les mérites d'un type donné d'instrument. Pour cela, il faut disposer de deux séries de données: la première sur les résultats détaillés obtenus en laboratoire dans des conditions d'essai régulées avec soin, la seconde sur les observations faites sur le terrain pendant une longue période, en particulier au sujet de l'entretien, des étalonnages et des réparations nécessaires.

Il faut tenir compte de tous les points suivants:

1) caractéristiques de fonctionnement: intervalle de mesure, finesse de la graduation, exactitude, reproductibilité, sélectivité;

2) caractéristiques opérationnelles: comportement en présence de conditions extérieures telles que la température et l'humidité, besoins en énergie, entretien nécessaire;

3) dimensions des instruments et de l'équipement auxiliaire;

4) vérification du fonctionnement correct de l'instrument (signaux d'information d'état);

5) mesures de référence et détermination de la dérive du zéro (vérification du zéro);

6) signaux indiquant la nécessité d'un entretien ou d'une réparation.

Collecte des données

Il est d'usage de connecter les instruments de surveillance continue à un enregistreur à bande, qui présente des avantages par rapport aux autres systèmes d'obtention des données, même les plus perfectionnés. En bref, ces avantages sont les suivants. L'enregistreur permet un contrôle visuel du fonctionnement antérieur. Les corrections journalières de la dérive du zéro, qui est en général plus importante que la dérive de l'échelle, sont faciles. On dispose d'un enregistrement permanent qui permet de contrôler l'opérateur et d'effectuer une validation quotidienne à partir des données originales. Le principal

inconvenient réside dans le personnel nécessaire; on peut éliminer une partie des opérateurs chargés de lire les diagrammes et de calculer les moyennes en ayant recours, pour la collecte des données, à des bandes de papier perforées ou à des bandes magnétiques. Cependant, dans tous les systèmes automatiques de surveillance, même les plus complexes, il existe toujours un mécanisme intégré permettant un contrôle visuel, de sorte qu'on peut procéder à la validation définitive des données fournies par l'ordinateur en les comparant à l'enregistrement d'origine. Les données recueillies se divisent en deux séries: l'une concerne les mesures effectuées, l'autre les mesures de référence et les vérifications du zéro. Elles peuvent toutes deux être transmises à un centre de contrôle qui procède à la validation ultérieure des données; on peut aussi corriger les valeurs relevées à la station même, en tenant compte des vérifications du zéro et des mesures de référence qui y sont faites. On doit choisir un intervalle d'intégration pour les valeurs représentatives des niveaux de polluants mesurés et des facteurs météorologiques. Pour une bonne reproductibilité (nécessaire pour les alertes), chaque instrument de surveillance doit être interrogé toutes les minutes. En général, les moyennes concernant les polluants peuvent être calculées sur une heure. Lorsque ces moyennes sont obtenues à partir des valeurs mesurées toutes les minutes, il faut effectuer des corrections pour tenir compte de la constante de temps de l'appareil et du taux de variation de la concentration du polluant étudié. D'ordinaire, des dispositifs spéciaux permettent de visualiser les valeurs relevées toutes les minutes ou d'effectuer toute autre utilisation qui serait nécessaire en mode connecté.

Transmission et contrôle des données

Dans les systèmes complètement automatisés, les mesures (et les signaux d'information d'état) sont transmises soit directement au bureau central de contrôle, soit, si le nombre de stations dépasse 30, à un centre régional; on emploie pour cela des lignes téléphoniques ou des lignes de télex servant uniquement à cet usage. Le centre de contrôle envoie, sur la même ligne, des signaux aux stations de surveillance pour contrôler la collecte et la transmission des données ainsi que pour fournir des mesures de référence.

Centres régionaux

Un centre régional recueille, par l'intermédiaire de liaisons téléphoniques, toutes les données brutes

fournies par les stations de surveillance automatique. Après prétraitement (calcul des moyennes horaires, par exemple) et mise en forme, les données sont transmises au centre national. Si le centre régional est doté d'un ordinateur, il peut contrôler toutes les stations de surveillance. Au centre régional, les données sont affichées afin que les autorités régionales puissent les utiliser pour les prévisions. Cependant, c'est souvent le centre national qui est chargé des prévisions et des alertes, car les régions de contrôle de la qualité de l'air sont, dans la plupart des cas, plus étendues que les réseaux régionaux. Le traitement des données régionales est contrôlé par le centre national lorsqu'une coordination est nécessaire au niveau d'une zone plus étendue (nationale). Parmi les fonctions automatisées qu'il est possible de confier aux systèmes de traitement régionaux, on peut citer :

- 1) la collecte des données fournies par les stations de surveillance;
- 2) la validation des messages transmis entre le centre et la station — essais tant pour l'acceptation des signaux électriques que pour les différentes mesures;
- 3) la réduction des données à des moyennes horaires;
- 4) le stockage intermédiaire des données, avant leur collecte par le centre national;
- 5) la présentation des données — sur bandes de télétype, par affichage ou par d'autres moyens;
- 6) la vérification du fonctionnement de tous les instruments de surveillance, au moyen de signaux de contrôle;
- 7) le redémarrage automatique après une panne de courant.

