



Fédération nationale des  
observatoires régionaux de la santé  
62 bd Garibaldi 75015 PARIS  
Tél 01 56 58 52 40



*dans les régions de France*

Chapitre **9.2**

## L'air et la santé

Ce chapitre est l'un de ceux du document intitulé «La santé observée dans les régions de France», dont la première édition a été publiée par la Fnors en 1997.

Il s'agit ici de la première mise à jour de ce chapitre. Ce fascicule peut être intégré dans le classeur diffusé lors de la première édition ou rester indépendant.

### Quelques références bibliographiques

Ademe, Ministère de l'aménagement du Territoire et de l'Environnement, *La qualité de l'air en France en 1995-96, Données et références*, Ademe Éditions, 1998, 267 p.

Citepa, *Inventaire d'émissions dans l'atmosphère dans le cadre des plans régionaux pour la qualité de l'air, France, rapport de synthèse*, octobre 1997, 92 p.

Institut de veille sanitaire, *Surveillance épidémiologique air et santé, surveillance des effets sur la santé liés à la pollution atmosphérique en milieu urbain*, Rapport d'étude, mars 1999, 148 p.

Ministère de l'aménagement du Territoire et de l'Environnement, *La qualité de l'air en France 1991-1996, Bilan*, 1998, 97 p.

Réseau national de santé publique, *Pics de pollution atmosphérique et santé publique, La place de l'épidémiologie*, février 1998, 16 p.

## Contexte

*Les liens entre la pollution atmosphérique ambiante et la santé sont difficiles à établir car l'homme est exposé en permanence à des micro-environnements très hétérogènes par leur nature et le niveau de concentration en polluants. Pourtant, les études épidémiologiques réalisées au cours des dix dernières années sont concordantes et montrent que, globalement, les polluants atmosphériques en milieu urbain constituent, pour les niveaux actuellement rencontrés et, sans effet de seuil, un facteur de risque pour la santé. Les personnes âgées, les personnes souffrant de maladies respiratoires chroniques (asthme, bronchite chronique...) ou de maladies cardiovasculaires, ainsi que les enfants constituent des populations particulièrement sensibles à la pollution atmosphérique.*

*D'autres formes de pollution sont également à prendre en compte comme la pollution de l'air à l'intérieur des locaux (tabagisme passif, combustions en foyer ouvert, cuisinières à gaz, revêtements de sol, matériaux de construction ou isolants, radon), les pollutions sonores ou olfactives, les aérocontaminants biologiques. Ces derniers (micro-organismes - germes, acariens, parasites - ou pollens) sont responsables de réactions allergiques respiratoires. Leur pouvoir pathogène est renforcé par la présence de polluants chimiques qui diminuent leur seuil de sensibilité.*

*Les émissions de polluants dans l'air se sont modifiées depuis les années soixante-dix, certaines substances diminuant, d'autres augmentant.*

*De telle sorte que les pointes de pollution hivernales et locales dues au dioxyde de soufre et aux poussières (pollution acido-particulaire) tendent à faire place à des «smogs» d'été, ou à des pollutions plus complexes, diffuses, riches en*

*hydrocarbures, oxydes d'azote, composés oxydants et très fines particules.*

*Le transport routier est devenu l'un des principaux responsables de la pollution urbaine alors que diminuaient les émissions industrielles.*

*Le droit de chacun «à respirer un air qui ne nuise pas à sa santé» est désormais reconnu par la loi sur l'air du 30 décembre 1996 et l'utilisation rationnelle de l'énergie.*

*Ses objectifs consistent à prévenir, surveiller, réduire ou supprimer les pollutions atmosphériques et à préserver la qualité de l'air.*

*Le dispositif de surveillance de la qualité de l'air couvre l'ensemble du territoire national depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2000, à l'exception de la Corse et de la Guadeloupe. Il est confié localement à des organismes agréés, généralement de type association de loi 1901.*

*La loi prévoit une information du public en cas de dépassement des seuils d'alerte. Pour cela, un indice synthétique («indice Atmo») est calculé quotidiennement par les organismes de surveillance de la qualité de l'air qui en assurent également la diffusion locale (journaux, radios, télévision, Minitel, Internet...).*

*Cet indice, qui va de 1 (qualité excellente) à 10 (qualité exécrationnelle) est calculé en référence à 4 polluants : dioxyde de soufre, dioxyde d'azote, ozone et poussières. Lorsqu'un ou plusieurs seuils d'alerte sont dépassés ou risquent de l'être, le préfet doit en informer immédiatement la population et prendre les mesures d'urgence appropriées, dont la restriction, le cas échéant, de la circulation automobile (avec dans ce cas la mise en place de la gratuité des transports en commun).*

*D'autre part, des plans régionaux pour la qualité*

de l'air (PRQA) sont en cours d'élaboration dans chaque région, fixant des orientations permettant d'atteindre les objectifs de qualité de l'air fixés au plan national ou spécifiques à certaines zones.

En outre ces plans doivent prévoir l'évaluation des effets de la pollution atmosphérique sur la santé.

Ils sont renforcés par un plan de protection de l'atmosphère élaboré dans toutes les agglomérations de plus de 250 000 habitants.

Un plan de déplacements urbains est également mis en œuvre dans les agglomérations de plus de 100 000 habitants. Il porte sur la diminution du trafic automobile, le développement des transports collectifs, les aménagements de la voirie et l'organisation du stationnement.

**Les inventaires PRQA** ont été réalisés selon la méthodologie CORINAIR. Le modèle intègre de très nombreuses sources de données, mais, dans certains cas, les émissions présentent des relations complexes avec de nombreux paramètres. Il est alors nécessaire de recourir à des estimations selon des modèles spécifiques pour obtenir une bonne représentation des phénomènes (trafic routier, émissions biogéniques...). L'objectif final est d'obtenir une base de données homogène permettant la comparaison des résultats à de multiples échelons géographiques.

Enfin, la stratégie nationale de lutte contre la pollution atmosphérique se complète par des dispositions techniques, financières et fiscales favorisant en particulier le développement des véhicules propres, au gaz ou électriques.

Depuis 1980, la qualité de l'air ambiant fait l'objet d'une réglementation communautaire. Une directive cadre a été adoptée, le 27 septembre 1996, concernant l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air, visant à fixer des objectifs de qualité, à imposer une surveillance uniforme, à étendre la surveillance à de nouveaux polluants et à informer le public.

Elle complète les quatre premières directives adoptées entre 1980 et 1992 relatives au dioxyde de soufre et fumées noires, au plomb, au dioxyde d'azote et à l'ozone.

**Abréviations concernant les régions :** PACA Provence-Alpes-Côte d'Azur  
DOM Départements d'outre-mer (Guadeloupe, Guyane, Martinique, Réunion)

### Émissions par secteur d'activité

Les contributions des différents secteurs économiques aux émissions de polluants sont variables selon la substance étudiée.

