

Impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine

Rapport 2

Proposition de scénarios pour la poursuite d'actions
en faveur de la réduction de la pollution atmosphérique,
de l'exposition chronique de la population en milieu urbain
et des risques sanitaires

- **Rapport du groupe d'experts**
- **Foire aux questions**



agence française de sécurité sanitaire environnementale

Mai 2004

Impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine

RAPPORT 2

**Proposition de scénarios pour la poursuite d'actions
en faveur de la réduction de la pollution atmosphérique,
de l'exposition chronique de la population en milieu urbain
et des risques sanitaires**

Mai 2004

Membres permanents du groupe de travail : Alary R (LCPP), Bernard JF (Président du CNA), Charles L (FRACTAL), Chiron M (INRETS), Delmas V (Air Normand), Elichegaray C (ADEME), Fontelle JP (CITEPA), Gauvin S (AFSSE), Kirchner S (CSTB), Kopferschmitt-Kubler C (Univ. Strasbourg), Lameloise P (Airparif), Le Moullec Y (LHVP), Momas I (Univ. Paris V), Ritter P (Lab. Ecologie urbaine – Ville de Lyon), Roussel I (APPA), Zmirou-Navier D (AFSSE)

Coordination du groupe de travail et de la rédaction du rapport : Boudet C (AFSSE), avec la participation de Thirouin I (DGS) et Pomonti V (AFSSE)

Contributions écrites et/ou orales de personnalités extérieures : Mmes Bonard A (ADEME), Buchmann A (Alsace Qualité Environnement), Duchène C (GART), Lemaire MC (ADEME), Meunier M (CERTU), Poupinot P (FNAU) et Smolar M (RATP) ; MM. Carré M (ADEME), Morcheoine A (ADEME), Philibert C (AIE-OCDE), Pouet JC (ADEME) et Roy A (IFEN)

Table des matières

| | |
|---|----|
| Sigles et Acronymes | 5 |
| Avant-propos | 7 |
| Résumé | 11 |
| I- Introduction : contexte et objectifs | 19 |
| II- Ville, pollution atmosphérique et santé publique | 23 |
| 1- L'exposition en milieu urbain et l'influence des modes de vie et des comportements : état des lieux..... | 23 |
| 1.1- Introduction..... | 23 |
| 1.2- Exposition en milieu urbain..... | 25 |
| 1.2.1- <i>Exposition au trafic urbain</i> | 25 |
| 1.2.2- <i>Influence des modes de transport</i> | 28 |
| 1.2.3- <i>Influence des micro-environnements intérieurs</i> | 30 |
| 2- Les politiques de réduction de la pollution atmosphérique et leur impact sur la santé publique : analyse bibliographique..... | 31 |
| 2.1- Effets à court terme de la réduction de la pollution atmosphérique..... | 32 |
| 2.1.1- <i>Mesures d'intervention sur les sources fixes</i> | 32 |
| 2.1.2- <i>Mesures d'intervention sur les transports</i> | 33 |
| 2.2- Effets à long terme de la réduction de la pollution atmosphérique..... | 34 |
| 2.2.1- <i>Etudes d'intervention sur les sources fixes et le trafic automobile</i> | 34 |
| 2.2.2- <i>Etudes générales portant sur les effets sur la santé des variations à long terme de la pollution atmosphérique</i> | 35 |
| 3- Bases pour des scénarios d'action en vue de la réduction de la pollution atmosphérique urbaine..... | 37 |
| 3.1- Bilan des données scientifiques..... | 37 |
| 3.2- La démarche suivie par le groupe d'experts : explorer, sélectionner, hiérarchiser .. | 41 |
| III- Mesures de réduction des émissions/expositions relatives aux transports et à l'aménagement de l'espace urbain | 43 |
| 1- Réglementation nationale : mesures majeures existantes et prévues..... | 43 |
| 2- Urbanisme et mobilité : vers une mobilité urbaine durable..... | 44 |
| 2.1- Les enquêtes d'opinion et les actions de sensibilisation des conducteurs..... | 44 |
| 2.2- Maîtriser le recours aux transports automobiles..... | 46 |
| 2.2.1- <i>Fiscalité</i> | 47 |
| 2.2.2- <i>Point particulier : externalités liées aux transports</i> | 49 |
| 2.2.3- <i>Réduction de l'accessibilité des hyper-centres</i> | 50 |
| 2.3- Encourager les modes de transport plus durables..... | 54 |
| 2.3.1- <i>Bilan des transports en commun (TC)</i> | 54 |
| 2.3.2- <i>Bilan des modes de transport doux</i> | 57 |
| 2.3.3- <i>Recommandations</i> | 58 |
| 3- Planification et urbanisation..... | 59 |
| 3.1- Les outils de la planification : du local au global..... | 59 |
| 3.2- Recommandations..... | 66 |
| IV- Des politiques sectorielles à intégrer dans un plan d'ensemble: Plans de déplacement d'entreprise (PDE) et transport de marchandises | 69 |
| 1- Plans de déplacement d'entreprise (PDE)..... | 69 |
| 1.1- Bilan..... | 69 |
| 1.2- Evaluation..... | 70 |
| 1.3- Recommandations..... | 72 |

| | |
|--|------------|
| 2- Le transport des marchandises en ville | 73 |
| 2.1- Bilan | 73 |
| 2.2- Evaluation | 75 |
| 2.3- Recommandations | 76 |
| 3- Transport de marchandises inter-urbain..... | 76 |
| 3.1- Bilan et Evaluation..... | 76 |
| 3.2- Recommandations..... | 79 |
| V- Mesures relatives aux transports non routiers..... | 81 |
| 1- Bilan et évaluation | 81 |
| 2- Recommandations..... | 83 |
| VI- Mesures d'ordre technologique | 85 |
| 1- Bilan et évaluation | 85 |
| 1.1- Amélioration de la qualité des carburants et de leur distribution pour diminuer les émissions | 85 |
| 1.2- Amélioration des performances des véhicules neufs : couple moteur/épuration des effluents | 86 |
| 1.3- Mesures relatives au contrôle technique | 90 |
| 2- Recommandations..... | 92 |
| VII- Mesures relatives aux autres sources potentielles d'exposition en milieu urbain..... | 95 |
| 1- Réglementation nationale : mesures majeures existantes ou prévues concernant les sources industrielles, le résidentiel et le tertiaire..... | 95 |
| 2- Industrie et production d'énergie | 96 |
| 2.1- Rappel des dispositions fiscales actuelles relatives aux sources fixes dans le rapport Marchand..... | 96 |
| 2.2- Bilan des dispositions fiscales et technologiques | 97 |
| 2.3- Recommandations..... | 99 |
| 3- Habitat et tertiaire | 100 |
| 3.1- Mesures de réduction à la source | 101 |
| 3.1.1- <i>Chauffage et maîtrise de l'énergie dans le secteur du bâtiment</i> | 101 |
| 3.1.2- <i>Produits de construction et d'usage courants</i> | 102 |
| 3.2- Ventilation et certification des bâtiments | 103 |
| 3.3- Recommandations..... | 106 |
| VIII- Mesures transversales | 109 |
| IX- Essai de hiérarchisation des mesures de réduction de la pollution atmosphérique | 113 |
| 1- Introduction..... | 113 |
| 2- Méthode | 114 |
| 2.1- Liste des mesures | 114 |
| 2.2- Les critères de hiérarchisation | 120 |
| 2.3- Les substances considérées | 121 |
| 2.4- Calcul du score..... | 122 |
| 3- Résultats et discussion | 123 |
| X- Conclusions et recommandations..... | 130 |
| Bibliographie | 140 |
| Liste des annexes | 146 |

Sigles et Acronymes

ADEME : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
AFSSE : Agence française de sécurité sanitaire environnementale
Air Normand : réseau de surveillance de la qualité de l'air de Normandie
Airparif : réseau de surveillance de la qualité de l'air de Paris
APHEA : programme « Air Pollution and Health : a European Approach. »
APHEIS : programme « Monitoring the Effects of Air Pollution and Health in Europe »
APPA : Association pour la prévention des pollutions atmosphériques
AQMP : Air Quality Management Plan préparé par le South Coast Air Quality Management District (SCAQMD)
CAFE : Programme « Clean Air For Europe » (Air pur pour l'Europe)
CCFA : Comité des constructeurs français d'automobiles
CDU : Centre de distribution urbaine
CERTU : Centre d'études sur les réseaux de transport et l'urbanisme
CESAT : Comité environnement santé de l'avis technique
CGPC : Conseil général des ponts et chaussées
CITEPA : Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique
CNA : Conseil national de l'air
CO : monoxyde azote
CO₂ : dioxyde de carbone
COV : composés organiques volatils
CREDOC : Centre de recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie
CSHPF : Conseil supérieur d'hygiène publique de France
CSTB : Centre scientifique et technique du bâtiment
DDE : Direction départementale de l'équipement
DGS : Direction générale de la santé
DRIRE : Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement
ELU : espaces logistiques urbains
EPA : Environmental Protection Agency (Agence américaine de protection de l'environnement)
EXPOLIS : étude européenne « Exposure Distributions of Adult Urban Populations in Europe »
FAP : filtre à particules
FNAU : Fédération nationale des agences d'urbanisme
GART : Groupement des autorités responsables de transport
GIC : grandes installations de combustion
GNV : gaz naturel véhicules
GPL : gaz de pétrole liquéfié
GT : groupe de travail
HAP : hydrocarbures aromatiques polycycliques
HC : hydrocarbures
HCl : acide chlorhydrique
HCSP : Haut Comité de santé publique
HEI : Health Effect Institute
HQE : haute qualité environnementale
IC_{95%} : intervalle de confiance à 95%
IFEN : Institut français de l'environnement
INERIS : Institut national de l'environnement industriel et des risques
INRETS : Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité
InVS : Institut de veille sanitaire
LAURE : loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie
LCPP : Laboratoire central de la préfecture de police

LHVP : Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris
LOTI : loi d'orientation des transports intérieurs
MEDD : Ministère de l'environnement et du développement durable
METL : Ministère de l'équipement, des transports et du logement
N₂O : protoxyde d'azote
NEC : directive "National Emission Ceilings " (plafonds d'émissions nationaux)
NH₃ : ammoniac
NO₂ : dioxyde d'azote
NOx : oxydes d'azote
NRC : National Research Council, Conseil national de recherches (Etats-Unis)
NU : Nations unies
O₃ : ozone
OCDE : Organisation de coopération et de développement économiques
OFEFP : Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (Suisse)
OMS : Organisation mondiale de la santé (WHO : World Health Organization)
OPTINEC : étude relative à la préparation de la mise en œuvre de la directive NEC
PDE : Plan de déplacement d'entreprise
PDU : Plan de déplacement urbain
PLU : Plan local d'urbanisme
PM₁₀ : particules d'un diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm
PM_{2,5} : particules d'un diamètre aérodynamique inférieur à 2,5 µm
PNLCC : Programme national de lutte contre le changement climatique
PNSE : Plan national santé environnement
POS : Plan d'occupation des sols
PPA : Plan de protection de l'atmosphère
PRQA : Plan régional pour la qualité de l'air
PSAS9 : Programme national de surveillance des effets sur la santé de la pollution atmosphérique dans 9 villes françaises
PTU : périmètre de transport urbain
SCOT : Schéma de cohérence territoriale
SIG : Système d'information géographique
SO₂ : dioxyde de soufre
SRU : loi relative à la solidarité et au renouvellement urbain
TC : transports en commun
TCSP : transports en commun en site propre
TFL : Transport For London
TGAP : Taxe générale sur les activités polluantes
TIPP : taxe intérieure sur les produits pétroliers
UIOM : usine d'incinération des ordures ménagères
VESTA : étude épidémiologique « Pollution atmosphérique d'origine automobile et développement de la maladie asthmatique de l'enfant »

Avant-propos

La mise à jour, en 2003, de l'inventaire des émissions dans l'air pour la France métropolitaine¹ montre que, pour la plupart des substances, les émissions ont été réduites au cours des 10 ou 20 dernières années, grâce à des décisions politiques fortes prises aux plans national et européen. Ces évolutions traduisent aussi les transformations de notre tissu industriel et urbain ainsi que les grandes tendances en matière de mobilité des personnes et des marchandises. Cette réduction au cours de la période 1990-2001, a été de 40 % pour les émissions de dioxyde de soufre (SO₂ – indicateur majeur des activités de combustion industrielles), de 20 à 40 % pour les oxydes d'azote et les composés organiques volatils (NOx et COV, tous deux précurseurs d'ozone) et de 5 à 20 % pour les particules (mesurées en masse de poussières émises).