Centre national de contrôle

Selon qu'il existe ou non des centres régionaux et, le cas échéant, selon leur implantation, le centre national a les fonctions principales suivantes :

- 1) contrôle de l'ensemble du réseau et détermination des horaires;
- 2) organisation et vérification des communications avec les centres régionaux, s'il en existe;
- 3) traitement et stockage des informations reçues du réseau;
- 4) contrôle de la présentation des données.

Ces diverses fonctions peuvent nécessiter une salle pour l'ordinateur et une salle de commande du

réseau, à partir desquelles on peut contrôler toutes les opérations.

Pour tirer le bénéfice optimal d'un grand système automatisé, le centre de contrôle doit s'occuper des activités suivantes :

- 1) Fonctions automatisées :
 - a) détermination des horaires du réseau,
 - b) contrôle du réseau,
 - c) transmission et traitement des données,
 - d) informations continues sur la qualité effective de l'air dans les différentes régions du réseau,
 - e) examen des messages d'erreur,
 - f) examen de la fréquence des dépassements des valeurs limites,
 - g) examen de l'apparition de niveaux élevés de pollution et situations d'alerte,
 - h) examen des pannes techniques,
 - i) stockage des données et périphériques (bandes magnétiques, disques, etc.),
 - j) présentation et affichage des données : machine à écrire d'enregistrement, enregistreur analogique ou bande de papier perforée.
- 2) Fonctions non automatisées :
 - a) dialogue avec les stations de surveillance et les centres régionaux,
 - b) modifications des paramètres (constantes d'étalement, temps, etc.),
 - c) démarrage pour une région ou pour tout le réseau,
 - d) affichage de certaines données,
 - e) traitement autonome des données.

ANALYSE ET PRÉSENTATION DES DONNÉES

Les nouveaux systèmes de surveillance automatique permettent d'obtenir en peu de temps bien plus d'informations que les systèmes manuels, mais leur emploi ne se justifie que si les données obtenues sont aussi analysées automatiquement, c'est-à-dire à l'intérieur du système lui-même. Après la fin du cheminement des données à l'intérieur du système, leur analyse et leur présentation peuvent se faire en mode connecté ou différé. Le traitement porte d'abord sur les données effectivement mesurées, dont la présentation a pour but de montrer le degré de pollution dans les zones étudiées; une carte

Tableau 1. Concentration moyenne mensuelle du dioxyde de soufre dans l'air en fonction de la direction du vent, en janvier 1973 à la station de surveillance située dans le centre d'Enschede (Pays-Bas)

Direction moyenne du vent	Concentration moyenne de SO ₂ (µg/m ³)
E	139
ESE	131
SSE	135
S	108
SSO	70
OSO	55
O	57
ONO	46
NNO	48
N	52
NNE	68
ENE	100

murale avec voyants lumineux est utile pour montrer les stations de surveillance où les concentrations mesurées dépassent un certain niveau. S'il existe des normes de qualité, elles peuvent fournir une valeur de comparaison pour déclencher automatiquement l'alerte.

Les variations dans le temps des concentrations sont plus importantes encore que les valeurs instantanées. Pour les obtenir, il faut calculer en mode connecté les variations à court terme au cours d'une durée de quelques heures ou de quelques jours. On peut ainsi étudier l'apparition de situations critiques, telles que le smog, dues à certaines conditions météorologiques (faible dispersion) ou à des émissions élevées de polluants réactionnels. Dans la plupart des systèmes d'avertissement, l'analyse des données en mode connecté permet de prévoir l'apparition de ces situations critiques dans diverses régions; c'est le cas par exemple pour le système de l'embouchure du Rhin (Rijnmond) à Rotterdam (Pays-Bas). L'analyse des données permet d'évaluer rapidement les fluctuations des tendances à court terme et d'étudier les corrélations entre stations voisines pour différentes conditions d'environnement. Cette étude des corrélations dans l'espace et dans le temps fournit aussi de nombreuses informations sur la structure que doivent avoir les réseaux de surveillance. L'affichage des données mesurées pendant de courtes périodes (1 à 10 minutes) dans un grand nombre de stations