Ainsi, pour la France entière, on constate que l'industrie participe aux émissions de toutes les substances (pour une proportion allant de 12 % à 31 %), à l'exception du NH<sub>3</sub>. Ce dernier est presque exclusivement lié aux activités agricoles (96 %).

Le secteur de l'extraction et de la transformation d'énergie est prépondérant pour les émissions de SO<sub>2</sub> (42 %) et dans une moindre mesure pour le CO<sub>2</sub> (16 %). Les transports routiers interviennent très significativement pour les émissions de CO<sub>2</sub> (30 %), de COVNM\* (39 %) et surtout pour les NOx et le CO où ils génèrent près des 2/3 des quantités émises.

Enfin, le secteur résidentiel et tertiaire intervient surtout dans les émissions de CO<sub>2</sub>.

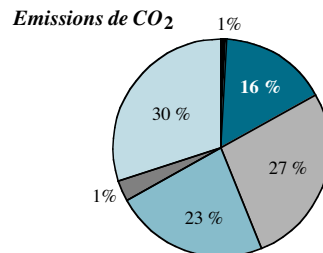
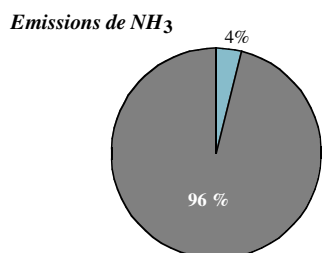
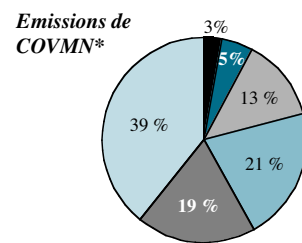
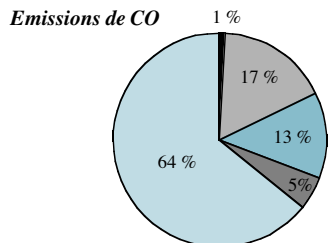
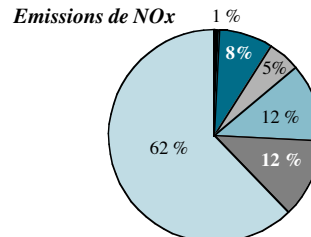
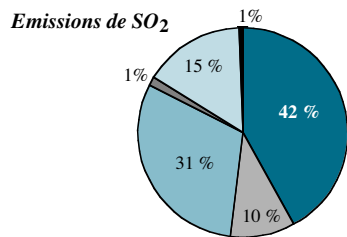
Les distributions régionales sont très variables et liées aux spécificités locales.

On peut noter que la transformation d'énergie en Haute-Normandie rejette plus de SO<sub>2</sub>, à elle seule que le total de SO<sub>2</sub> tous secteurs confondus des autres régions (excepté PACA).

Le secteur résidentiel et tertiaire est systématiquement plus important en Ile-de-France.

Le secteur «autres» n'est remarquable que pour la région Corse pour les COVNM\* et le CO en raison des feux de forêts.

**Émissions des polluants atmosphériques par secteur d'activité en France en 1994**



\* COVNM : composés organiques volatils non méthaniques

Source : CITEPA (inventaire PRQA) Exploitation FNORS

### Émission de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)

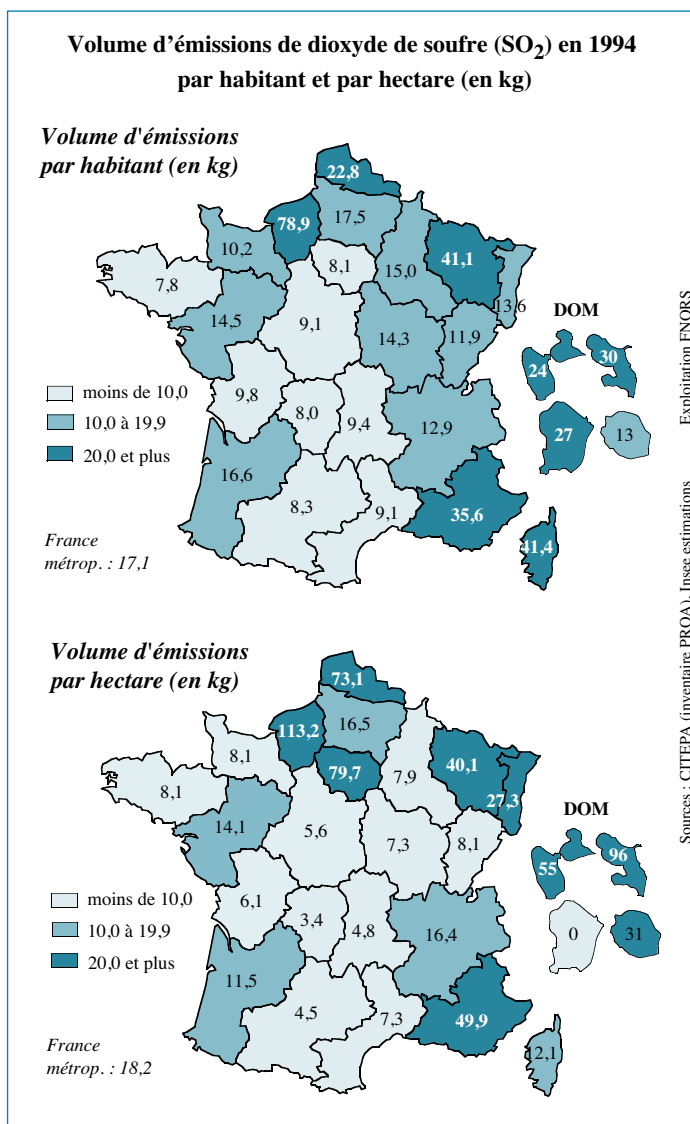
Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) résulte essentiellement de la combustion de matières fossiles contenant du soufre (charbon, fuel, gazole...) et de procédés industriels. Ses émissions sont en forte diminution (développement de l'énergie électro-nucléaire, régression du fuel et du charbon, réduction de la teneur en soufre des combustibles et carburants).

Cinq régions (PACA, Haute-Normandie, Lorraine, Nord-Pas-de-Calais et Ile-de-France) totalisent plus de la moitié (56 %) des émissions nationales. La région

PACA totalise à elle-seule 15 % des émissions totales et la Haute-Normandie 14 %. Cette dernière est la plus émettrice aussi bien en termes de SO<sub>2</sub> par habitant que de SO<sub>2</sub> par hectare. L'Ile-de-France occupe le second rang métropolitain pour les émissions ramenées à sa superficie, mais au 20<sup>e</sup> rang pour les émissions par habitant (forte population et faible superficie).