Les bénéfices en termes de santé publique découlant de cette évolution passée favorable sont difficiles à apprécier. Les effets sanitaires de la pollution atmosphérique dépendent de la nocivité du mélange inhalé par les personnes – donc de la nature et des propriétés toxicologiques des composants du mélange - et des niveaux d'exposition de la population, lesquels résultent à la fois des concentrations des polluants dans l'air respiré, des répartitions géographiques respectives de la pollution et des densités de population.

Or, si une réduction des émissions des polluants a pour conséquence logique une baisse des concentrations ambiantes des polluants, le lien entre ces deux variables n'est pas nécessairement proportionnel, comme l'illustre à l'extrême le cas de l'ozone, polluant dit « secondaire », dont les relations quantitatives et spatiales avec ses précurseurs (COV et NOx) sont très complexes. De plus, une part importante de l'exposition se déroule non dans l'air extérieur mais dans les nombreux environnements intérieurs où l'homme moderne passe le plus clair de son temps. Au cours des dernières décennies, tant la nature physico-chimique que la distribution géographique des émissions polluantes et les circonstances d'exposition des personnes ont profondément changé.

Au cours du printemps 2003, l'Agence française de sécurité sanitaire environnementale (AFSSE) a fait réaliser, en vue de l'élaboration de son plan stratégique, une étude auprès d'une centaine de « grands témoins ». Des personnalités issues des milieux scientifiques,

¹ Inventaire des émissions de polluants atmosphériques en France – séries sectorielles et analyses étendues. Février 2003, CITEPA (<http://www.citepa.org>). On trouvera certaines des données de ce rapport dans l'annexe II du rapport « Proposition de scénarios d'action » (Pollution atmosphérique : réglementation, sources d'émissions et évolution du parc automobile français. Rétrospective et Prospective)

administratifs, industriels, syndicaux, juridiques, associatifs, et des médias, ont ainsi été interrogées sur les questions relatives à la santé et l'environnement qui leur paraissaient les plus préoccupantes, pour le présent comme pour l'avenir. Un large éventail de sujets jugés prioritaires s'est dégagé des entretiens conduits par les sociologues chargés de cette étude ; mais seul un très petit nombre de questions a fait consensus et a rassemblé toutes les catégories des « grands témoins ». La question de la pollution atmosphérique était de celles-là, résultat cohérent avec les enquêtes d'opinion nationales sur les conditions de vie et les aspirations des français. Fort de ce constat, l'AFSSE a amorcé, dès la fin du printemps 2003, avec des partenaires, un travail de longue haleine sur l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine.

Les conclusions très récentes² des experts du Comité d'orientation mis en place pour préparer le Plan national Santé Environnement annoncé il y a un an par le Président de la République, sont venues renforcer la pertinence de ce travail. En effet, les conséquences sanitaires, à court et à long terme, de l'exposition aux polluants de l'air sont considérées dans ces conclusions comme un domaine prioritaire pour l'action publique. Enfin, ce travail s'inscrit également dans le cadre du Plan cancer arrêté par le Gouvernement, l'AFSSE ayant pour mission à ce titre « d'améliorer les connaissances des facteurs de risque des cancers » en lien avec l'environnement.

Au terme d'un travail de 8 mois coordonné par l'Agence, deux rapports scientifiques ont été élaborés qui se font volontairement écho. Le premier situe les enjeux en termes de santé publique : peut-on évaluer l'impact sanitaire d'une exposition au long cours à la pollution atmosphérique telle qu'elle est mesurée par les réseaux de surveillance de la qualité de l'air, aujourd'hui, dans nos grandes villes en France ? Les connaissances scientifiques sont imparfaites ; de nombreuses zones d'ombre demeurent, amplement discutées dans ce premier rapport. Malgré ces incertitudes, les scientifiques réunis pour ce travail ont jugé fondée une « évaluation de l'impact sanitaire » à l'exemple de travaux comparables conduits en Europe et dans le monde. Les particules fines (PM_{2,5}) constituent l'indicateur d'exposition au long cours à la pollution de l'air urbain choisi dans ce premier rapport. Elles ont été privilégiées parmi d'autres substances également jugées prioritaires par le groupe de travail (ozone et ses précurseurs) du fait, tout particulièrement : 1- de l'état des connaissances sur leur dangerosité à long terme (qui restent encore limitées pour l'ozone), 2- des relations dose-réponse établies récemment grâce au suivi épidémiologique de grandes cohortes américaines, 3- des résultats des études internationales montrant que, même aux

² Le rapport du Comité d'orientation du Plan national Santé-Environnement, présenté le 12 février 2004 au Premier ministre, peut être consulté sur le site Internet de l'AFSSE (<http://www.afsse.fr>).

concentrations mesurées actuellement dans l'air, l'exposition chronique aux particules est encore à l'origine d'un nombre non négligeable de décès, et 4- de la bonne représentativité des concentrations ambiantes des PM_{2,5} à l'échelle de la pollution urbaine, toutes sources d'émission confondues. Les scientifiques proposent *in fine* une estimation de l'impact de la pollution atmosphérique sur la mortalité par cancer du poumon et par maladie cardio-respiratoire au sein de la population urbaine adulte aujourd'hui (impact qui résulte de la qualité de l'air respiré au cours des années passées). En faisant des hypothèses à partir des objectifs de qualité de l'air définis par l'Union européenne à échéance de 2010, ils tentent aussi une projection de cet impact sur les vingt ans à venir.

Ce travail, qui suit une démarche scientifique validée au plan international, est original à plusieurs titres. Il concerne les effets à long terme de la pollution particulaire, venant ainsi compléter les données et études nationales sur les phénomènes des « pics de pollution ». Il porte sur des causes de décès spécifiques alors que la plupart des études européennes et françaises publiées sur les conséquences sanitaires de la pollution atmosphérique au long cours se sont intéressées à la seule mortalité totale, indicateur sanitaire indirect. S'appuyant sur l'ensemble des données disponibles grâce à la surveillance de la qualité de l'air sur le territoire national, ce rapport concerne plus de 50 % de la population urbaine française adulte. Enfin, il offre, en reconnaissant clairement les incertitudes attachées à l'exercice, des estimations de *l'impact sanitaire potentiellement évitable* à échéance de l'année 2020, selon divers objectifs de qualité de l'air que pourraient se fixer les pouvoirs publics, donnant ainsi une mesure des efforts à entreprendre pour poursuivre les progrès importants déjà accomplis.

Le second rapport répond au premier en s'attachant, cette fois, à étudier un ensemble de mesures de nature à contribuer à la poursuite de la réduction des émissions des polluants et des expositions de la population en milieu urbain. Il procède à cette fin à l'analyse des expériences conduites et des propositions formulées dans différentes enceintes sur les plans national (en premier lieu le Programme national de réduction des émissions atmosphériques et le « Plan air » du gouvernement) et international. La ligne directrice de ce rapport est la recherche d'une bonne articulation entre des mesures qui contribuent à la maîtrise des sources de pollution dont les impacts sont *locaux* (particules, COV, NO₂ étant choisis comme les indicateurs pertinents de cette pollution « locale »), *régionaux* (l'ozone, dont les précurseurs principaux sont le NO₂ et les COV), mais aussi *globaux* (CO₂), dans le but de promouvoir des politiques intégrées et durables de lutte contre la pollution atmosphérique. Ce deuxième rapport met à la disposition des nombreux acteurs concernés, et en premier lieu des pouvoirs publics, engagés actuellement dans un intense travail pour traduire en plan

d'action gouvernemental les orientations du Plan national Santé Environnement, une *boîte à outils* dans laquelle puiser des idées pour poursuivre, prolonger, et si nécessaire renforcer les efforts déjà entrepris. Le choix opérationnel et la combinaison de ces outils ainsi que leur mise en oeuvre dans le temps, relèveront de la décision politique. Ce rapport souligne également le besoin de démontrer le gain pour la santé publique des lourds efforts que ces politiques environnementales impliquent. Aussi, propose-t-il les voies d'une stratégie d'évaluation des bénéfices pour la santé des mesures de réduction de la pollution atmosphérique.

Les experts sollicités par l'AFSSE qui ont contribué à ce travail collectif appartiennent à divers établissements publics et organismes compétents apportant des expertises complémentaires dans les domaines couverts. Ils sont conscients que les mesures proposées et hiérarchisées selon une grille exposée dans le rapport devront faire l'objet d'une véritable analyse socio-économique qu'ils n'ont pas la prétention d'avoir conduite, celle-ci ne relevant pas des compétences de l'AFSSE.

D'autres études pourraient donner suite à ce travail :

- la mesure de l'impact sanitaire à long terme de la pollution atmosphérique à d'autres substances, au fur et à mesure de l'avancement des connaissances scientifiques (pour l'ozone par exemple) ;
- l'identification des « points chauds », portions du territoire affectées par des niveaux de pollution plus forts, et l'estimation de leur impact sanitaire, feront l'objet de travaux futurs, afin d'assister les pouvoirs publics nationaux et locaux dans le ciblage des actions de nature à produire le meilleur résultat en termes de santé publique.

Chargée par la loi du 9 mai 2001 de proposer « *en tant que de besoin aux autorités compétentes toute mesure de précaution ou de prévention d'un risque sanitaire lié à l'état de l'environnement* », l'Agence est dans sa mission en procédant à des travaux « d'analyse du risque » qui mettent en commun l'expertise française et s'appuient sur les connaissances et les référentiels internationaux.

Résumé

Introduction

Plusieurs travaux épidémiologiques publiés ces dernières années suggèrent de manière convergente l'existence d'un risque accru de cancer du poumon pour les populations exposées au long cours à la pollution atmosphérique urbaine. L'augmentation de la mortalité pour maladies cardio-respiratoires et l'apparition de maladies respiratoires chroniques, notamment chez l'enfant, sont également fortement suggérées par les travaux récents. Malgré les incertitudes qui demeurent attachées à ces données, les enjeux principaux, sur le plan sanitaire, de la maîtrise des émissions de polluants dans l'atmosphère sont sans doute représentés par les effets sanitaires résultant d'une exposition de longue durée, même modeste, dans une population générale composite. C'est pourquoi il est important aujourd'hui de fournir aux acteurs concernés des informations susceptibles d'éclairer l'action publique, en s'appuyant sur les données scientifiques présentes, même si certaines sont imparfaites.

Dans cette optique, l'Agence française de sécurité sanitaire environnemental (AFSSE) a engagé, avec ses partenaires, un travail destiné :

- d'une part, à estimer l'impact que pourrait avoir, en l'état actuel des connaissances scientifiques, la qualité de l'air sur le risque de décéder de maladies chroniques telles que le cancer du poumon suite à une exposition de longue durée au sein de la population générale urbaine française ;
- d'autre part, à proposer au Gouvernement un certain nombre de mesures visant à poursuivre les efforts de réduction entrepris par les pouvoirs publics en matière de pollution atmosphérique, de l'exposition chronique en milieu urbain et donc de risque sanitaire associé.