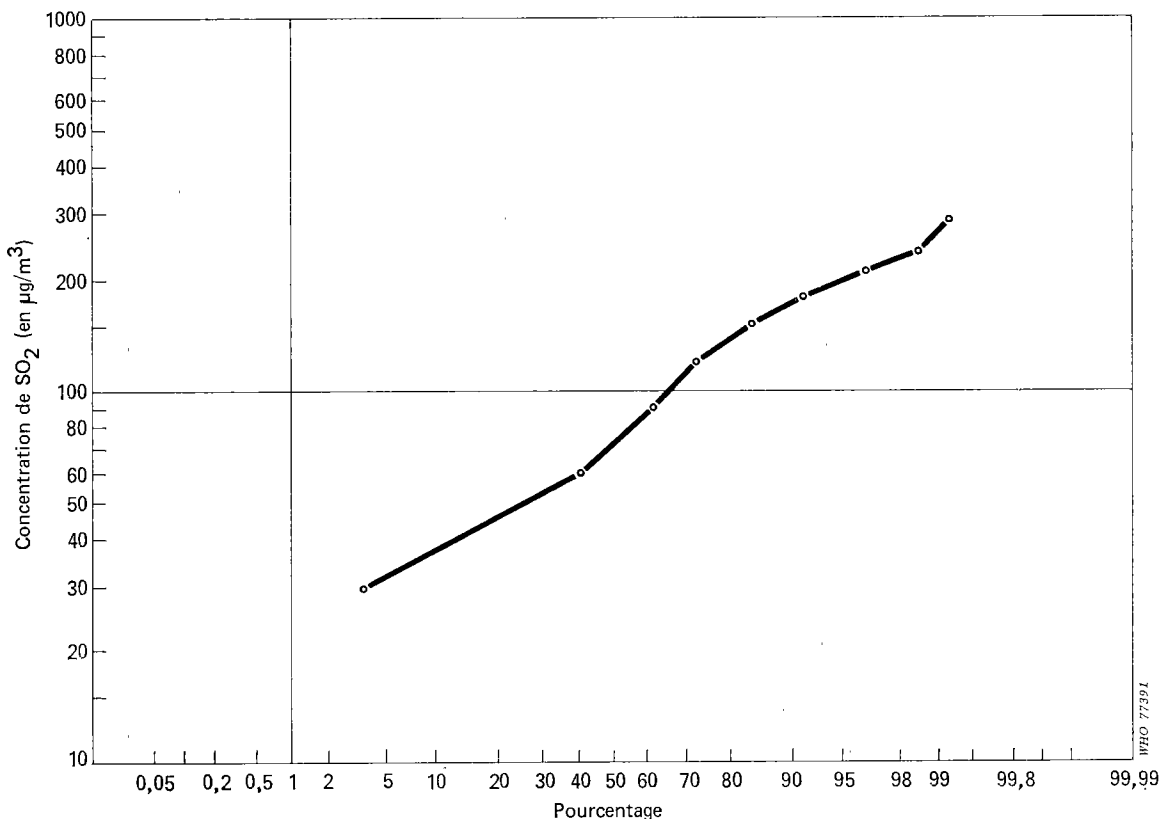
Tableau 2. Distribution des fréquences cumulées des concentrations moyennes (sur 24 heures) de dioxyde de soufre à la station de surveillance située dans le centre d'Enschede (Pays-Bas), du 1^{er} octobre 1972 au 1^{er} avril 1973

Intervalle de classe (µg/m ³)	Pourcentage
<30	3,79
<60	40,15
<90	61,36
<120	73,48
<150	83,33
<180	93,94
<210	97,73
<240	98,48
<280	99,24

permet aussi d'étudier le transport des polluants à grande distance, jusqu'à plusieurs centaines de kilomètres. Au centre national, l'opérateur du système peut utiliser les informations météorologiques recueillies par les stations de surveillance pour suivre la dérive avec le vent des nuages de polluants provenant des régions à émissions intenses et l'étalement des panaches de pollution dans des régions plus étendues, lorsque la vitesse du vent est élevée. Lors de la conception d'un système de surveillance, il faut envisager la possibilité d'établir, sur des tours de grande hauteur, des stations situées à des altitudes différentes, ce qui améliore et facilite l'interprétation des données mesurées.