Volume d'émissions de dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ) en 1994, en kilotonnes	
Emissions de SO <sub>2</sub> (kilotonnes)	
Provence-Alpes-Côtes d'Azur	156,8
Haute-Normandie	139,5
Lorraine	94,4
Nord-Pas-de-Calais	90,8
Ile-de-France	88,5
Rhône-Alpes	71,5
Aquitaine	47,3
Pays de la Loire	45,3
Picardie	32,5
Bourgogne	23,1
Alsace	22,6
Bretagne	22,1
Centre	21,9
Midi-Pyrénées	20,6
Champagne-Ardenne	20,3
Languedoc-Roussillon	20,1
Poitou-Charentes	15,9
Basse-Normandie	14,3
Franche-Comté	13,2
Auvergne	12,4
Corse	10,5
Limousin	5,8
<b>France métropolitaine</b>	<b>989,2</b>
Guadeloupe	9,3
Guyane	3,1
Martinique	10,8
Réunion	7,7
<b>France entière</b>	<b>1020,2</b>

Source : CITEPA (inventaire PRQA)



### Émissions de monoxyde et dioxyde d'azote (NOx)

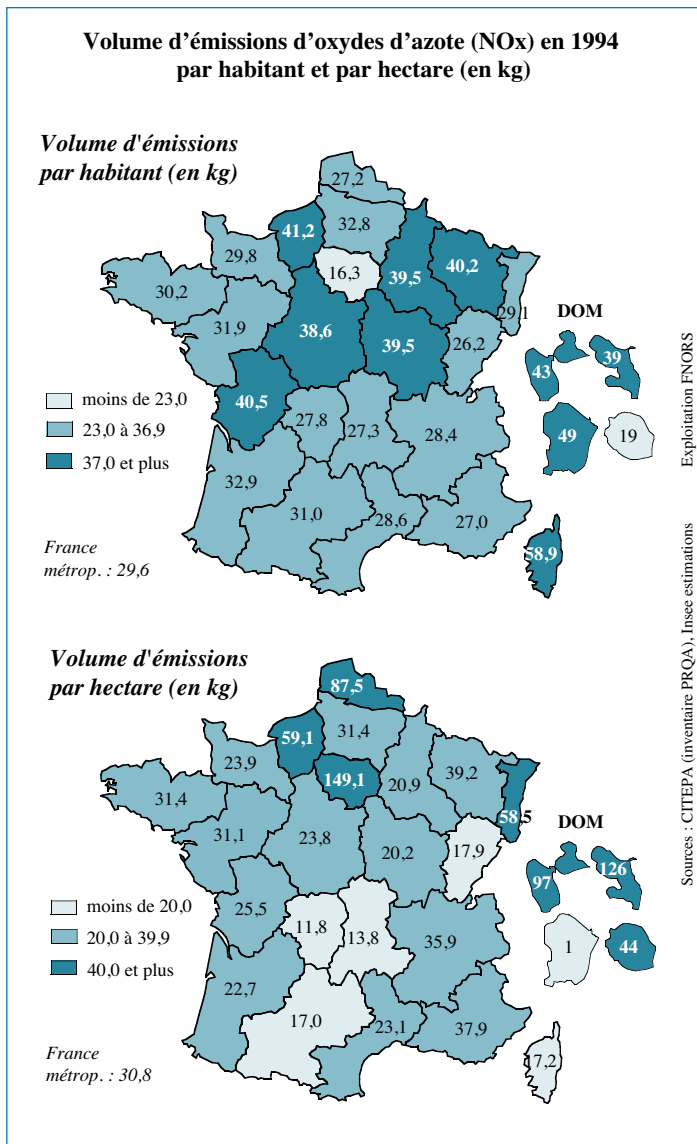
Le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) sont principalement émis par les véhicules (près de 60 %) et les installations de combustion. Le pot catalytique permet, depuis 1993, une diminution des émissions par les véhicules à essence. Néanmoins l'effet reste encore peu perceptible compte tenu de l'âge moyen des véhicules, de l'augmentation forte du parc et du trafic automobile.

Les plus fortes émissions sont observées dans les régions ayant des pôles urbains importants (trafic routier, chauffage) : les régions Ile-de-France et Rhône-

Alpes totalisent respectivement 10 % et 9 % des émissions totales, suivies de PACA (7 %) et du Nord-Pas-de-Calais (6 %).

L'Ile-de-France occupe la première place pour le volume par hectare et la dernière pour celui par habitant (situation également retrouvée pour les COVNM, CO et CO<sub>2</sub>).

C'est la Corse qui occupe la première place pour le volume émis par habitant (même classement pour les COVNM et le CO).



**Volume d'émissions d'oxydes d'azote (NOx) en 1994, en kilotonnes**

Ile-de-France	179,1
Rhône-Alpes	156,7
Provence-Alpes-Côtes d'Azur	119,6
Nord-Pas-de-Calais	108,7
Pays de la Loire	99,8
Aquitaine	94,0
Centre	93,1
Lorraine	92,3
Bretagne	85,5
Midi-Pyrénées	77,0
Haute-Normandie	72,8
Poitou-Charentes	65,9
Bourgogne	63,8
Languedoc-Roussillon	63,1
Picardie	61,0
Champagne-Ardenne	53,4
Alsace	48,4
Basse-Normandie	42,0
Auvergne	35,8
Franche-Comté	29,0
Limousin	20,0
Corse	14,9
<b>France métropolitaine</b>	<b>1 675,4</b>
Guadeloupe	16,6
Guyane	5,6
Martinique	14,2
Réunion	11,1
<b>France entière</b>	<b>1 722,9</b>

Source : CITEPA (inventaire PRQA)

### Émissions de composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)

Les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) sont multiples. Il s'agit d'hydrocarbures (émis par évaporation des bacs de stockage pétroliers ou lors du remplissage des réservoirs d'automobiles), de composés organiques (provenant des procédés industriels, de la combustion incomplète des combustibles, des aires cultivées ou du milieu naturel), de solvants (émis lors de l'application de peintures et d'encres, lors de nettoyage).

Les sources se caractérisent par une grande dispersion des émetteurs.

Là encore, les régions les plus peuplées sont les plus fortes émettrices : Ile-de-France, Rhône-Alpes et PACA (respectivement, 12 %, 9 % et 8 % du total national), suivies de l'Aquitaine (6 %).