Le groupe de travail, qui a mené à bien le deuxième volet, était constitué d'experts appartenant à divers établissements publics et organismes compétents dans le domaine de la pollution atmosphérique urbaine. Les réflexions du groupe de travail ont été enrichies par des auditions et des contributions écrites de personnalités extérieures. Le choix a été fait de considérer de manière intégrée les effets sanitaires et environnementaux des différentes formes de pollution à l'échelle locale (à proximité des sources d'émission de polluants primaires), à l'échelle régionale (sur un espace géo-climatique plus large, tel que l'aire de production et de diffusion de la pollution photo-oxydante dont témoigne l'ozone), ou encore à l'échelle globale (pour les polluants à effet de serre). Si, pour les deux premières échelles, les données scientifiques sur leurs effets sanitaires, même incomplètes, sont aujourd'hui

démonstratives, celles relevant de l'échelle globale sont plus prospectives. Certes, on peut considérer que les modifications du régime des tempêtes et des phénomènes de canicule, à l'origine d'impacts sanitaires importants et immédiats, soient en rapport avec l'augmentation séculaire de l'effet de serre. Cependant, les échelles de temps qui sont en jeu entre les émissions polluantes et les manifestations du changement climatique sont si longues qu'il faut dès à présent inscrire toute action dans une optique de développement durable. Les mesures existantes et celles proposées dans ce deuxième rapport, en faveur d'une réduction des menaces recensées sur chacune de ces trois échelles spatiales, constituent un système cohérent dans lequel elles se renforcent mutuellement.

Méthode de travail

Après une introduction sur l'exposition aux polluants atmosphériques en milieu urbain, les actions réalisées en faveur d'une réduction de la pollution atmosphérique sont analysées selon leur pertinence en termes de santé publique. Malgré des lacunes méthodologiques, les études d'évaluation de l'impact sanitaire suggèrent que la poursuite des efforts visant à l'amélioration de la qualité de l'air se traduira par de réels bénéfices pour la santé de la population. Les quelques études d'intervention déjà publiées, visant à étudier ces bénéfices, sont passées en revue dans une première partie de ce rapport. Cette synthèse fournit un bilan des données scientifiques ainsi que les bases pour des scénarios d'action en vue de poursuivre la réduction de la pollution atmosphérique urbaine.

L'évaluation des bénéfices à long terme de cette réduction est certes plus délicate que pour les effets à court terme ; elle est moins alimentée par des études d'intervention concrètes. Cependant, même si ces travaux ne sont pas exempts de limites et d'imperfections, l'état actuel des connaissances sur l'association entre la pollution de l'air et la santé, y compris pour les effets liés à des expositions à long terme, indique que nous disposons de présomptions fortes de conséquences sanitaires sérieuses. Cela invite à la poursuite et, si besoin, au renforcement des politiques publiques déjà mises en œuvre pour une meilleure qualité de l'air en milieu urbain.

Les chapitres suivants étudient, dans cet esprit, différentes mesures de nature à contribuer à cet objectif. Ils en font un bilan et procèdent à leur évaluation. Ainsi ont été retenues les mesures qui contiennent, dans leur mise en place ou leur renforcement, le plus grand potentiel de réduction de l'exposition chronique des populations urbaines aux polluants atmosphériques (et des effets sanitaires qui en découlent), dans le contexte français actuel et prévisible à moyen terme. Le groupe de travail, voulant apporter des éléments d'appréciation utiles à la prévention de dommages sanitaires, a donné une priorité aux

particules, au benzène, à l'ozone (et à ses précurseurs NO₂ et COV) et au CO₂, sur la base de la littérature existante. Ce choix est celui d'un groupe de travail soucieux de réfléchir de manière intégrée à l'application de mesures contributives à la réduction des effets des diverses formes de pollution aux échelles locale, régionale et globale.

Un essai de hiérarchisation des mesures proposées et recommandées par le groupe de travail est conduit. Pour cet exercice, la méthode s'est appuyée sur celle exposée dans le très récent plan de gestion de la qualité de l'air (AQMP) préparé par le South Coast Air Quality Management District (SCAQMD 2003). 47 mesures ou familles de mesures sont retenues : 12 mesures « globales » (portant principalement sur les outils de la planification urbaine), 4 mesures « sources fixes », 9 mesures « habitat et air intérieur » et 22 mesures « sources mobiles ». Ces mesures ont été cotées de 0 à 10 par les membres du groupe de travail, en fonction de sept critères de hiérarchisation :

- i- Potentiel de réduction des émissions et/ou des expositions,
- ii- Coût-efficacité,
- iii- Capacité des pouvoirs publics à obtenir la mise en œuvre de la mesure,
- iv- Equité sociale de la mesure
- v- Acceptabilité par les diverses parties prenantes (politique, industriel, citoyen),
- vi- Rapidité avec laquelle la réduction des émissions/expositions peut être obtenue,
- vii- Synergie avec d'autres politiques sectorielles de Santé Publique.

Ces critères ont eux-mêmes été pondérés (de 1 à 3), en fonction de l'importance relative qui leur est donnée par les experts, et l'ensemble de l'essai de hiérarchisation est appliqué aux quatre substances ou familles de substances jugées prioritaires.

Résultats et discussion

Globalement, on constate une bonne discrimination des mesures résultant de ce « jugement d'experts » (moyennes des rangs de priorité variant de 6 à 40 pour l'ensemble des mesures, quelle que soit la substance) : elles font donc l'objet d'avis technico-scientifiques tranchés de la part des membres du groupe de travail.

Les quatre familles de mesures sont relativement bien dispersées tout au long du classement (même s'il y a au moins 3 mesures concernant les sources mobiles dans les 5 premières), ce qui conforte le groupe de travail dans sa proposition d'agir sur un ensemble de mesures de nature variée (structurelle, économique, etc.) et pas seulement d'ordre technique, pour réduire de manière efficace et à long terme l'exposition aux polluants atmosphériques.

Les principaux enseignements qui peuvent être tirés de l'analyse sont les suivants :

1. **Anticiper, accélérer et étendre le plan d'action gouvernemental.** Parmi les mesures jugées prioritaires, certaines sont aujourd'hui appliquées, tandis que d'autres sont soit prévues, soit déjà inscrites dans la réglementation qui vise à réduire les différentes sources, fixes ou mobiles, d'émission des polluants dans l'air ambiant ou dans l'air intérieur. Le groupe de travail souligne, cependant, que la mise en œuvre de quelques unes de ces mesures peut être anticipée ou accélérée (comme le respect des plafonds d'émission). D'autres mesures peuvent voir leur objet étendu, telle l'obligation du captage des vapeurs d'essence élargie à toutes les stations, quelle que soit leur capacité).

Aux côtés des mesures existantes, quelques mesures complémentaires sont proposées, par exemple : accélérer l'équipement de tous les véhicules lourds en filtres à particules (FAP) et promouvoir cet équipement en première monte sur tous les véhicules légers. Le groupe d'experts insiste également, comme étant une mesure centrale, sur le développement des transports en commun des personnes à haute qualité de service, et sur le développement, sécurisé, de la marche et du vélo.

Tout en tenant compte des avantages et des inconvénients de telle ou telle mesure, le groupe de travail propose donc de poursuivre, en accélérant sa mise en œuvre, le partage de la chaussée dans toutes les agglomérations urbaines. Cela exige, d'une part, de ne pas oublier la périphérie au seul profit du centre-ville et, d'autre part, de veiller à la qualité environnementale des modes de transport envisagés. C'est bien la plurimodalité qui est ici encouragée. Il est également proposé d'agir sur l'offre comme sur la demande grâce à un levier fort comme le stationnement. Au travers notamment de leur offre de stationnement sur le lieu de travail, les Plans de déplacement d'entreprise (PDE) représentent un enjeu important pour lequel le secteur public, par son indispensable exemplarité, pourrait jouer un rôle essentiel. PDE et transport de marchandises en ville sont deux thèmes qui devraient être concrètement mis en œuvre au sein des Plans de déplacement urbains (PDU) en France.

2. **Réglementer de manière plus contraignante les sources mobiles.** L'ensemble des mesures techniques concernant les sources mobiles, qui restent à l'heure actuelle beaucoup moins contrôlées que les sources fixes et qui, par ailleurs, sont différentes selon la substance envisagée, pourrait faire l'objet d'une réglementation plus contraignante afin d'être mieux respectée. Par exemple, fixer des valeurs d'objectifs

d'émission nettement plus faibles pour les particules rendrait en pratique le FAP indispensable sur les véhicules à moteur diesel. Le groupe de travail recommande vivement l'accélération de cette disposition, au vu des conclusions qui suivent sur les particules (point 5). Des raisonnements similaires s'appliquent pour les NOx et les COV (précurseurs d'ozone). Globalement, l'accès au centre-ville ne serait envisagé que pour les véhicules respectant les valeurs d'objectifs d'émissions fixées, régulièrement actualisées. Enfin, bien qu'il soit important d'agir sur le moteur et l'épuration des effluents, l'amélioration de la qualité des carburants et de leur distribution reste encore nécessaire.

3. **Infléchir les émissions de CO₂.** La question du CO₂ n'est pas spécifiquement approfondie dans ce rapport, qui se focalise sur les expositions des populations en site urbain : on se référera pour cela aux autres programmes nationaux et internationaux en cours, dont le Plan national de lutte contre le changement climatique. Toutefois, les perspectives de l'OMS des émissions liées aux transports montrent que, si on ne l'infléchit pas, la part des émissions de CO₂ de ce secteur va augmenter et contribuer de plus en plus significativement à l'accroissement de l'effet de serre et donc, aux graves effets sur la santé liés aux changements climatiques qui en découleront indirectement ou directement.
4. **Donner une priorité aux mesures permettant de réduire les expositions.** Pour les experts, le critère qui a le plus de poids, du point de vue de l'établissement des priorités, est celui du potentiel de réduction des émissions et des expositions. Or, bien que certaines mesures soient quantitativement évaluées quant à leur potentiel de réduction des émissions, ce n'est pas le cas pour leur impact sur les expositions. Si émission et exposition sont corrélées, la relation entre ces deux notions n'est pas nécessairement proportionnelle, comme l'illustre à l'extrême le cas de l'ozone, dont les relations avec les précurseurs (COV et NOx) sont très complexes. Des travaux sont recommandés pour améliorer la connaissance des impacts des différentes stratégies de réduction des émissions polluantes sur les expositions étant entendu que, du point de vue sanitaire, c'est la réduction de l'exposition (pour laquelle les concentrations dans l'air ambiant fournissent le plus souvent une estimation) qui sert de clé pour déterminer les progrès à réaliser.
5. **Fixer des objectifs quantifiés de réduction de la pollution atmosphérique et des expositions.** Les outils de planification issus de la LAURE, tels que les PDU, abordent encore la problématique de la qualité de l'air de manière trop succincte. Sauf rares

exceptions, ils ne comportent pas d'objectifs précis et quantifiés en termes de réduction de la pollution atmosphérique et des expositions. La façon dont les PDU sont aujourd'hui mis en œuvre n'encourage pas, dans la grande majorité des agglomérations françaises, une politique volontariste efficace, lisible par tout un chacun, en synergie avec d'autres politiques sectorielles de santé publique. La mise en place obligatoire de procédures d'évaluation, dans les Plan Régionaux de la Qualité de l'Air (PRQA) et les PDU de nouvelle génération, en termes de réduction de la pollution atmosphérique et de l'exposition de la population, est donc fortement appuyée par le groupe de travail. Elle pourrait faire l'objet d'une méthodologie harmonisée au plan national (mise au point d'indicateurs, etc.), avec des objectifs clairs et des échéances précises.