En dehors de l'analyse des données en mode connecté, on doit disposer des moyens nécessaires pour leur réduction et leur présentation en vue d'études statistiques et d'études de tendances, aux fins de la planification, etc. Il faut choisir une présentation convenable pour la communication des données. Les indices les plus courants sont les concentrations moyennes dans le temps (jour, mois, saison, année) et dans l'espace (moyennes pour un certain nombre de stations). On se sert d'une classification des concentrations moyennes de polluants en fonction de la direction et de la vitesse du vent pour étudier l'emplacement des principales sources. Le tableau 1 et la figure 1, fondés sur les mesures d'une station de surveillance d'un réseau pilote à Enschede (Pays-Bas), donnent des exemples de cette application.

Fig. 2. Distribution des fréquences cumulées des concentrations moyennes (sur 24 heures) du dioxyde de soufre dans le centre d'Enschede (Pays-Bas), du 1^{er} octobre 1972 au 1^{er} avril 1973



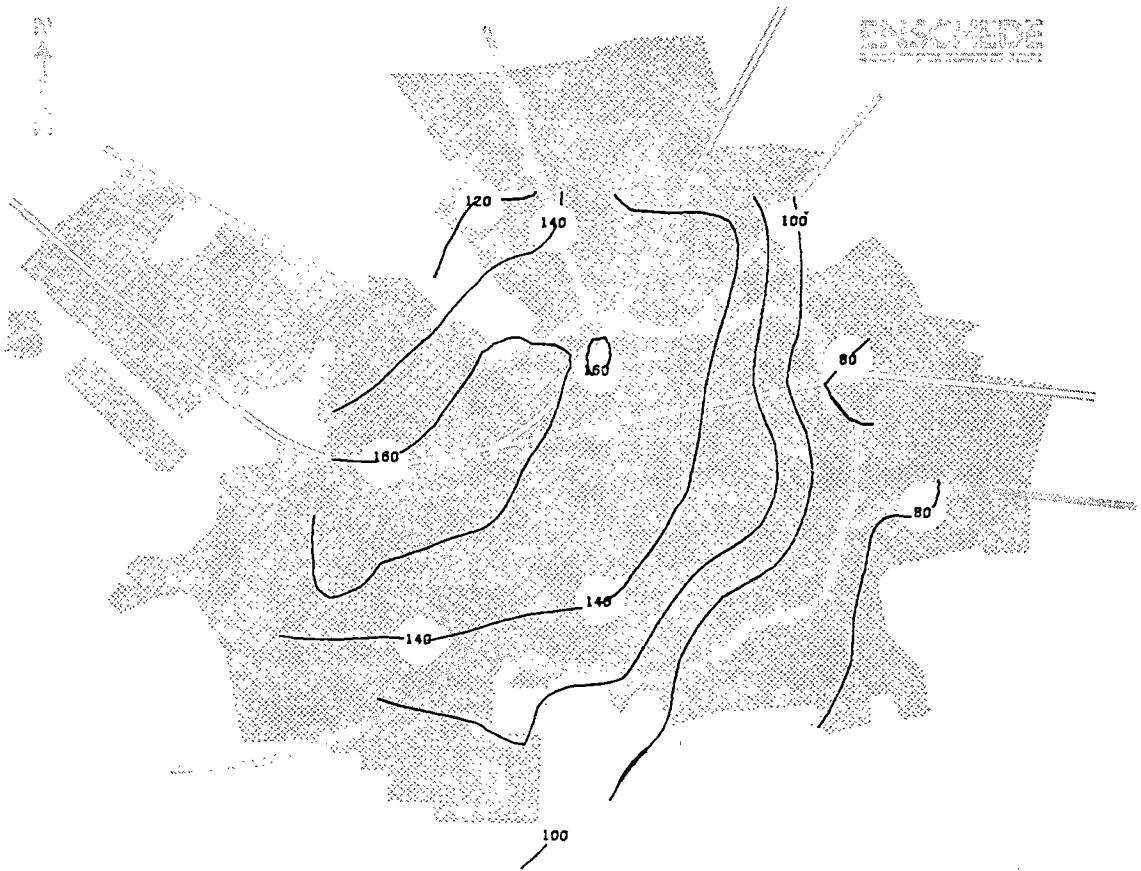
perd de nombreuses informations concernant la durée des périodes de concentrations élevées ou faibles. Brasser (2) a donc établi une méthode comparable fondée sur les distributions de fréquence. Après avoir déterminé les distributions de fréquence pour toutes les stations de la zone, à partir de mesures faites pendant un an, il calcule pour chaque distribution le pourcentage des mesures dépassant une certaine concentration. En indiquant ces pourcentages sur une carte, il peut alors tracer les courbes d'égale fréquence des dépassements de la concentration choisie. On peut aussi établir la carte des concentrations qui correspondent à un percentile déterminé des distributions de fréquence (Fig. 4).