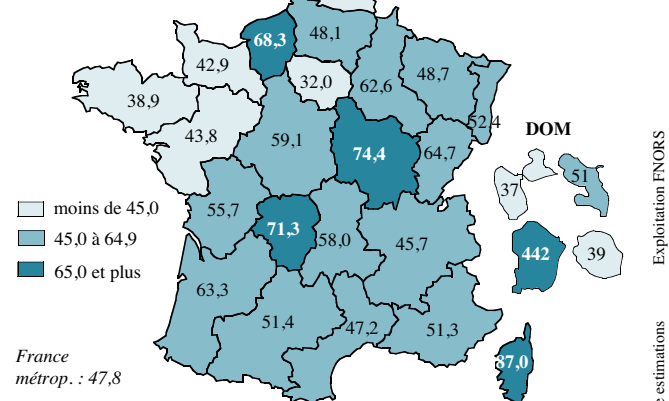
#### Volume d'émissions des composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) en 1994, en kilotonnes

Ile-de-France	351,1
Rhône-Alpes	252,6
Provence-Alpes-Côtes d'Azur	226,2
Aquitaine	180,8
Centre	142,6
Nord-Pas-de-Calais	140,7
Pays de la Loire	137,1
Midi-Pyrénées	127,6
Haute-Normandie	120,7
Bourgogne	120,0
Lorraine	111,8
Bretagne	110,3
Languedoc-Roussillon	104,1
Poitou-Charentes	90,6
Picardie	89,4
Alsace	87,0
Champagne-Ardenne	84,6
Auvergne	76,2
Franche-Comté	71,9
Basse-Normandie	60,5
Limousin	51,2
Corse	22,1
<b>France métropolitaine</b>	<b>2 759,0</b>
Guadeloupe	14,4
Guyane	50,7
Martinique	18,4
Réunion	23,5
<b>France entière</b>	<b>2 866,0</b>

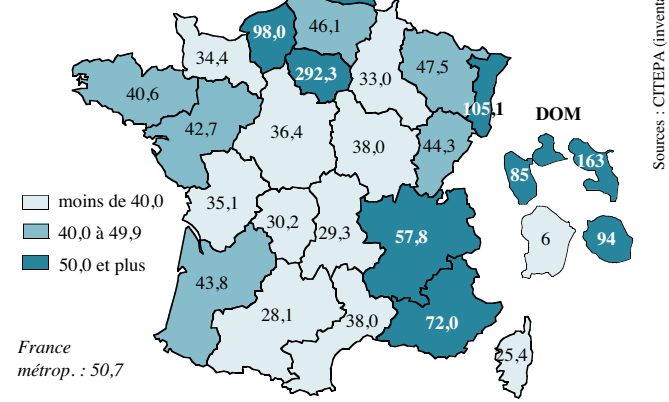
Source : CITEPA (inventaire PRQA)

#### Volume d'émissions des composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) en 1994 par habitant et par hectare (en kg)

##### Volume d'émissions par habitant (en kg)



##### Volume d'émissions par hectare (en kg)



Exploitation FNORS

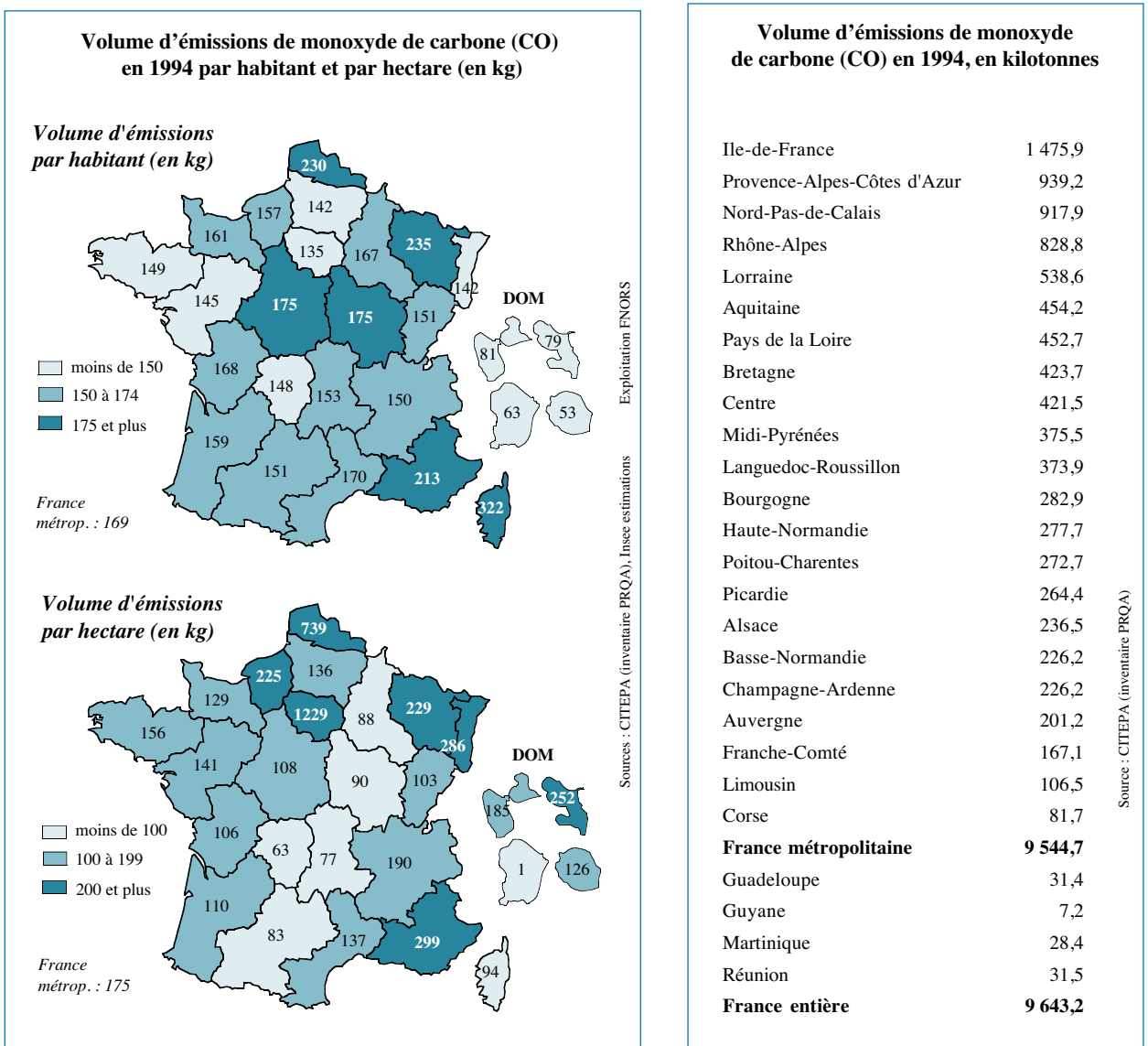
Sources : CITEPA (inventaire PRQA), Insee estimations

### Émissions de monoxyde de carbone (CO)

Le monoxyde de carbone (CO) provient de la combustion incomplète des combustibles et carburants provenant du trafic automobile mais aussi de certains procédés métallurgiques.