6. **Mieux prendre en compte les particules dans l'élaboration des stratégies de réduction de la pollution atmosphérique.** Paradoxalement, les particules sont très peu prises en compte encore, à l'heure actuelle en France, dans l'élaboration et l'évaluation des stratégies de réduction des polluants atmosphériques (on notera que c'est également le cas dans les procédures d'information au public, seule la région Alsace ayant, à ce jour, un seuil d'information fondé sur les particules). Pourtant, l'état d'avancement des connaissances sur leur dangerosité le justifierait. Les résultats de l'évaluation du risque conduite en parallèle de ce travail, concernant le lien entre l'exposition au long cours aux particules en zone urbaine française et l'incidence du cancer du poumon ou de la mortalité cardio-respiratoire, plaident en faveur de la prise en compte rapide des particules comme une préoccupation majeure des politiques publiques de réduction de la pollution atmosphérique en France.
7. **Evaluer l'impact des mesures de réduction de la pollution atmosphérique sur la santé.** L'impact sur la santé humaine des mesures de réduction de la pollution atmosphérique a été peu étudié, à ce jour, pour des causes de mortalité ou morbidité spécifiques. Toutefois, les résultats concluants de quelques études d'intervention au niveau international ont poussé certains pays, en particulier les Etats-Unis, à réfléchir sur des méthodes d'évaluation de l'impact sur la santé des mesures de réduction de la pollution atmosphérique qui soient intégrées aux procédures réglementaires. On notera en particulier les travaux récents du Health Effect Institute et du National Research Council américain, repris en conclusion de ce rapport. Il n'existe pas d'étude d'intervention en France. Cette absence est regrettable tant ces études sont essentielles pour apprécier la pertinence en termes de santé publique des efforts parfois très lourds visant à réduire la pollution atmosphérique. Les études ou moyens disponibles visent souvent à améliorer en priorité l'efficacité des mesures d'alerte. A ce jour, en France, le

gain sanitaire des mesures de réduction de la pollution atmosphérique, en particulier à long terme, ne fait pas l'objet d'une évaluation systématique (ni *a priori* ni *a posteriori*).

8. **Renforcer les actions destinées à améliorer l'éducation, la formation et l'information du public.** Le secteur public devrait donner l'exemple dans ces domaines. L'écart est en effet très fort en France entre les opinions et les sensibilités, et les pratiques ; cette distance est encore plus délicate à réduire dès lors que les phénomènes qui nous intéressent ne sont plus seulement des pics de pollution, très médiatisés, mais des expositions insidieuses au long cours.

Conclusion

Les membres du groupe de travail sont conscients que les mesures recommandées, pour être mises en perspectives, doivent faire l'objet d'une véritable analyse économique. Aussi, ces propositions doivent-elles encore être passées au crible de la faisabilité et de l'acceptabilité par les différentes parties prenantes dans l'action en faveur de la réduction de la pollution atmosphérique. Même si la dimension sociétale des mesures avancées n'a pas été développée dans les conclusions de ce rapport, elle reste présente dans l'esprit du groupe de travail. Ainsi, il leur apparaît fondamental que les « points chauds », les zones les plus polluées, soient le plus rapidement identifiées, évaluées en termes d'impact sur la santé et réduites, voire supprimées, dans un souci de santé publique mais aussi de cohésion et de justice sociales.

Les travaux d'évaluation du risque présentés dans le premier rapport estiment que la pollution de l'air, aux niveaux ambiants actuels est encore à l'origine d'un nombre élevé de décès prématurés et de maladies respiratoires et cardiaques. Rares sont *les preuves directes* d'une amélioration de la santé liée aux mesures de maîtrise mises en place. Pour procéder à cette démonstration, il faut au préalable évaluer l'efficacité des réglementations sur la réduction des émissions ; il s'agit de vérifier si ces réductions affectent bel et bien les concentrations dans l'air ambiant. Les évaluations devraient également vérifier que les effets néfastes sur la santé humaine de la pollution de l'air ont été réduits. Bien que cette démarche n'en soit qu'à ses débuts, l'anticipation, dès aujourd'hui, des évaluations de l'impact sur la santé des politiques futures de réglementation de la qualité de l'air apparaît indispensable.

Dans la Déclaration de Belfast sur les villes-santé, en date du 22 octobre 2003 (www.who.dk) appelant à l'action les responsables politiques, figure le point suivant : « promouvoir l'évaluation de l'impact sur la santé comme moyen, pour l'ensemble des

secteurs, de concentrer leur action sur la santé et la qualité de vie ». Il y est rappelé que les villes ne peuvent agir seules : les gouvernements nationaux sont appelés, entre autres, « à reconnaître que les politiques nationales en matière de santé et de durabilité ont une dimension locale et à prendre conscience de l'importante contribution que les villes peuvent avoir à cet égard ». La France pourrait dès à présent suivre ces recommandations. Ce rapport, ainsi que celui qui le complète sur les estimations de l'impact sanitaire de la qualité de l'air dans les grandes agglomérations françaises, fournissent pour cela de nombreuses pistes.

I- Introduction : contexte et objectifs

L'existence d'une relation causale entre la pollution atmosphérique et la morbidité et/ou la mortalité est une condition pour apprécier la pertinence en termes de santé publique des efforts visant à réduire le problème (Künzli N 2002). Depuis quelques années, les preuves d'une causalité entre les niveaux actuels de certains polluants atmosphériques et un ensemble de manifestations sanitaires à *court terme* se sont accumulées, tant au niveau international que national [études APHEA (Katsouyanni K 1997), PSAS9]. Pour *les effets à long terme*, la démonstration de cette relation causale est plus fragile et reste controversée. Néanmoins, plusieurs travaux épidémiologiques publiés ces dernières années suggèrent de manière convergente l'existence d'un risque accru de cancer du poumon pour les populations exposées au long cours à la pollution atmosphérique urbaine [Beeson 1998; Nyberg F 2000; Pope CA 2002, Nafstad P 2003]. L'augmentation de la mortalité pour maladies cardio-respiratoires ou l'apparition de maladies respiratoires chroniques, notamment chez l'enfant, sont également fortement suggérées par les travaux récents [Brunekreef B 2002; Pope CA 2002]. Malgré les incertitudes qui demeurent attachées à ces données, les enjeux principaux, sur le plan sanitaire, de la maîtrise des émissions de polluants dans l'atmosphère, sont sans doute représentés par les effets sanitaires résultant d'une exposition de longue durée, même modeste, dans une population générale composite. C'est pourquoi il est important aujourd'hui de fournir aux acteurs concernés des informations utiles à l'éclairage des politiques ou actions susceptibles d'être menées, en s'appuyant sur les données scientifiques présentes tout en tenant compte de leurs imperfections.

Ce travail vient donc en complément de ceux visant à :

- 1- étudier les effets apparaissant dans la population suite à des expositions de courte durée aux polluants atmosphériques (les études dites « de séries chronologiques »),
- 2- proposer diverses mesures afin de réduire les « pics d'exposition ».

Ainsi, si de nombreuses actions du « Plan Air » présenté en Conseil des ministres le 5 novembre 2003 par la Ministre en charge de l'environnement (Bachelot-Narquin R 2003) portent sur des mesures d'urgence, il y est précisé que « la politique de l'air doit en premier lieu viser à la réduction continue des émissions ». L'ozone et ses précurseurs (NOx et COV) sont particulièrement visés par les procédures d'alerte mises en place pour réduire l'impact des « pics de pollution ». Les mesures proposées sur le long terme ont particulièrement trait, quant à elles, au respect des plafonds d'émission en application des textes européens, et donc aux sources fixes. Les mesures concernant les sources mobiles (transport routier et

non routier) et les outils de planification et d'urbanisation sont peu ou pas abordées dans une perspective de long terme. Par exemple, bien que reconnues comme étant, avec l'ozone, « le principal problème sur lequel la vigilance doit rester fortement mobilisée, du fait de leur impact sur la santé humaine mais aussi le bâti et les écosystèmes », la thématique des particules fines ne fait pas l'objet de mesures d'action spécifiques. Le présent travail vise donc à proposer des voies pour compléter les actions annoncées et, pour certaines, déjà mises en œuvre.

Dans cet objectif, l'Agence française de sécurité sanitaire environnementale (AFSSE) a engagé, avec ses partenaires, un travail destiné :

- d'une part, à estimer l'impact que pourrait avoir, en l'état actuel des connaissances scientifiques, la qualité de l'air sur le risque de décéder, de maladies chroniques tels que le cancer du poumon suite à une exposition de longue durée (les particules étant considérées comme prioritaires) au sein de la population générale urbaine française ;
- d'autre part, à proposer au Gouvernement un certain nombre de mesures visant à poursuivre les efforts de réduction entrepris par les pouvoirs publics en matière de pollution atmosphérique.

Ce document concerne la deuxième dimension de cette mission. Le groupe de travail était constitué d'experts appartenant à divers établissements publics et organismes compétents dans les domaines couverts. Ses réflexions ont été enrichies par les auditions (du 17 novembre 2003 et du 1^{er} décembre 2003) et les contributions écrites de personnalités extérieures.

Les mesures envisagées dans ce rapport ne concernent pas l'amélioration de la connaissance des expositions (y compris via les réseaux de surveillance de la qualité de l'air) ni le domaine de la recherche en général (dont certaines priorités découleront du Plan national santé environnement ou relèvent de programmes tels que PRIMEQUAL-PREDIT). Le travail ne traite que la santé vue sous l'angle du risque, et la pollution atmosphérique vue sous l'angle de son impact sanitaire. Toutefois, certaines des mesures qui seront discutées interviennent, par synergie, sur plusieurs échelles. Si elles permettent de réduire les pollutions de nature toxique, elles sont souvent efficaces également pour réduire des nuisances et gênes à une échelle locale (nuisances sonores) et pour maîtriser des risques d'une autre nature (accidents, conséquences pour la santé d'une trop grande sédentarité).

Le parti pris par le groupe de travail a été de considérer de manière intégrée les effets sanitaires et environnementaux des différentes formes de pollution à l'échelle locale (à proximité des sources d'émission de polluants primaires), à l'échelle régionale (sur un espace géoclimatique plus large, tel que l'aire de production et de diffusion de la pollution

photo-oxydante dont témoigne l'ozone), ou encore à l'échelle globale (pour les polluants à effet de serre). Si, pour les deux premières échelles, les données scientifiques sur leurs effets sanitaires, même incomplètes, sont aujourd'hui démonstratives, celles relevant de l'échelle globale sont plus prospectives. Certes, on peut considérer que les modifications du régime des tempêtes et des phénomènes de canicule, à l'origine d'impacts sanitaires importants et immédiats, soient en rapport avec l'augmentation séculaire de l'effet de serre. Cependant, les échelles de temps qui sont en jeu entre les émissions polluantes et les manifestations du changement climatique sont si longues qu'il faut dès à présent inscrire toute action dans une optique de développement durable. Les mesures existantes et celles proposées dans ce deuxième rapport, en faveur d'une réduction des menaces recensées sur chacune de ces trois échelles spatiales, constituent un système cohérent dans lequel elles se renforcent mutuellement.