Si la concentration choisie est égale à la norme, on voit directement sur la carte la partie de la zone étudiée où cette norme est dépassée. Brasser (3) vient de mettre au point une autre méthode, également fondée sur la distribution des fréquences, pour com-

parer les concentrations mesurées et la norme. Il trace une courbe sur du papier à échelle fonctionnelle lognormale, à partir de la distribution des fréquences cumulées. Par exemple, la norme proposée aux Pays-Bas pour le dioxyde de soufre est présentée sous forme de deux points, les percentiles 50 et 98. On peut calculer comme indice le quotient des concentrations correspondant, dans la distribution de fréquence, aux percentiles 50 et 98, chacune d'elle étant préalablement divisée par la concentration prévue par la norme pour les mêmes percentiles. Quand cet indice est égal à l'unité, la situation est parfaitement conforme à la norme. Cet indice fournit une très bonne vue d'ensemble de la pollution dans la zone étudiée. Brasser (3) en donne un exemple.

Bien que les différentes façons de présenter les données que nous venons de décrire n'épuisent pas toutes les possibilités, on constate en pratique

Fig. 3. Courbes d'iso-concentration (moyenne mensuelle) du dioxyde de soufre dans le centre d'Enschede (Pays-Bas), janvier 1973 ^a



^a Les valeurs indiquées sont en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

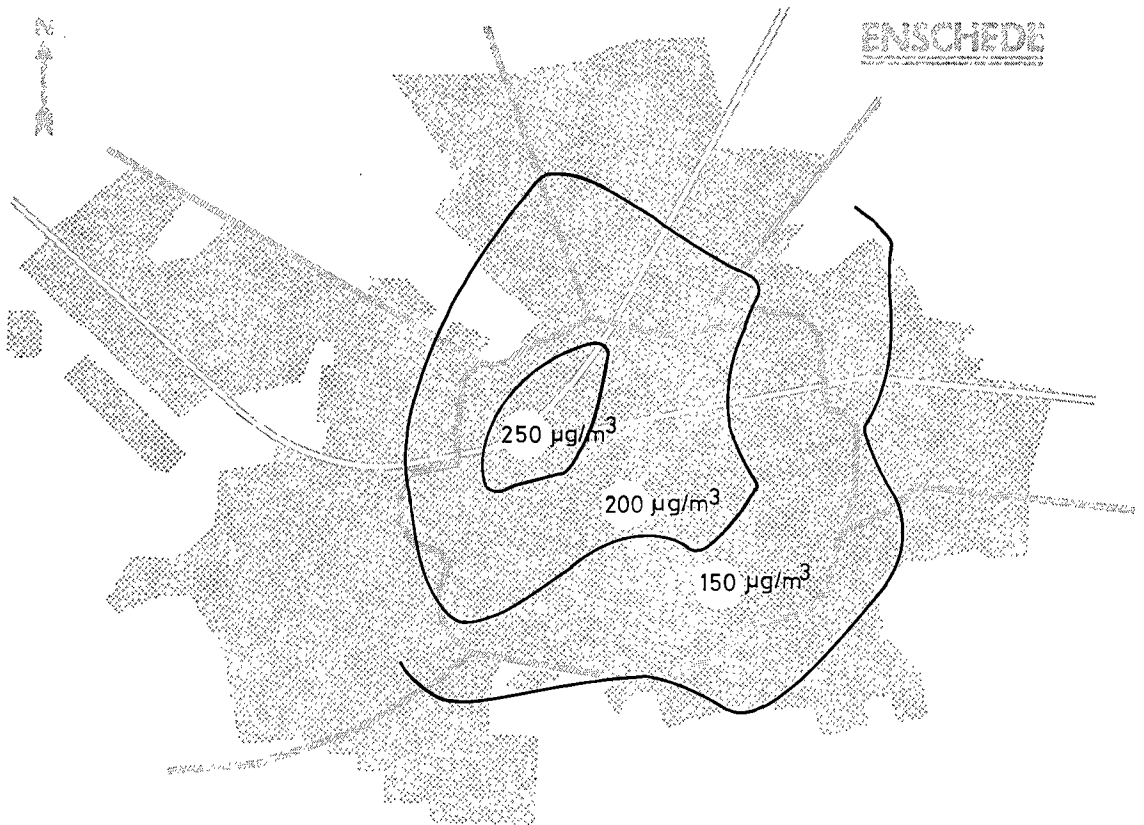
qu'elles fournissent les informations nécessaires pour les planificateurs et pour les fonctionnaires chargés du contrôle de la qualité de l'air, de l'élaboration des méthodes de gestion et des poursuites contre les contrevenants. Dans cette section, qui traite de l'analyse et de la présentation des données, nous n'avons pas parlé des difficultés que l'on rencontre pour utiliser les banques de données; en effet, le stockage et la restitution corrects des données qui conviennent pour diverses évaluations exigeraient une étude étendue qui sortirait du cadre du présent chapitre. Cependant, on peut affirmer qu'une collecte méthodique et harmonisée des données provenant des divers systèmes de surveillance est une condition nécessaire pour qu'une banque de données fonctionne convenablement et utilement. Une ana-