Les 5 premières régions émettent près de la moitié des émissions nationales. L'Ile-de-France, émet, à elle seule 15 % du total français, PACA et le Nord-Pas-de-Calais, 10 % chacune.

Ces deux dernières régions, avec la Lorraine, affichent des ratios par habitant et par hectare parmi les plus élevés.



### Émissions d'ammoniac (NH<sub>3</sub>)

Les émissions d'ammoniac sont presque exclusivement d'origine agricole (96 %).

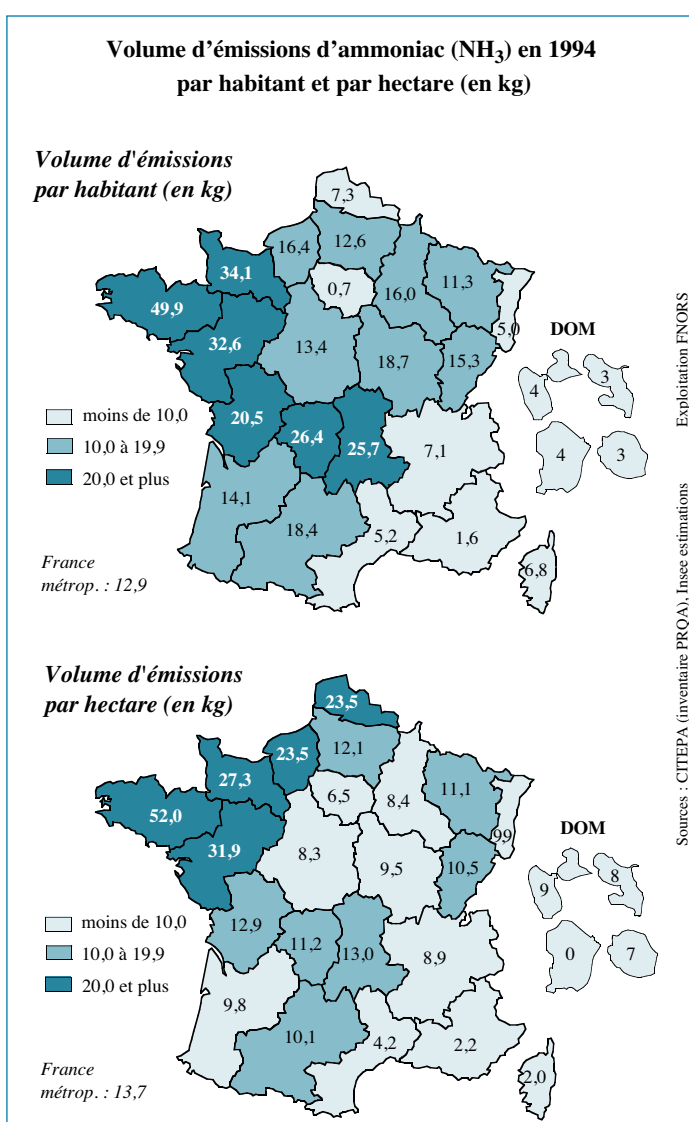
Se trouvent en tête du classement, les régions agricoles de l'Ouest : Bretagne et Pays-de-la-Loire totalisent le tiers des émissions nationales (respectivement 19 % et 14 %). Puis viennent la Basse-Normandie, Midi-

Pyrénées et Aquitaine. Ces 5 régions représentent plus de la moitié des émissions totales.

Bretagne, Pays-de-la-Loire et Basse-Normandie se distinguent par les ratios les plus importants.

Volume d'émissions d'ammoniac (NH <sub>3</sub> ) en 1994, en kilotonnes	
Bretagne	141,6
Pays de la Loire	102,2
Basse-Normandie	48,1
Midi-Pyrénées	45,6
Aquitaine	40,3
Rhône-Alpes	39,0
Auvergne	33,8
Poitou-Charentes	33,2
Centre	32,4
Bourgogne	30,1
Nord-Pas-de-Calais	29,2
Haute-Normandie	29,0
Lorraine	26,0
Picardie	23,4
Champagne-Ardenne	21,6
Limousin	19,0
Franche-Comté	17,0
Languedoc-Roussillon	11,5
Alsace	8,2
Ile-de-France	7,9
Provence-Alpes-Côtes d'Azur	6,9
Corse	1,7
<b>France métropolitaine</b>	<b>747,8</b>
Guadeloupe	1,6
Guyane	0,5
Martinique	0,9
Réunion	1,8
<b>France entière</b>	<b>752,6</b>

Source : CITEPA (inventaire PRQA)