II- Ville, pollution atmosphérique et santé publique

1- L'exposition en milieu urbain et l'influence des modes de vie et des comportements : état des lieux

1.1- Introduction

Afin de réduire les concentrations dans l'air ambiant (les « immissions ») des polluants qui leur sont pour partie attribuables, les installations industrielles ont été équipées, depuis les années 60 et 70, de cheminées de rejet plus hautes et de systèmes d'épuration des fumées ; le trafic routier, continuellement croissant, s'est diffusé des centres-villes vers des voies rapides en périphérie des zones résidentielles. La ville s'est profondément transformée au cours des dernières décennies, ce qui n'est pas sans conséquences sur l'environnement urbain dans sa globalité. La fonction de production industrielle a largement laissé la place à la fonction d'échanges.

Les réponses du passé, basées sur le précepte d'une dilution plutôt qu'une réduction de la pollution, ainsi que l'accroissement du trafic, l'extension de l'activité industrielle et l'augmentation de la demande énergétique, ont eu pour conséquence d'étendre les zones affectées par la pollution atmosphérique.

Cependant, depuis le début des années 80, des évolutions technologiques (remplacement du charbon par le gaz naturel, amélioration des systèmes de chauffage et d'épuration des effluents industriels, apparition du pot catalytique etc.), mais aussi les mutations structurelles des activités économiques dans les pays les plus avancés économiquement, au profit d'activités moins génératrices d'émissions polluantes, ont permis de réduire, parfois très substantiellement, les niveaux de nombreux polluants classiques (SO₂, NO_x, COV et CO) dans les zones urbaines. Ainsi, les niveaux maximums et moyens de pollution, au sein de ces zones, ont effectivement diminué pour la plupart des polluants mesurés.

Par ailleurs, la question de l'exposition des populations aux polluants de l'air ne peut se résumer à l'air extérieur. Dans nos climats tempérés, les habitants passent en moyenne de 80 à 95 % de leur temps dans des milieux intérieurs. L'exposition de l'homme aux polluants atmosphériques urbains est donc aujourd'hui dominée par la qualité de l'air intérieur, en partie influencée par des sources extérieures de polluants ayant pénétré à l'intérieur des locaux, mais aussi largement déterminée par des sources intérieures et par l'efficacité des systèmes de renouvellement d'air. Les espaces intérieurs consistent en des milliers de microenvironnements semi-clos. Dans ces microenvironnements, les activités domestiques (cuisiner, fumer, chauffer avec une cheminée, nettoyer etc.) ainsi que le pouvoir émissif des

éléments immobiliers et mobiliers sont déterminants dans l'exposition de l'homme aux polluants atmosphériques.

Il y a vingt ans, la plupart des experts concluaient que les effets sévères sur la santé, liés aux niveaux de pollution d'alors en Amérique du Nord ou en Europe de l'Ouest (une pollution devenue "modeste"), relevaient d'un passé révolu. Les données scientifiques disponibles permettent d'estimer aujourd'hui que même avec des concentrations moyennes modérées, la pollution atmosphérique est encore à l'origine de dizaines de milliers de décès prématurés et de maladies respiratoires et cardio-vasculaires par an en Europe, s'accompagnant d'une réduction significative de la durée de vie de populations importantes (Quénel P 1999).

Le cas des particules atmosphériques est difficile. D'un côté, les récents travaux épidémiologiques suggèrent des impacts importants sur la santé des populations urbaines ; de l'autre, les investissements encore nécessaires pour obtenir une diminution significative des niveaux de particules dans la plupart des pays industrialisés sont importants. Cela montre la nécessité de connaissances supplémentaires sur :

- les caractéristiques chimiques et physiques des particules les plus préoccupantes d'un point de vue sanitaire, caractéristiques qui dépendent des sources d'émission,
- les conditions environnementales et individuelles des expositions personnelles aux particules,
- l'efficacité de différentes mesures de contrôle pour réduire les effets sur la santé des particules.

Il faut donc bien apprécier l'importance relative des différentes sources d'émission sur l'exposition et sur le risque sanitaire pour orienter efficacement les actions des différents acteurs concernés. Les études d'exposition personnelle contribuent à répondre à ces questions.

Les études de cohorte et d'analyse des séries chronologiques sont basées sur des données de qualité de l'air extérieur, fournies par les réseaux de surveillance. Ces mesures des teneurs en postes fixes donnent une image utile mais imparfaite de l'exposition de la population, car les expositions de millions d'individus au cours de leurs activités journalières dépendent des environnements urbains intérieurs et extérieurs qu'ils fréquentent, notamment au cours de leurs déplacements. Ces expositions varient substantiellement entre divers sous-groupes et individus car l'espace urbain, tant à l'extérieur qu'au sein du bâti, est très hétérogène. De plus, les variations temporelles des mesures de proximité s'ajoutent aux variations spatiales et nécessitent d'avoir des mesures intégrées dans le temps.

Un nombre important d'études s'intéressant aux expositions personnelles de groupes de sujets a été conduit ; peu portent sur des échantillons représentatifs de la population. Pour la plupart, ces études sont focalisées sur le NO₂ car c'est un indicateur majeur de la pollution atmosphérique. Le CO a aussi fait l'objet de tels travaux (Wallace L 1988). Lioy et al. (Lioy PJ 1990) ont été les premiers à procéder à la mesure de l'exposition personnelle aux PM₁₀. L'étude PTEAM, menée à Riverside en Californie, a porté sur les expositions personnelles aux PM₁₀ et à la nicotine (Özkaynak H 1996). Ces travaux se sont multipliés au cours des dernières années. Une étude hollandaise a mesuré les expositions personnelles aux PM₁₀ et aux PM_{2.5} d'adultes et d'enfants (Janssen N 1998). Les expositions personnelles journalières aux PM₁₀, NO₂, CO, benzène, toluène et COV ont été mesurées chez 100 employés de bureau vivant dans l'agglomération de Milan (Carrer P 2000). En revanche, peu d'études ont porté sur la mesure de l'exposition personnelle à de multiples polluants, au cours de différents modes de déplacements urbains (Wijnen van JH 1995).

L'Europe manquait, jusqu'à récemment, de données d'exposition à la pollution atmosphérique représentatives et comparables, qui pourraient être utilisées en vue de la description des distributions des expositions des populations aux polluants atmosphériques, dans la recherche de facteurs associés avec de fortes expositions, et dans l'évaluation des distributions d'exposition de sous-populations spécifiques.

Ainsi, plusieurs études ont été financées par l'Union européenne dans le cadre du dernier programme de recherche Environnement et Climat : c'est le cas de l'étude EXPOLIS (Exposure Distributions of Adult Urban Populations) [(Kruize H 2003) ; (Boudet C 2000) ; (Boudet C 2001) ; (Oglesby L 2000)]. En France, l'étude VESTA [(Reungoat P 2003) ; (Gauvin S 2002) ; (Zmirou D 2002 et 2004)] a poursuivi sur cette lancée avec pour cible les enfants (financement PRIMEQUAL-PREDIT).

1.2- Exposition en milieu urbain

1.2.1- Exposition au trafic urbain

De nombreuses études récentes montrent, pour les lieux où les personnes passent un temps significatif de leur vie, l'importance de la distance et de l'intensité du trafic urbain pour l'estimation de l'exposition des populations à différentes substances (ces recherches se sont tout spécialement intéressées aux NO_x et aux particules) [(Boudet C 2000) ; (Künzli N 2000)].

A Grenoble (étude EXPOLIS), la part relative de l'exposition personnelle aux $PM_{2,5}$ attribuable au trafic urbain est estimée en moyenne autour de 30 % par rapport à l'ensemble des sources, l'analyse de sensibilité montrant des variations importantes, de 20 à 75 % selon différents paramètres, dont l'estimation de l'influence du trafic sur les concentrations des particules en situation de fond urbain et les profils spatio-temporels d'activité des personnes.

Une étude chez les enfants aux Pays-Bas montre des résultats similaires pour le NO_2 : les concentrations personnelles et extérieures sont significativement influencées par le degré d'urbanisation du quartier et par la distance et la densité du trafic de la route la plus proche du domicile et du lieu d'école (Rijnders E 2001). Parce que le NO_2 , dans l'air extérieur, peut être considéré comme un bon marqueur de la pollution atmosphérique liée au trafic, des variables faciles à mesurer comme le degré d'urbanisation, l'intensité du trafic, et la distance à la voirie la plus proche peuvent être utilisées pour estimer l'exposition à la pollution atmosphérique d'origine automobile. Une étude plus ancienne avait d'ailleurs montré d'une part que le trafic dans les villes suédoises était à l'origine de 85 % des concentrations mesurées en NO_x et d'autre part que la plupart des substances mutagènes dans l'air urbain provenaient du trafic (Boström CE 1994). Enfin, les NO_x étaient considérés dans cette étude comme un meilleur traceur que le CO, car des valeurs historiques de NO_x ou NO_2 sont disponibles dans de nombreux endroits, alors que le CO est principalement mesuré dans des rues à fortes concentrations.

Une étude finlandaise montre quant à elle que vivre dans des immeubles de centre-ville, en zone de forte densité de population et de trafic intense, accroît l'exposition des enfants au CO (Alm S 2000). Actuellement, un projet trans-national est en cours à l'échelle européenne (Autriche, France, Malte, Pays-Bas, Suède et Suisse). Il porte sur les impacts sur la santé et sur les externalités économiques liés aux transports routiers en s'intéressant plus particulièrement à la santé et aux modes de vie des enfants. Cette collaboration trans-nationale entend contribuer au programme paneuropéen sur Santé, Transports et Environnement (THE PEP, UNECE, WHO) en élaborant des recommandations pour les politiques publiques européennes basées sur les connaissances épidémiologiques et économiques. La contribution française au projet s'inspire très largement, dans ses recommandations, du présent rapport. Les conclusions du projet trans-national seront présentées à Budapest lors de la conférence interministérielle sur l'environnement, en juin 2004.

Kunzli et al. (Künzli N 2000) ont exprimé l'impact de la pollution extérieure totale et attribuable au trafic sur la santé publique en Autriche, en France et en Suisse. Leurs calculs

ont abouti à estimer le nombre de décès attribuables à la pollution atmosphérique (chez les plus de 30 ans), les admissions hospitalières (tout âge) pour causes cardiovasculaire et respiratoire, l'incidence de bronchites chroniques (chez les plus de 25 ans), les épisodes de bronchites chez les enfants, les jours d'arrêts maladies chez les plus de 20 ans ainsi que les crises d'asthme chez les enfants et les adultes. La France ne disposant pas d'un inventaire des émissions de PM₁₀, la concentration en PM₁₀ a été modélisée pour ce travail. Dans un premier temps, les moyennes annuelles de PM₁₀ avaient été estimées à partir des moyennes annuelles de l'indice des fumées noires pour lequel les données sont beaucoup plus nombreuses. Puis, une analyse statistique avait permis d'estimer la concentration en PM₁₀ à partir des variables d'occupation des sols. La moyenne de PM₁₀ a été pondérée par la taille de la population. A ces résultats avait été ajouté un facteur correctif de 9.5 µg/m³ basé sur le modèle européen EMEP afin de tenir compte des particules secondaires non mesurées par les capteurs. Finalement, le pourcentage de PM₁₀ dû au trafic routier avait été estimé à partir d'un modèle suisse qui utilise un ratio entre les émissions dues au transport routier et celles dues à l'industrie et au secteur résidentiel en Suisse.

Les auteurs ont ainsi estimé que la pollution de l'air était responsable de 6 % de la mortalité totale ou de plus de 40 000 cas attribuables par an en Autriche, en France et en Suisse. Environ la moitié de la mortalité (toutes causes) attribuable à la pollution de l'air pouvait être imputée, selon ces auteurs, au trafic motorisé. La pollution liée au trafic serait également responsable de plus de 25 000 nouveaux cas de bronchites chroniques chez les adultes, de plus de 290 000 épisodes de bronchites chez les enfants, de plus de 500 000 crises d'asthme et de plus de 16 millions de personnes par jour en arrêt maladie. Leurs travaux, complétés par une analyse économique, ont ainsi permis de mettre en lumière que même si le risque individuel pour la santé lié à la pollution de l'air semblait faible, les conséquences en termes de santé publique pourraient être considérables.