lyse des systèmes, analogue à celle adoptée pour les systèmes de surveillance bien conçus et bien exploités, est extrêmement importante, en particulier pour les banques de données internationales sur l'environnement.

SYSTÈMES ACTUELS DE SURVEILLANCE ET ÉVOLUTION FUTURE

Dans le passé, les systèmes de surveillance ne comprenaient que quelques stations où l'on dosait un seul polluant, quelquefois deux, par des méthodes manuelles ou semi-automatiques. L'implantation du réseau était en grande partie réalisée au coup par coup et dépendait du personnel qualifié disponible

Fig. 4. Distribution des concentrations moyennes de dioxyde de soufre, calculées sur 24 heures, dans le centre d'Enschede (Pays-Bas), du 1^{er} octobre 1972 au 1^{er} avril 1973 ^a



^a Les courbes délimitent les zones où 98 % des concentrations moyennes sont inférieures à la valeur indiquée (elles correspondent donc au percentile 98).

dans la zone étudiée. En général, presque toutes les stations étaient implantées dans des zones urbaines et au voisinage immédiat de zones industrielles. La comparaison des résultats d'une station à l'autre était souvent difficile à cause de différences portant sur l'implantation et la nature des échantillonneurs et sur les méthodes d'analyse employées. Au cours de ces dernières années, on a réalisé, d'après les méthodes exposées plus haut, des réseaux plus étendus qui sont aujourd'hui en service. Il peut être intéressant de décrire brièvement les réseaux de l'Agence des Etats-Unis pour la Protection de l'Environnement. Le premier élément, le Programme de surveillance continue de l'air (Continuous Air Monitoring Programme, CAMP), existe depuis 1962 dans six grandes villes du pays. Plusieurs polluant sont

dosés de façon continue et les données obtenues servent à déterminer les tendances de la pollution. Dans le cadre du Système de surveillance de l'environnement et de santé des collectivités (Community Health and Environmental Surveillance System, CHESS), un Programme de surveillance sanitaire continue de l'air (Continuous Health Air Monitoring Programme, CHAMP) sera mis en œuvre dans le proche avenir. Ce réseau consistera en une cinquantaine de stations de mesure continue, complétées par quelques dispositifs de télémessure pour permettre le traitement des données à une station centrale de contrôle. Un système où l'automatisation sera encore plus poussée est prévu à Saint-Louis (Missouri) pour l'Etude régionale de la pollution de l'air (Regional Air Pollution Study, RAPS): 25 à 40

stations étudieront les processus de la pollution atmosphérique et leurs effets dans une seule région urbaine, afin de vérifier et de perfectionner les modèles actuels de simulation de la pollution de l'air. Aux Etats-Unis, la plupart des stations des systèmes existants ou prévus sont implantées en zone urbaine. C'est également le cas au Japon, où il existe de bons systèmes de surveillance à Osaka et à Tokyo. Pour étudier le transport des polluants et leur destinée pendant une certaine durée, c'est-à-dire les sources et les puits (rabattements au sol) pour chaque polluant séparément, il est indispensable d'avoir aussi des stations en dehors des zones à concentrations élevées, c'est-à-dire des zones urbaines et industrielles, donc en zone rurale. Le premier réseau qui comprenne un grand nombre de stations rurales est celui des Pays-Bas, où une centaine de stations de contrôle sont implantées selon un quadrillage régulier et une centaine d'autres dans les villes et les zones industrielles, comme le montre la figure 5. La plupart des stations du premier groupe sont à l'extérieur des villes et leur implantation a été choisie de façon à éviter l'effet direct des sources locales. On peut ainsi étudier la destinée des polluants à une distance de 20 à 100 km des sources, les puits jouant alors un rôle important. On a montré aussi que, pour pouvoir donner l'alerte dans une région, il importe de doser les polluants de façon continue dans une zone plus étendue. Des systèmes analogues à celui des Pays-Bas sont en projet pour plusieurs régions en Belgique, au Mexique, en République fédérale d'Allemagne et dans certains autres pays. Des systèmes de surveillance plus petits, mais complètement automatisés, sont déjà en service en Italie et en Suède.