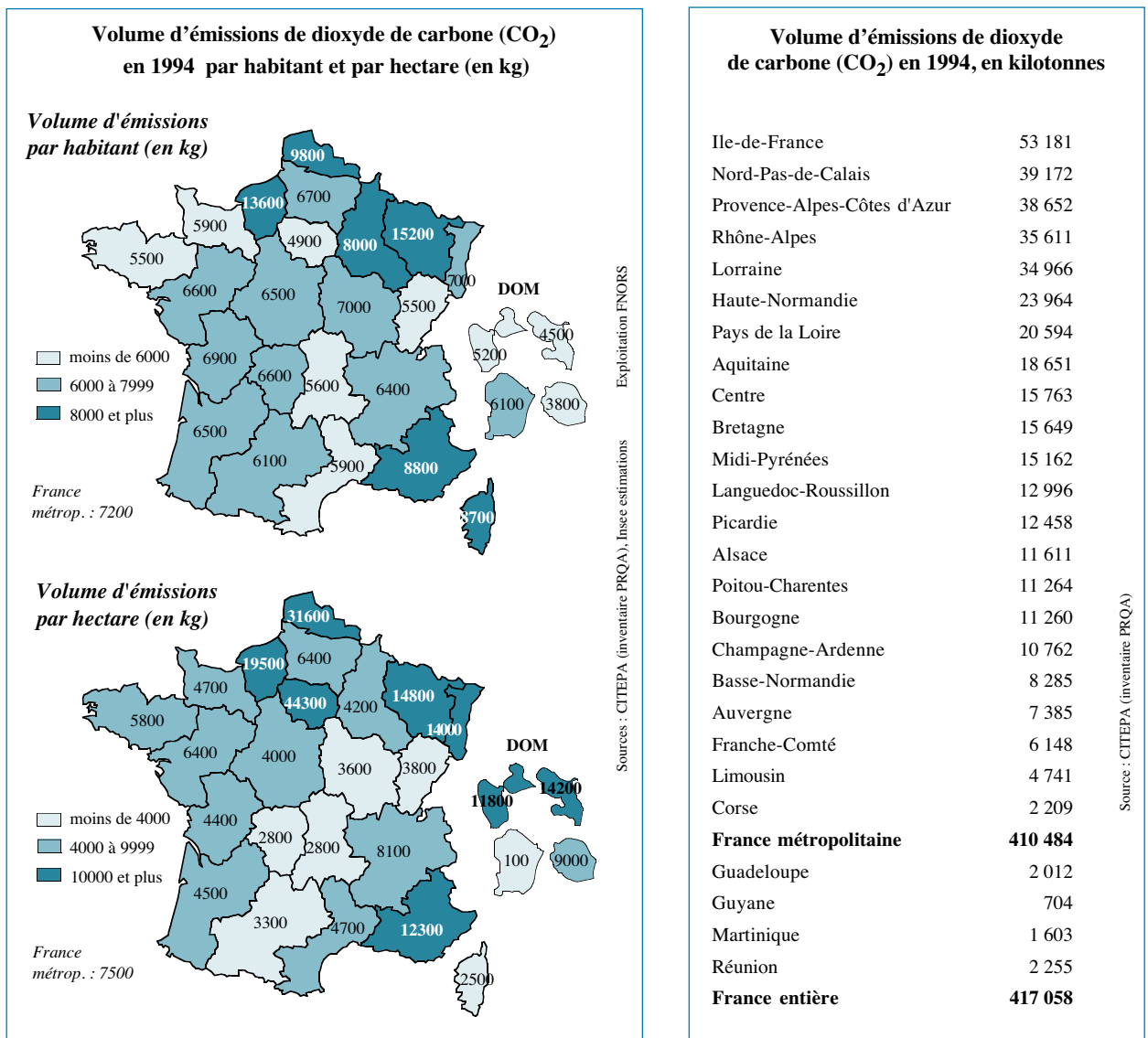


### Émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)

Cette substance contribue de façon prépondérante au phénomène d'accroissement de l'effet de serre. Ses émissions sont principalement liées à l'utilisation de l'énergie. Les régions fortement émettrices sont les mêmes que pour le SO<sub>2</sub> : Ile-de-France, Nord-Pas-de-Calais, PACA, Rhône-Alpes, Lorraine, Haute-

Normandie. Elles représentent 54 % des émissions nationales.

Ces régions, hormis l'Ile-de-France, se caractérisent par des ratios émissions/habitant ou émissions/superficie élevés.



Les émissions de polluants ne sont pas le reflet de la qualité de l'air respiré au niveau du sol, car ils gagnent rapidement de l'altitude et peuvent être transportés sur de longues distances.

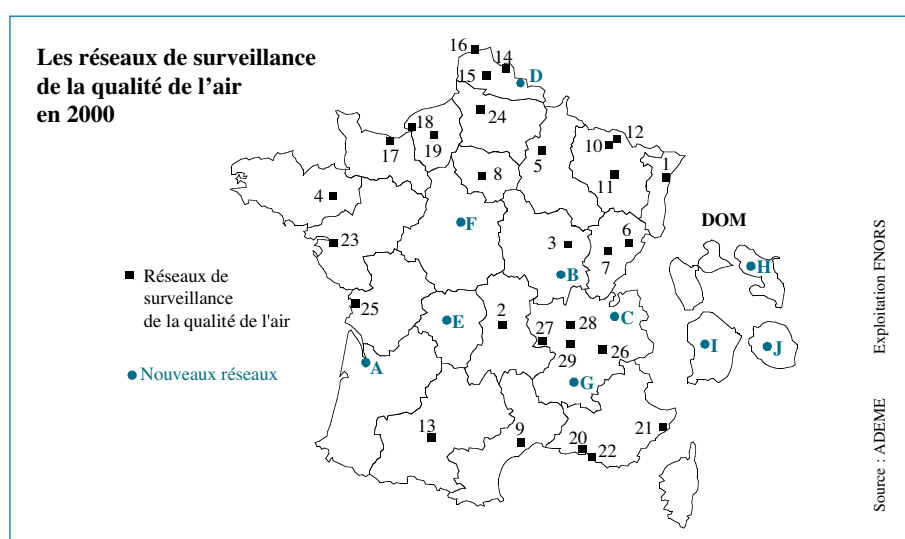
### Les réseaux de surveillance de la qualité de l'air

Il existe, en 2000, en France, 39 réseaux de surveillance de la qualité de l'air (29 réseaux « anciens » et 10 récemment créés). Ils constituent le réseau Atmo (Réseau national de surveillance et d'information sur l'air).

Chaque organisme gère plusieurs stations fixes de mesure équipées d'un ou de plusieurs analyseurs

mesurant un polluant spécifique. Les stations de mesure sont implantées en des lieux représentatifs de différents types d'exposition de la population : urbaine dense, suburbaine, de proximité ou rurale.

En complément des campagnes d'études temporaires sont réalisées à partir de camions laboratoires.



Les réseaux de surveillance de la qualité de l'air en 2000

Région	N° Nom du réseau	Région	N° Nom du réseau
Alsace	1 ASPA	Basse-Normandie	17 ESPACE
Aquitaine	A AIRAQ	Haute-Normandie	18 AIR NORMAND - ALPA
Auvergne	2 ATMO Auvergne		19 AIR NORMAND - REMAPPA
Bourgogne	3 ATMOSF'AIR Bourgogne Centre-Nord	PACA	20 AIRMARAIX
	B ATMOF'AIR Bourgogne Sud		21 QUALITAIR 06
Bretagne	4 AIR BREIZH		22 AIRFOBEP
Centre	F LIG'AIR	Pays-de-la-Loire	23 AIR Pays de la Loire
Champagne-Ard.	5 ARSQA	Picardie	24 ASQAP ATMO Picardie
Corse	- -	Poitou-Charentes	25 AREQUA
Franche-Comté	6 ASQAB	Rhône-Alpes	26 ASCOPARG
	7 ARPAM		27 AMPASEL
Ile-de-France	8 AIRPARIF		28 COPARLY
Languedoc-Rous.	9 AIR Languedoc-R.		29 SUPAIRE
Limousin	E ARQAL		C L'AIR DES
Lorraine	10 AERFOM		DEUX SAVOIES
	11 AIRLOR		G ASQUADRA
	12 ESPOL	Guadeloupe	- -
Midi-Pyrénées	13 ORAMIP	Guyane	I ORA Guyane
Nord-P-d-C.	14 AREMA LRT	Martinique	H MADININAIR
	15 AREMARTOIS	Réunion	J ORA
	16 OPAL'AIR		
	D AREMASSE		

Source : ADEME

## Concentrations en dioxyde de soufre, en monoxyde et dioxyde d'azote, et en ozone

### Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)

Les teneurs les plus élevées se retrouvent dans les grandes zones industrielles. Pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants, les concentrations moyennes annuelles dans les sites urbains denses sont comprises entre 3 et 38  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les années 1991 à 1996.