Une étude cas-témoin ayant également recours aux modèles de dispersion et aux SIG (Système d'information géographique) montre que la pollution atmosphérique urbaine accroît le risque de cancer du poumon (étude ajustée sur le tabagisme), les émissions d'origine automobile semblant jouer un rôle particulièrement important (Nyberg F 2000). Une étude italienne montre que, pour les enfants vivant en zone urbaine, il existe une association claire entre un flux important de véhicules lourds près des lieux de vie et divers symptômes respiratoires (Ciccone G 2000). Il a également été montré en Suisse, grâce à l'étude SAPALDIA (Wyler C 2000), que le fait de vivre à proximité de voiries importantes est associé à un risque plus fort de sensibilisation au pollen et peut être interprété comme une indication des interactions entre pollen et polluants de l'air.

La pollution de l'air liée au trafic urbain reste donc un objectif clé de l'action européenne en santé publique (Chartre sur transport environnement et santé du 16 juin 1999, Déclaration de Belfast du 22 octobre 2003 disponibles sous www.who.dk).

1.2.2- Influence des modes de transport

Le niveau d'exposition des personnes dépend étroitement de la distribution spatio-temporelle des personnes et des polluants, mais également des types d'activité. Parmi les diverses activités recensées au cours d'une journée, l'une d'elle a fait l'objet d'études plus approfondies en milieu urbain : les transports. Alm et al (Alm S 2000) montrent que les pics d'exposition au CO d'enfants se rendant sur le lieu de garderie en voiture ou en bus sont plus élevés que ceux des enfants venant à pied ou à vélo. De façon générale, l'exposition aux PM_{2,5} est souvent plus élevée lors de transports en véhicules à moteur (Brauer M 1999). Une étude menée à Taiwan montre également que la présence dans des moyens de transport motorisés implique une exposition à de fortes concentrations en hydrocarbures (toluène, xylène, benzène et éthylbenzène), ce qui pourrait, d'après les auteurs, entraîner un sérieux problème de santé publique (Kuo HW 2000).

Les émissions automobiles sont une source importante de pollution atmosphérique urbaine. Les voyageurs *intra muros* sont exposés à de fortes concentrations en polluants attribuables au trafic. Le transport public est un mode de transport populaire à Hong-Kong (Chan LY 2001). Une étude a été conduite pour mesurer le CO dans trois modes de transport : bus, minibus et taxi. Trois types de trajets ont été sélectionnés : urbain-urbain, urbain-sub-urbain et urbain-rural. Les résultats indiquent que les niveaux de CO dans les véhicules augmentent dans l'ordre suivant : bus, minibus et taxi. Même les voitures climatisées montrent des niveaux intérieurs de CO influencés par les concentrations extérieures. La concentration intérieure en CO est la plus élevée sur les trajets urbain-sub-urbain puis sur les trajets urbain-urbain. L'exposition à la pollution urbaine pendant le transport dépend donc bien du mode de transport et de la configuration des voiries traversées.

Les chercheurs britanniques travaillent beaucoup sur la thématique des transports (QUARG 1996). Ainsi, l'équipe de Ben Croxford (University College London) s'est intéressée à la configuration du quadrillage des rues, qui expliquerait plus de 80 % de la variance des flux de véhicules et de piétons en ville. La dispersion des polluants dans une rue dépend entre autres de la configuration des bâtiments qui l'entourent. Etant donné le rôle de la configuration spatiale des complexes bâtis, l'hypothèse de travail de ces chercheurs est que les variations spatiales des concentrations à hauteur d'homme impliquent des expositions

différentes de la population piétonne selon les trajets suivis. S'il est possible de comprendre comment cette configuration agit sur la distribution des concentrations en polluant (via des modèles de dispersion), l'objectif à atteindre pourrait être la réduction de l'exposition des piétons en ayant recours à l'aménagement de l'espace urbain et à la gestion des flux de trafic à travers le réseau.

La plupart des études précédentes montrent donc que les concentrations sont plus importantes dans les véhicules motorisés. Toutefois, l'effort physique est plus important lors d'un déplacement à pied ou à vélo qu'en voiture. Tenir compte des volumes respiratoires peut donc modifier l'exposition individuelle. La principale étude sur ce point est celle de van Wijnen et al. (Wijnen van JH 1995). Dans cette étude, des volontaires équipés d'échantillonneurs personnels ont parcouru, en voiture, à pied ou à vélo une sélection de divers trajets. Ceux-ci comprennent deux voiries principales de la ville d'Amsterdam, un trajet incluant un tunnel sur une autoroute chargée, et une route rurale au sud d'Amsterdam ; ces trajets ont été parcourus à vélo ou en voiture. Une rue canyon a aussi été sélectionnée dans Amsterdam (très étroite et fréquentée) et parcourue à pied et à vélo. Chaque trajet durait environ une heure, à l'exception du temps d'échantillonnage sur l'autoroute (30 minutes). Le CO, le NO₂, le benzène, le toluène et les xylènes ont été mesurés avec les échantillonneurs personnels. Un véhicule équipé d'appareils de prélèvement suivait les trajets en parallèle et mesurait CO, NO₂, et PM₁₀ en semi-continu. Les teneurs en plomb et en HAP des PM₁₀ ont été déterminées. La ventilation des volontaires a été mesurée pendant l'utilisation de la voiture et du vélo. Le type de trajet et le mode de transport influencent fortement les concentrations en CO, benzène, toluène et xylènes. Un volontaire exhale en moyenne 2,3 plus d'air à vélo qu'en voiture.

Les plus fortes concentrations mesurées par les échantillonneurs personnels ont concerné les conducteurs de voiture. Cependant, la dose externe de CO, benzène, toluène et xylènes des cyclistes approchait le plus souvent celle des conducteurs. La dose externe de NO₂ était clairement plus importante pour les cyclistes que pour les conducteurs. On peut toutefois remarquer que les cyclistes empruntent rarement les mêmes trajets que les automobilistes, préférant des voiries moins fréquentées et donc moins polluées. Par ailleurs, ils ne stationnent pas, dans les embouteillages, derrière un autre véhicule contrairement aux automobilistes.

Par ailleurs, la ventilation augmentée entraîne également une élimination plus rapide des polluants dès que la personne n'est plus exposée (exemple typique du CO). Enfin, le temps passé à l'intérieur de la voiture a été chiffré comme représentant 10% de l'exposition totale au benzène (Ilgen E 2001). Ces résultats varient en fonction de la substance considérée.

Ce type de données est à mettre en relation avec le gain sanitaire global lié à un changement de comportement en termes de modes de déplacement en ville. Divers documents de l'OMS, dans le cadre des programmes « Healthy Cities and urban governance » (dont « urban health topics : transport and health », voir le site www.who.dk) tentent de promouvoir l'activité physique et, en particulier, le recours aux modes doux de déplacement (marche et vélo). Ainsi, la Charte Transport, environnement et santé de 1999 (OMS) révèle que marcher ou faire du vélo 30 min par jour tous les jours de la semaine (même par tranches de 10 à 15 min) permet de réduire les risques de diabète (de 50 % chez l'adulte), d'obésité (de 50 %), d'hypertension (de 30 %) et est bénéfique pour le cœur et les artères (une étude plus récente de Harvard a montré que la marche, à une vitesse modérée de 4 à 5 km/h pendant au moins 3 heures par semaine, ou 30 min par jour, peut réduire, jusqu'à 40 % les risques de maladies cardiovasculaires) (www.who.dk).

1.2.3- Influence des micro-environnements intérieurs

La transformation et l'étalement de la ville correspond à une aspiration des citoyens à être propriétaires d'une maison avec un jardin, ce qui aboutit à un accroissement de la taille des logements dans lesquels les citoyens passent une fraction significative de leur temps (avec une diversification des activités « domestiques »), mais aussi à une plus grande dépendance automobile.

Dans cette perspective, la vision sanitaire de l'environnement que l'on peut assimiler à la recherche des aménités urbaines reste ambivalente puisque l'aspiration « hygiéniste » à un logement sain, aéré et confortable, a, d'une part, créé ou amplifié des expositions d'autres natures dans l'air intérieur (liées à l'augmentation du temps passé à des activités de bricolage, à l'existence de garage communiquant avec la maison etc.) et, d'autre part, provoqué l'augmentation de l'ensemble des nuisances liées à la voiture (pollution atmosphérique, bruit, effets de coupure, occupation de l'espace, individualisation des comportements etc.).

Certaines études récentes tendent à relativiser l'impact des transports dans l'exposition totale et soulignent l'importance des microenvironnements. En Italie, P Carrer suggère que l'exposition journalière aux COV est presque totalement déterminée par l'exposition intérieure au domicile et sur le lieu de travail, et que les moyens de transport n'ont qu'une contribution mineure à l'exposition totale (Carrer P 2000). Ce résultat a été confirmé par une

autre étude portant plus spécifiquement sur les BTEX : la pollution intérieure des lieux de résidence constituerait la part la plus importante de l'exposition totale à ces substances.

A Paris, l'exposition totale aux $PM_{2,5}$ et au NO_2 est très largement dominée par l'exposition cumulée au domicile et sur le lieu de travail (Mosqueron L 2002). Dans le cadre de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur, un inventaire des données françaises sur la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments a été dressé (Mosqueron L 2001), dont les principaux résultats sont repris en annexe 1. Il montre, notamment pour les COV et les aldéhydes, que les expositions sont plus fortes à l'intérieur des bâtiments qu'à l'extérieur.

Certaines études s'affranchissent de la mesure de l'exposition pendant le transport dans l'étude de l'exposition totale aux PM_{10} et $PM_{2,5}$ en recrutant des personnes résidant sur des lieux proches de leur travail. Une étude s'est déroulée en parallèle dans une zone commerciale dense et sur un campus hospitalo-universitaire (Tsai FC 2000). Des mesures microenvironnementales intérieures et extérieures ont été collectées ainsi que des questionnaires; le réseau de surveillance de la qualité de l'air sur des sites proches du trafic a aussi été utilisé. Les capteurs ambiants saisissent les *variations* journalières des niveaux intérieurs de PM voire de l'exposition personnelle. Cependant, ce travail montre que les *niveaux d'exposition totale* sont significativement sous-estimés par les capteurs fixes dans le quartier commercial (dans lequel les concentrations en PM sont les plus élevées), probablement à cause de sources locales importantes.

2- Les politiques de réduction de la pollution atmosphérique et leur impact sur la santé publique : analyse bibliographique

Les études épidémiologiques montrent des associations claires entre concentrations ambiantes en polluants (souvent particulaires) et certains effets nocifs sur la santé humaine (Brunekreef B 2002). Bien que les risques relatifs liés à la pollution de l'air soient généralement faibles, quelques études de modélisation suggèrent que la possible contribution des concentrations en masse des particules (liées au trafic) à différents types d'effets sur la santé est néanmoins considérable [(Künzli N 2000) ; (InVS 2003)]. Cependant, les mécanismes par lesquels les particules ambiantes ont des effets biologiques et sanitaires restent mal connus. Ainsi, certaines études ne montrent pas d'association claire entre cancers et exposition au trafic [(Raaschou-Nielsen O 2001), pour le cas de cancers de l'enfant]. A contrario, dans d'autres études, l'exposition à long terme aux polluants atmosphériques urbains accroît le risque de cancer du poumon chez l'adulte (Pope CA

2002), les émissions des véhicules pouvant y contribuer de façon significative [(Nyberg F 2000), (Nafstad P 2003)].