Bien qu'un système complètement automatisé ait beaucoup d'avantages et soit quelquefois indispensable si l'on veut pouvoir donner l'alerte ou si le nombre des stations est élevé, les systèmes semi-automatiques, et même les systèmes manuels, peuvent aussi servir à diverses fins. Dans le domaine de la coopération internationale, on est souvent obligé d'employer des stations de surveillance moins élaborées, surtout lorsque les régions en cause sont étendues et lorsque la comparabilité des résultats et les contraintes pratiques comptent beaucoup. Dans toute l'Europe occidentale, un grand nombre de stations au sol sont en service pour l'application du projet sur le transport des polluants à longue distance de l'Organisation de Coopération et de Développement économiques (OCDE). L'échantillonnage est semi-automatique et les analyses de laboratoire

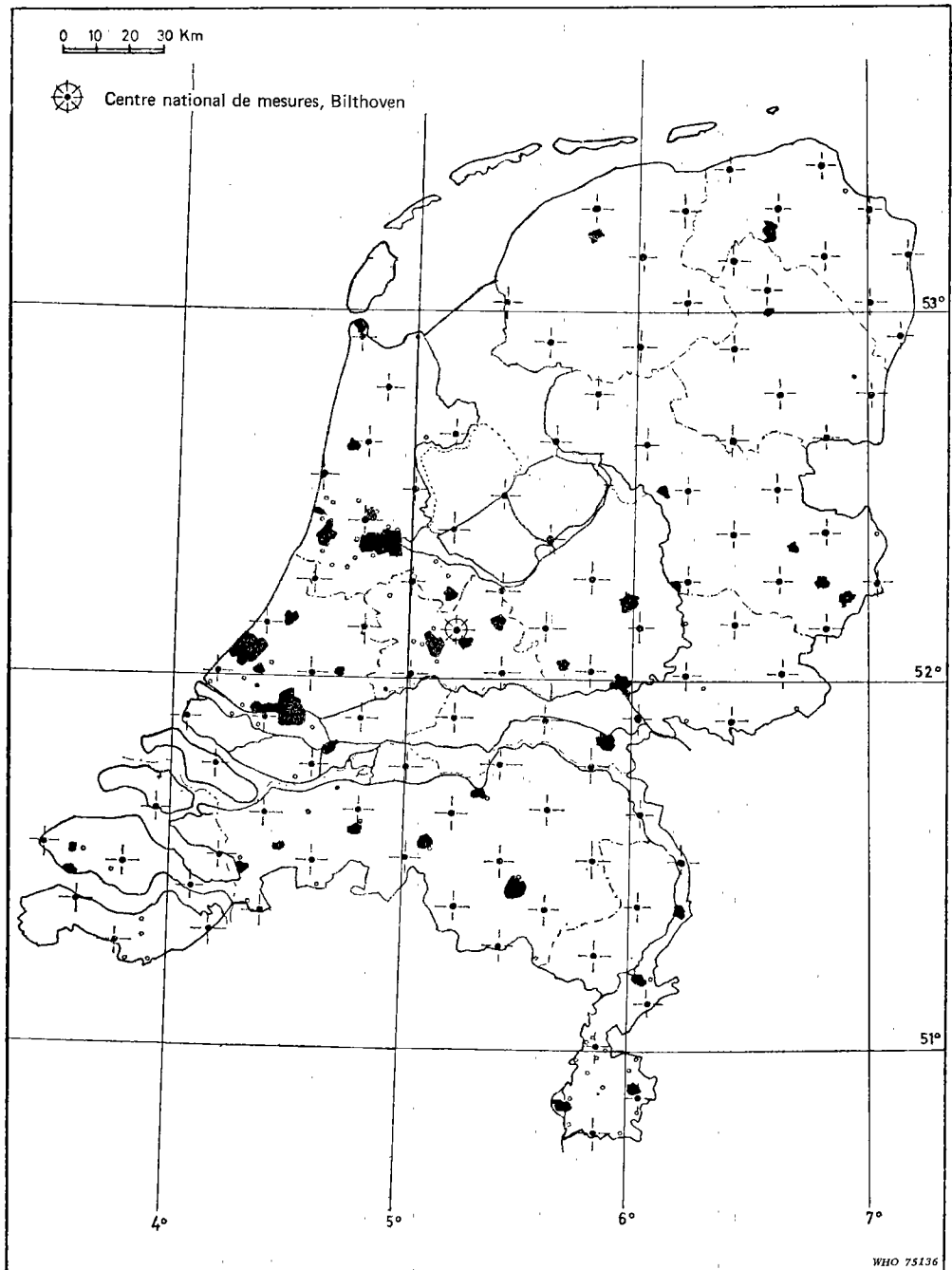
ultérieures se font d'après des méthodes choisies d'un commun accord. Ce projet a pour but des recherches limitées et il ne sera appliqué que pendant un certain temps; il ne correspond donc pas rigoureusement à la définition de la surveillance donnée au début de ce chapitre (p. 187). Le programme conjoint de surveillance de l'air organisé par l'OMS est un autre exemple de système pour lequel des méthodes perfectionnées ne sont pas nécessaires. Ici, le but est d'améliorer la comparabilité des données sur le plan international et d'étudier les tendances de la pollution de l'air dans les zones urbaines et industrielles.