En 1991-1992, 5 sites de mesure ont dépassé les valeurs limites définies par la directive communautaire (Petit-Couronne et Ignaulval en Haute-Normandie, Lacq en Aquitaine, Gatasse en PACA et Courcelles dans le Nord-Pas-de-Calais). En 1992-1993, il n'y a eu qu'un dépassement (Noyelles-Godault dans le Nord-Pas-de-Calais). Depuis, toutes les stations respectent les valeurs limites.

Chaque année, 2 ou 3 sites dépassent les valeurs guides tout en respectant les valeurs limites.

### Monoxyde et dioxyde d'azote (NO<sub>x</sub>)

Pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants, les concentrations moyennes annuelles relevées dans les sites de proximité automobile sont comprises entre 21 et 93  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les années 1991 à 1996. Celles relevées dans les sites urbains denses, représentatifs d'une pollution de fond, sont comprises entre 15 et 64  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur la même période.

Après 3 dépassements en 1991 (à Lyon, Marseille et Nantes) de la valeur limite, un dépassement a été observé à Lyon en 1992 et un autre à Paris en 1994.

Chaque année, les valeurs guides en pollution moyenne et en pollution de pointe sont dépassées au moins une fois par 15 à 20 % des stations.

### Ozone (O<sub>3</sub>)

Le seuil d'information de la population est fixé à 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne horaire, le seuil d'alerte à 360  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Le nombre de valeurs horaires ayant dépassé 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  est de :

- en 1992 : 537 pour 46 analyseurs, soit 11,7 dépassements par analyseur,
- en 1993 : 357 pour 64 analyseurs, soit 5,6 dépassements par analyseur,
- en 1994 : 1 316 pour 90 analyseurs, soit 14,6 dépassements par analyseur,
- en 1995 : 1 413 pour 120 analyseurs, soit 11,8 dépassements par analyseur,
- en 1996 : 610 pour 164 analyseurs, soit 3,7 dépassements par analyseur.

Ces variations annuelles sont à interpréter en fonction des conditions météorologiques du moment. En effet, les conditions climatiques étaient, en 1992, 1994 et 1995 plus favorables à la formation d'ozone avec des étés chauds et ensoleillés.

**Les valeurs limites ou valeurs seuils** sont fixées le plus souvent en fonction des problèmes environnementaux et des connaissances scientifiques du moment. De caractère provisoire, elles sont susceptibles d'être revues périodiquement. Elles résultent également de compromis entre les objectifs de protection de l'environnement et des considérations économiques.

**Les valeurs guides** sont issues des recommandations publiées par l'OMS, établies sur la base de travaux effectués par plus de 130 experts internationaux. Elles visent principalement à protéger la santé humaine et les écosystèmes.

## Concentrations en particules, en monoxyde de carbone et en plomb

### Particules

Les concentrations les plus élevées se retrouvent généralement près des grands axes de circulation et les pointes de pollution ont le plus souvent lieu en novembre ou en décembre.

Plusieurs méthodes de mesure existent actuellement :

- méthode des fumées noires : pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants, les concentrations moyennes annuelles dans les sites de proximité automobile sont comprises entre 13 et 77  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les années 1991 à 1996 (valeur guide 40 à 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Celles relevées dans les sites urbains denses, représentatifs d'une pollution de fond sont comprises entre 7 et 44  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur la même période.
- particules de diamètre inférieur à 10 micromètres (PM 10) : pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants, les concentrations moyennes annuelles dans les sites de proximité automobile sont comprises entre 9 et 77  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les années 1991 à 1996, et celles relevées dans les sites urbains denses sont comprises entre 19 et 74  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Le calcul des valeurs limites est fondé sur la méthode des fumées noires. La valeur limite pour la pollution de pointe n'a pas été dépassée entre 1991 et 1995. Sur la même période, la valeur limite pour la pollution moyenne annuelle a été dépassée 2 fois en 1995.

Chaque année, quelques stations ne respectent pas la valeur guide en moyenne annuelle.

En 1991, la moitié des stations dépassaient la valeur guide journalière de 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Entre 1993 et 1996, environ un tiers des stations ne respectent pas cette valeur.

### Monoxyde de carbone (CO)

Le monoxyde de carbone constitue un des meilleurs indicateurs de la pollution d'origine automobile. Les concentrations les plus élevées sont donc relevées dans le centre-ville des plus grandes agglomérations.

Le monoxyde de carbone est encore peu surveillé en continu, car il ne fait l'objet d'aucun texte réglementaire spécifique. Sur les sites déjà en place, on observe une décroissance des concentrations depuis 1991.

### Plomb

Une forte décroissance des concentrations mesurées est observée entre 1991 et 1996.

Dans les agglomérations de plus de 100 000 habitants, la moyenne annuelle maximale est passée de 0,71  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , en 1991, à 0,28  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , en 1996.

Depuis 1991, toutes les stations respectent la valeur limite (2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle).

Ces excellents résultats sont principalement dus à la diminution de la consommation de carburants plombés et à la réduction des teneurs en plomb dans ces carburants.

## Les effets sur la santé

Si l'impact sur la santé de la pollution atmosphérique n'est pas aisé à mettre en évidence, il est désormais clairement établi qu'il existe un lien, à court terme, entre les variations journalières de pollution atmosphérique et la mortalité/morbidité.

L'étude ERPURS menée en Ile-de-France met en évidence des liens entre les niveaux de pollution couramment observés et des indicateurs de santé, avec des spécificités saisonnières.

En hiver, lorsque l'on passe du niveau de base de pollution au niveau moyen, on observe des augmentations pouvant aller jusqu'à 2 % de la mortalité cardio-vasculaire, 11 % des hospitalisations pour asthme chez les enfants, 15 % des visites pour asthme effectuées par SOS-Médecins, 23 % des consultations pour bronchiolite aux urgences pédiatriques à l'hôpital Trousseau.

En été, les augmentations sont plus importantes pouvant aller jusqu'à 8 % de la mortalité respiratoire (en relation avec NO<sub>2</sub>), 25 % des hospitalisations pour asthme chez les enfants (en relation avec l'indice de fumées noires), 22 % des visites pour asthme effectuées par SOS-Médecins (en relation avec NO<sub>2</sub>), 10 % des consultations pour asthme aux urgences pédiatriques à l'hôpital Trousseau (en relation avec NO<sub>2</sub>), 23 % des arrêts de travail à EDF-GDF pour causes cardio-vasculaires (en relation avec NO<sub>2</sub>).