Malgré leurs lacunes méthodologiques, les études d'évaluation de l'impact sanitaire suggèrent que la santé publique bénéficiera largement d'une amélioration de la qualité de l'air (Künzli N 2002). Les études relatives à l'évaluation sanitaire des interventions techniques et réglementaires visant à réduire les émissions et/ou les immissions constituent un outil de base pour étudier ces bénéfices. Ce type d'étude n'est malheureusement pas très courant ; certaines portent sur le court terme et d'autres sur le long terme. Elles sont exposées respectivement dans les sections suivantes.

2.1- Effets à court terme de la réduction de la pollution atmosphérique

2.1.1- Mesures d'intervention sur les sources fixes

Il existe des preuves empiriques des bénéfices sur la santé, à courte échéance, liés à l'amélioration de la qualité de l'air.

La situation quasi expérimentale de la vallée de l'Utah montre que la fermeture durant 1 an – pour conflit social - de l'aciérie locale s'est accompagnée d'une diminution prononcée de la pollution particulaire (PM₁₀, dont la fonderie était la source principale), de la morbidité respiratoire (en particulier pour les bronchites et les épisodes d'asthme chez les enfants) et de la mortalité (Pope CA 1989). La réouverture de l'aciérie s'est accompagnée d'une augmentation des niveaux de pollution et des taux de morbidité et de mortalité qui ont retrouvé des niveaux proches de ceux observés avant la fermeture. La vallée de l'Utah a fait l'objet de nombreuses études mettant en relation PM₁₀ – et leurs constituants - et de multiples effets sur la santé : réduction de la fonction pulmonaire, augmentation de l'incidence des symptômes respiratoires, augmentation de l'absentéisme, augmentation des admissions hospitalières pour cause respiratoire, augmentation de la mortalité, en particulier respiratoire (aiguë et dans une moindre mesure chronique) et cardiovasculaire (Pope CA 1996). Malgré des résultats moins concordants, une association entre pollution et cancer du poumon a également été suggérée dans cette étude (après une durée d'exposition de 15 ans).

A Dublin, l'effet de l'interdiction des ventes de charbon, utilisé comme source d'énergie pour les activités industrielles et le chauffage, sur la pollution particulaire et les taux de mortalité a été évalué dans le cadre d'une étude comparative (72 mois avant / 72 mois après) (Clancy L

2002). Les résultats montrent que les concentrations en fumée noire à Dublin ont diminué de 35,6 µg/m³ en moyenne (soit – 70 %) suite à la mise en place de l'interdiction. Les taux de mortalité totale, respiratoire et cardiovasculaire ont également diminué (-5,7 %, -15,5 % et -10,3 % en moyenne respectivement). Les réductions des taux de mortalité respiratoire et cardiovasculaire à Dublin (-116 cas/an de mortalité respiratoire et -243 cas/an de mortalité cardiovasculaire observés) après l'interdiction montrent que le contrôle de la pollution particulaire peut diminuer de façon substantielle la mortalité journalière.

2.1.2- Mesures d'intervention sur les transports

Dans le cadre des Jeux olympiques d'été d'Atlanta en 1996, une étude sur l'impact des modifications des plans de circulation et des comportements en matière de transports sur la qualité de l'air et l'asthme de l'enfant a été conduite (Friedman MS 2001). L'étude écologique a comparé les situations environnementales et sanitaires de trois périodes : pendant les 17 jours des Jeux, pendant les 4 semaines précédant la manifestation et pendant les 4 semaines suivant la fin des Jeux. Cette étude a montré qu'une restriction stricte de l'accès des voitures individuelles au centre-ville a été suivie par une réduction de la pollution atmosphérique (en particulier de l'ozone, très corrélé aux PM₁₀ dans cette circonstance) et une diminution des consultations pour urgence respiratoire parmi les enfants (en particulier pour les phénomènes asthmatiques). Une diminution de 28 % des concentrations d'ozone durant les Jeux olympiques (13 % après ajustement sur différents paramètres dont la météo) a été associée à :

- une diminution des épisodes asthmatiques de 11 % à 44 % (selon les sources de données sanitaires utilisées),
- une diminution du trafic journalier en semaine de 2,8 % sur la totalité de la période (les comptages du pic du matin en semaine montrent une diminution de 22,5 % pendant toute la durée des jeux, soit 4260 véhicules en moins ; le pic du matin du week-end ayant quant à lui été réduit de 9,7 %),
- une augmentation des transports publics de 217 % (17,5 millions de plus de trajets),
- une diminution des ventes d'essence de 3,9 %.

Il faut préciser qu'Atlanta est, en temps normal, soumise à une pollution modérée en ozone et PM₁₀. Cette étude montre néanmoins que des efforts supplémentaires permettant d'atteindre des niveaux plus faibles en limitant l'accès des voitures particulières au centre-ville contribuent encore à réduire de façon significative les phénomènes asthmatiques chez les enfants.

Des études comme APHEIS (InVS 2003) (qui n'est pas une étude d'intervention) permettent de chiffrer l'impact d'une réduction minimale de la pollution automobile en termes de nombre de décès précipités évités (c'est-à-dire de décès retardés). Une diminution marginale, de l'ordre de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, des pollutions permettrait d'éviter 1561 décès anticipés par an dans les 9 villes françaises participantes (Le Havre, Lille, Lyon, Marseille, Paris, Rouen, Strasbourg, Toulouse, Bordeaux). Dans les 19 villes européennes étudiées, ce sont 5 547 décès anticipés qui seraient prévenus (19 décès pour 100 000 habitants). La « prolongation de vie » attendue en moyenne serait d'un an. « Ces résultats montrent que même une très faible réduction des niveaux de pollution atmosphérique a un effet bénéfique sur la santé publique et justifie la mise en place de mesures préventives y compris dans les villes présentant de faibles niveaux de pollution » (S Medina, InVS, citée dans « Le Monde », 4/12/2002 (Hopquin B 2002)). La valeur guide de qualité de l'air pour les PM_{10} doit passer de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2010. APHEIS-2 a calculé l'impact dans les 19 villes européennes de cette réduction : 11 855 décès anticipés seraient ainsi évités. Ces résultats sont complétés par la phase 3 d'APHEIS.

2.2- Effets à long terme de la réduction de la pollution atmosphérique

2.2.1- Etudes d'intervention sur les sources fixes et le trafic automobile

Etudiant les effets sanitaires du soufre émis dans l'atmosphère, une équipe de Hong Kong et de Londres a démontré qu'une diminution des émissions à Hong Kong avait eu des effets directs quantifiables sur la mortalité (Hedley AJ 2002).

A partir de juillet 1990, une mesure a contraint les industries de production d'énergie et les véhicules automobiles à utiliser un fioul contenant un pourcentage de soufre inférieur à 0,5 %. Cette obligation a abouti à une réduction immédiate des concentrations ambiantes en SO_2 . Dans les 2 ans ayant suivi l'intervention, les auteurs ont montré une réduction des bronchites chroniques et de l'hypersensibilité bronchique chez les jeunes enfants (Wong CM 1998). L'effet de cette intervention sur la mortalité immédiate et à plus long terme (sur les 5 années suivantes) dans la population de Hong Kong a ensuite été évalué (Hedley AJ 2002). Comparée aux prédictions, l'intervention a provoqué un déclin significatif tous âges confondus de la mortalité toutes causes (2,1 %), respiratoire (3,9 % ; 4,8 % pour les 15-64 ans) et cardiovasculaire (2 % ; 2,4 % pour les >65 ans) sur 5 ans. La réduction des concentrations ambiantes en SO_2 a été de 45 % en moyenne sur la même période. L'auteur, interrogé dans « Le Monde » du 4 décembre 2002 indique que l'étude fournit une « preuve

directe qu'un contrôle de cette source de pollution a des bénéfices immédiats et à long terme » (Hopquin B 2002).

Englobant l'ensemble des nuisances liées au trafic urbain (qui ne se limitent pas à la seule pollution de l'air), les études environnementales conduites entre 1987 et 1996 et publiées à l'occasion de la construction de 2 tunnels à Oslo, en Norvège [(Clench-Aas J 2000); (Klaeboe R 2000)] sont très instructives. Ces tunnels ont été construits afin de réduire l'impact du trafic sur l'environnement urbain. Après que les deux tunnels aient été ouverts, les teneurs moyennes du NO₂ sont passées de 51 à 40 µg/m³. L'étude (Clench-Aas J 2000) montre que cette réduction s'est accompagnée d'une diminution du risque de fatigue déclarée (symptôme d'atteinte à la santé et de réduction du bien-être, révélateur important de la qualité de vie) d'environ 5 à 10 %.

Dans ce même contexte, une étude combinant l'effet des changements de la pollution de l'air et des niveaux de bruit sur la gêne, du fait des tunnels, indique que plus les personnes sont exposées au bruit lié au trafic, plus elles sont susceptibles d'être gênées par l'odeur des pots d'échappement et d'être exposées à un niveau élevé de pollution atmosphérique (Klaeboe R 2000).

2.2.2- Etudes générales portant sur les effets sur la santé des variations à long terme de la pollution atmosphérique

Les études allemandes conduites suite à la réunification (1990) apportent une démonstration remarquable de l'impact positif sur la santé publique de l'amélioration de la qualité de l'air. Ainsi, Heinrich et al. (Heinrich J 2002) concluent à la diminution rapide de la prévalence des symptômes respiratoires non allergiques et non asthmatiques chez les enfants du fait de l'amélioration exceptionnelle, sur un très court laps de temps (1 à 3 ans après la réunification), des concentrations ambiantes des particules mesurées en masse et du SO₂. L'étude indique que les effets nocifs chez les enfants, en lien avec une exposition à long terme, sont réversibles. Elle ajoute ainsi un argument supplémentaire en faveur de l'hypothèse d'une association causale entre les polluants atmosphériques issus des processus de combustion et les symptômes respiratoires chroniques chez les enfants. Ainsi, la prévalence des bronchites est passée de 55 % en moyenne sur l'ensemble des zones d'étude en 1993 à 42 % en 1995 (Heinrich J 2000). La tendance d'une part à la réduction des niveaux dans l'air ambiant des particules fines (de taille 100-500 nm) et du SO₂, et d'autre part à l'augmentation des niveaux de particules ultrafines (dit de « mode de nucléation » -10-30 nm), a été reliée à la réduction des émissions des sources fixes, à l'augmentation des émissions des sources mobiles (les véhicules de type Diesel) et aux

mesures réglementaires de qualité de l'air qui ont éliminé de façon sélective les particules les plus grosses [(Ebelt S 2001) ; (Pitz 2001)].

L'étude APHEIS (InVS 2003), bien que méthodologiquement différente, corrobore celle réalisée par Künzli et al. (Künzli N 2000) en Autriche, France et Suisse. Dans cette étude, la pollution atmosphérique est estimée être à l'origine de 6 % de la mortalité totale, soit plus de 40 000 cas attribuables par an (adultes > 30 ans). L'évaluation de l'impact de la pollution atmosphérique sur la mortalité annuelle est ici basée sur des études de cohorte à long terme et non plus sur des études à court terme, qui sont considérées par les auteurs comme inappropriées pour ce type d'effet. La part de la morbidité attribuée au trafic motorisé est évaluée à plus de 25 000 nouveaux cas de bronchite chronique (chez l'adulte), plus de 290 000 épisodes de bronchites (chez l'enfant), plus de 0,5 million de crises d'asthme et plus de 16 millions de personnes-jours d'activité restreinte. La méthodologie utilisée dans cette dernière étude a inspiré le travail d'évaluation du risque sanitaire mené en parallèle dans le cadre de cette mission.