Il est à prévoir que, dans l'avenir, le progrès de la coopération internationale en matière de systèmes de surveillance se fondera sur les systèmes nationaux et internationaux existants; c'est le cas, par exemple, du Système mondial de surveillance continue de l'environnement (Global Environmental Monitoring System, GEMS) dans le cadre du Plan vigie du Programme des Nations Unies pour l'Environnement. Les principes qui régissent la coopération intergouvernementale en matière de surveillance sont les suivants:

- 1) la surveillance à l'échelle internationale nécessite que la priorité soit accordée aux problèmes mondiaux et multinationaux;
- 2) l'échange d'informations sur les problèmes locaux qui se retrouvent fréquemment et sur les méthodes employées pour les surveiller est d'une grande importance;
- 3) les systèmes de surveillance doivent être conçus en vue d'objectifs bien définis et l'évaluation des données doit faire partie intégrante de l'organisation du système.

Il est clair, par conséquent, que des accords internationaux sont nécessaires pour l'emplacement des stations d'échantillonnage, les méthodes de mesure, l'emploi des instruments, etc., et que des dispositions doivent être prises pour recueillir des données convenablement traitées et condensées, conformément à une présentation normalisée établie d'un commun accord, de façon qu'elles aient une valeur internationale. En dehors de la mise sur pied de nouveaux systèmes de surveillance, il est donc à prévoir que la collaboration internationale sera renforcée dans ces deux domaines et cela, non seulement pour les stations fixes au sol, mais aussi pour les appareils mobiles de mesure à bord de véhicules à moteur et, plus tard, d'aéronefs et de satellites.

Fig. 5. Réseau national néerlandais de surveillance de la pollution de l'air



Les méthodes traditionnelles d'étude des polluants dans des milieux considérés séparément (air, eau, aliments, etc.) seront aussi étendues aux transferts des polluants d'un milieu à un autre et à leurs transformations chimiques. On perfectionnera les modèles mathématiques et écologiques concernant le transport des polluants et leur évolution dans l'environnement. La conception et la réalisation d'un système de surveillance qui assure toutes les fonctions ci-dessus exigera des ressources considérables et un échange permanent des connaissances et de l'expérience acquises au sujet des systèmes existants. Toutefois, le principal élément de décision devra toujours résider dans une description claire et bien adaptée des objectifs au stade de la planification et

des résultats effectivement obtenus une fois les systèmes en service.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Munn, R. E. GEMS action plan for phase I. *Scope report 3*. Toronto, Canada, 1973, p. 13
2. Brasser, L. J. A new method for the presentation of a large number of data obtained from air pollution survey networks. In : *Proceedings of the Second International Clean Air Congress, Washington, DC, 1970*. New York, Academic Press, 1971, pp. 62-65
3. Brasser, L. J. Relating air quality data to standards. In : Schneider, T. réd. *Proceedings of a Conference on Automatic Air Quality Monitoring Systems*. Bilthoven, Pays-Bas, juin 1973, Amsterdam, Elsevier, 1974, pp. 225-234