Une enquête de cohorte, menée entre 1993 et 1996 par l'Inserm (unité 408) chez des adultes asthmatiques suivis à l'hôpital, montre une augmentation de 30 % des crises d'asthme, de 40 à 50 % des sifflements, de 52 à 66 % de toux nocturnes, de 33 à 50 % des gênes respiratoires, suite à une élévation de 50 µg/m<sup>3</sup> de SO<sub>2</sub> ou de fumées noires. Chez les enfants, les mêmes circonstances augmentent de 30 % les crises d'asthme, de 35 à 70 % les sifflements, de 30 à 60 % les toux nocturnes.

Depuis 1993, le projet APHEA (Air Pollution on Health : an European Approach) élabore un protocole standardisé d'analyse dans 15 villes européennes, dont Lyon et Paris. Dans toutes les villes, des excès de risque de mortalité et de morbidité cardio-respiratoire ont été mis en évidence pour des niveaux de pollution

inférieurs aux seuils définis dans les directives européennes. Ainsi, par exemple, pour une augmentation, un jour donné de 50 µg/m<sup>3</sup> des niveaux de polluants acido-particulaires (FN et SO<sub>2</sub>), l'augmentation de la mortalité totale serait, le jour suivant, de 3 %. Pour la mortalité spécifique, une augmentation de 50 µg/m<sup>3</sup> du niveau des indicateurs de pollution s'accompagnerait d'un excès de 1 à 4 % de la mortalité cardio-vasculaire et de 4 à 5 % de la mortalité respiratoire.

La loi sur l'air ayant introduit l'obligation de surveiller les impacts sanitaires de la pollution atmosphérique, il convient maintenant de préciser le contenu, les modalités et les conditions d'une telle surveillance au niveau national.

L'étude multicentrique menée dans 9 villes françaises (Bordeaux, Le Havre, Lille, Lyon, Marseille, Rouen, Strasbourg, Toulouse et Paris) a mis en place, dans le cadre des PRQA, une démarche d'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique.

Elle a montré un impact entre la pollution atmosphérique et la santé, sans différence de risque entre zones. Pour l'ensemble des 9 villes, le nombre annuel total de décès anticipés attribuables à la pollution atmosphérique a été estimé à 265.

Certains points restent encore très mal connus comme les effets à long terme de la pollution. Deux études menées aux États-Unis montrent un excès de mortalité cardio-respiratoire et par cancer du poumon dans les villes les plus polluées par rapport aux villes moins polluées.

Qu'en est-il également dans les zones rurales ? Si l'air est en général de meilleure qualité à la campagne, on observe, lors des pics d'ozone en été, des concentrations plus élevées en périphérie des villes par déplacement des masses d'air.

## Les principaux polluants et leurs effets sur la santé

**Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)** provient essentiellement des combustibles comme le fuel ou le charbon. Il contribue au phénomène des pluies acides (formation d'acide sulfurique en présence d'humidité).

C'est un gaz irritant qui agit en synergie avec d'autres substances. Il est associé à une altération de la fonction pulmonaire chez l'enfant et à une exacerbation des symptômes respiratoires aigus chez l'adulte (toux, gêne respiratoire).

**Les particules** fines en suspension sont dues aux activités de combustion industrielle, chauffage, incinération et à la circulation automobile (diesels). Elles peuvent pénétrer profondément dans l'appareil respiratoire, en altérer la fonction, et être cancérogènes.

**Les oxydes d'azote (NOx)** sont émis par des combustions à hautes températures, notamment par les moteurs des véhicules. Ils interviennent dans le processus de formation d'ozone dans la basse atmosphère et contribuent également au phénomène des pluies acides.

**Le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)** est un gaz irritant qui pénètre dans les plus fines ramifications des voies respiratoires provoquant une hyper-réactivité bronchique chez les patients asthmatiques et un accroissement de la sensibilité des bronches aux infections, surtout chez l'enfant.

**L'ozone (O<sub>3</sub>)**, bon pour la planète dans la haute atmosphère mais nocif dans l'air que l'on respire, résulte de la transformation photochimique de certains polluants primaires (composés organiques volatils et oxydes d'azote), sous l'effet du rayonnement solaire.

Il provoque des irritations oculaires, de la toux et une altération de la fonction pulmonaire, surtout chez les enfants et les patients asthmatiques. Ses effets sont majorés par l'exercice physique.

**Le monoxyde de carbone (CO)** est le polluant le plus abondant dans les gaz d'échappement des véhicules automobiles.

Ce gaz incolore, inodore et non irritant se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang, conduisant à un manque d'oxygénation des organes, en particulier système nerveux et organes sensoriels. En cas d'intoxication chronique, il peut être à l'origine de maux de tête, vertiges, vomissements et problèmes cardio-vasculaires.

**Le plomb (Pb)** atmosphérique provient de l'essence et se fixe aux particules en suspension. C'est un toxique nerveux, hématologique et rénal.

**Les hydrocarbures et autres composés organiques volatils** sont libérés par évaporation ou formés lors de la combustion, notamment des carburants. Ils jouent un rôle majeur dans la formation d'ozone en basse atmosphère.

Leurs effets sur la santé vont d'une gêne olfactive à une irritation et une diminution de la fonction respiratoire, certains (benzène) ayant des effets cancérogènes.

### Les pollens

Le réseau national de surveillance aérobiologique (RNSA) est une association créée en 1996 pour poursuivre les travaux réalisés depuis 1985 par le Laboratoire d'aérobiologie de l'Institut Pasteur à Paris. Il a pour objectif l'étude du contenu de l'air en particules biologiques pouvant avoir une incidence sur le risque allergique pour la population (pollens et moisissures). Il comporte 46 sites de mesure répartis sur le territoire métropolitain et choisis sur des critères climatiques.

Les pollens sont responsables de très nombreuses réactions allergiques de l'appareil respiratoire touchant non seulement les sujets prédisposés mais également la population entière.

En effet, la disparité géographique et l'apparition des symptômes les jours de forte contamination pollinique sont en faveur d'une relation dose-effet. Leur pouvoir pathogène est renforcé par la pollution chimique.

La quantité mesurée dans l'air ambiant est influencée par de nombreux facteurs : conditions climatiques, type

botanique dominant (urticacées, graminées, cupressacées, chênes, bouleaux...), géographie locale...

Par exemple, au cours de l'année 1997, les pics polliniques ont été très variables selon les régions.

Dans le Sud-Est (Languedoc-Roussillon, PACA, Rhône-Alpes), on a observé une pollinisation précoce avec des maxima très élevés au début du printemps (pollens d'arbres notamment cyprès) puis, une diminution rapide et des taux beaucoup plus bas à partir de juin.

Dans certaines régions situées au Nord de la Loire (et en Aquitaine), la pollinisation a été bi-modale avec un premier pic en mars-avril très intense dû aux arbres et aux graminées (début de printemps sec), une forte chute en mai-juin (temps pluvieux), puis un second pic moins intense en juillet-août en lien avec les herbacées de type graminées et urticacées.