Sur la base des résultats de l'étude précédente, Künzli (Künzli N 2002) compare le nombre de cas de bronchites chroniques attribuables à 3 facteurs de risque environnementaux (tabagisme actif, tabagisme passif et pollution atmosphérique) chez l'adulte afin d'évaluer l'efficacité relative des options stratégiques qui pourraient être prises en vue de prévenir le coût médico-social de cette pathologie, dans le contexte suisse. Une réduction de 10 % des symptômes respiratoires chroniques pourrait être atteinte : (1) en réduisant la prévalence du tabagisme actif de 33 % à 27 % ; (2) en réduisant la prévalence de l'exposition au tabagisme passif parmi les personnes n'ayant jamais fumé de 13 % à 3 % ou (3) en mettant en place une politique d'amélioration de la qualité de l'air qui réduirait l'exposition annuelle de la population aux PM₁₀ de 25 µg/m³ à moins de 10 µg/m³. Ce travail suggère que l'exposition involontaire de la population entière à la pollution de l'air ambiant contribue considérablement aux symptômes de bronchite chronique (la fonction exposition-risque est de 1,27 [1,08-1,50]_{IC95%} par 10 µg/m³ de PM₁₀ en moyenne annuelle dans l'air extérieur), chez les personnes n'ayant jamais fumé. Le scénario de réduction de la pollution de l'air extérieur a un potentiel préventif similaire à celui visant la réduction du tabagisme passif (7 % contre 8 %), sur la base des expositions mesurées actuellement en Suisse. Dans les zones fortement polluées, il devrait être encore plus efficace.

3- Bases pour des scénarios d'action en vue de la réduction de la pollution atmosphérique urbaine

3.1- Bilan des données scientifiques

L'évaluation des bénéfices à long terme de la réduction de la pollution atmosphérique est certes plus délicate que pour les effets à court terme ; elle est surtout moins alimentée par des études d'intervention concrètes. Si ces travaux ne sont pas exempts de limites et d'imperfections, l'état actuel des connaissances sur l'association entre la pollution de l'air et la santé, y compris pour les effets liés à des expositions à long terme, indique que nous disposons de présomptions fortes de conséquences sanitaires sérieuses. Cela invite à la poursuite et, si besoin, au renforcement des politiques publiques déjà mises en œuvre pour une meilleure qualité de l'air en milieu urbain.

Les seules améliorations technologiques, par exemple celles visant à réduire les émissions à l'échappement des véhicules, ne permettront pas, à long terme, d'améliorer très sensiblement la qualité de l'air et de protéger la santé publique si la croissance de vente et de l'utilisation des véhicules reste considérée comme un paradigme jamais remis en question du « progrès » (Künzli N 2002). Selon l'INRETS, la circulation automobile urbaine (nombre de véhicules par km) a augmenté en France de 20 % entre 1982 et 1994. De plus, la durée de vie moyenne des véhicules particuliers (ces véhicules représentent le parc détenu ou mis à disposition des ménages, soit 81 % du parc de véhicules particuliers circulant en France au 1^{er} janvier 2003) tourne autour de 7,7 ans (CCFA, 2003). L'augmentation continue de l'âge moyen retarde d'autant la matérialisation d'effets bénéfiques liés au remplacement de véhicules anciens « polluants » par des véhicules neufs nettement moins émetteurs.

C'est aussi ce qu'indique un rapport récent du Conseil général des ponts et chaussées (Giroult E 2002) : « Du point de vue pollution de l'air, la continuation des tendances actuelles...conduit à une augmentation constante des émissions et à une dégradation continue de la qualité de l'air, donc à une multiplication des épisodes d'urgence ». C'est d'ailleurs ce que prévoit Airparif pour l'Île-de-France, aux horizons 2005 et 2010 : le rapport Airparif 1999/2000, indique notamment que pour respecter la nouvelle directive européenne concernant l'ozone, il faudra en dix ans diminuer de 35 % les émissions de NOx et de 40 % celles de COV. Comme Airparif estime aussi que les améliorations technologiques attendues (moteurs, carburants, pots catalytiques et filtres à particules ; techniques d'épuration des

émissions d'autres sources que les véhicules), ne pourront réduire au mieux que de 22 % les émissions, le respect des directives européennes à l'horizon 2010 ne pourra être obtenu sans une réduction de 15 % du trafic automobile (contre 5 % prévue au PDU d'Ile de France), ainsi que sans une action énergique des émissions de NOx et COV, provenant d'autres sources que les transports. De même l'ADEME estime que « le respect [des plafonds d'émission des polluants NEC] exigera une réduction comprise entre 50 % et 67 % des émissions, alors que les développements technologiques prévisibles d'ici 2010 ne permettent pas d'espérer une réduction supérieure à 42 %. »

Plus loin, dans le rapport de Giroult (2002), il est écrit : « ...s'il est vrai que la poursuite des tendances actuelles conduit au dépassement de toutes les normes de qualité de l'air en 2020, comme en 2010 ; cette situation sera contrebalancée à long terme, par la réduction du trafic automobile induite par la pénurie croissante du pétrole, et surtout par son prix croissant. Une politique volontariste serait de prévoir qu'en 2010, il ne sera pas autorisé la circulation en France de voitures consommant plus de trois litres de carburant pour cent kilomètres... Ce genre de mesure législative inciterait les constructeurs à produire des véhicules sobres, mais bien moins rapides. La qualité de l'air et la sécurité routière en profiteraient, les émissions de CO₂ seraient diminuées... Un scénario alternatif serait une politique volontariste, encourageant le véhicule hybride... Ces deux politiques combinées résulteraient au fait qu'aux horizons 2015/2020, les transports ne contribueraient plus qu'à une fraction minime des émissions, et qu'il faudra alors, et en fait dès 2015, se préoccuper de réduire les sources d'émission autres que les transports » (Giroult E 2002). Même si les solutions préconisées sont discutables, on retiendra que le dépassement des normes en l'absence de mesures de prévention paraît inéluctable.

Par ailleurs, la multiplicité des nuisances liées au trafic automobile et aux pollutions industrielles doit aussi être pris en considération. Car la qualité de vie en milieu urbain (où se concentre 80 % de la population française) ne dépend pas uniquement des niveaux de pollution atmosphérique, donc des émissions des différentes sources en présence (trafic, industries, secteur résidentiel etc.), mais aussi des autres nuisances engendrées par les comportements et modes de vie : bruit (souvent lié au trafic en ville), odeurs, etc. participent à détériorer l'état de santé des populations urbaines (voir les études norvégiennes précédemment citées). « La qualité de l'environnement urbain a des effets décisifs sur la santé et le bien-être des populations. La structure des transports et les modes d'utilisation du sol en zone urbaine ont des conséquences sur la santé, notamment du fait de leur incidence sur la qualité de l'air et sur le niveau de bruit, les possibilités de faire des exercices

physiques tels que marche et cyclisme, le nombre et la gravité des accidents de la route, la cohésion sociale etc. » (Nations Unies 2003).

Dans de nombreux pays, on s'accorde de plus en plus à reconnaître la nécessité d'examiner les conséquences sur l'environnement et la santé des structures de transport et des modes d'utilisation du sol lors de l'élaboration et de la mise en œuvre des politiques visant à orienter le choix des consommateurs dans le sens du développement durable. Faut-il aller jusqu'à placer les objectifs en matière de santé et d'environnement au centre des projets d'aménagement urbain ? Dans une perspective de prévention et de protection de la santé, les mesures durables de réduction de la pollution atmosphérique doivent faire l'objet de politiques intégrées ; elles doivent par exemple inclure la planification urbaine et le renforcement des systèmes de transport public ainsi que la promotion incitative de véhicules peu ou pas émetteurs. Les stratégies clés pour une meilleure qualité de l'air convergent avec celles visant à réduire l'impact du changement climatique. En général, la pollution de l'air (échelle locale) et les émissions de gaz à effet de serre (échelle globale) sont très liées à la consommation d'énergie. Selon de nombreux auteurs, les causes prédominantes de ces deux problématiques sont l'excessive et l'incomplète combustion des fiouls fossiles (Künzli N 2002). Le lien entre la pollution atmosphérique locale et les changements climatiques mondiaux est un domaine de recherche fondamental dans l'actuel programme cadre de recherche de la Commission Européenne et de son Centre commun de recherche.

Les chapitres suivants étudient, dans cet esprit, différentes mesures visant à l'amélioration de la qualité de l'air. Ils en font un bilan et procèdent à leur évaluation. Sur cette base seront ensuite recommandées les mesures dont la mise en place ou le renforcement sont jugés avoir le plus grand potentiel de réduction de l'exposition chronique des populations urbaines aux polluants atmosphériques (et des effets en découlant), dans le contexte français actuel et prévisible à moyen terme.

Pour éclairer cette réflexion, l'annexe 2 « Pollution atmosphérique : réglementation, sources d'émissions et évolution du parc automobile français. Rétrospective et Prospective », élaborée dans le cadre du groupe de travail comme contribution au Plan national santé environnement (PNSE), fait le rappel de la réglementation en cours, reprend certains éléments de l'inventaire national des émissions et de leur évolution rétrospective depuis 1990 à 2001 produit par le CITEPA en 2003, et décrit l'évolution du parc automobile en France. Ces données statistiques permettent d'observer pour l'ensemble des polluants, à l'exception du CO₂, une diminution des émissions liées au transport entre 1990 et 2001.

A contrario, l'augmentation des émissions liées au transport de CO₂ de 19 % sur le même laps de temps résulte de la croissance ininterrompue du trafic ; sur ces émissions, l'introduction du pot catalytique n'a eu aucun effet alors qu'elle a permis la diminution des émissions de NO_x de 36 %. Pour les particules, on observe une légère diminution des émissions liées au transport. Toutefois les scénarios de l'INRETS permettant d'analyser la répartition des émissions polluantes par type de voirie montrent, certes, une réduction de la part autoroutière, mais une augmentation de la part urbaine. « En 2020, les émissions de HC et particules seront émises majoritairement en zone urbaine, alors que les émissions de NO_x seront plus importantes en extra urbain. » Ce constat est important d'un point de vue de la santé publique, car il influence considérablement l'évolution de l'exposition de la population, qui est principalement concentrée en zone urbaine.

Le groupe de travail a donné une priorité aux particules, au benzène, à l'ozone (et à ses précurseurs NO₂ et COV) et au CO₂ sur la base de la littérature existante. Ce choix, manifestant le souci du groupe de travail de réfléchir de manière intégrée aux mesures de nature à réduire les effets des diverses formes de pollution aux échelles locale, régionale et globale, est cohérent avec le rapport du CGPC (Giroult E 2002) sur la pollution de l'air et les transports ; ce rapport conclut en effet que les deux polluants prioritaires sont l'ozone (et ses précurseurs, en particulier le NO₂ sur lequel il est relativement aisé d'agir rapidement en réduisant les émissions automobiles) et les particules (pour lesquelles un durcissement des normes de qualité de l'air est prévisible au niveau européen) (NB : Ces priorités concernent les dépassements de normes, et non pas les effets sur la santé).

Les mesures qui jouent sur les sources de pollution peuvent avoir des impacts *locaux* (particules, COV, NO₂), *régionaux* (ozone via NO₂ et COV) mais aussi *globaux* (CO₂, CO, qui est par ailleurs un précurseur hivernal de l'ozone). L'articulation des différentes mesures recommandée dans ce rapport vise à promouvoir les politiques intégrées et durables de lutte contre la pollution atmosphérique. En effet, « intégrer les politiques, stratégies et plans relatifs à l'utilisation du sol et aux transports locaux ne consiste pas seulement à veiller à leur complémentarité, même si c'est là un aspect important. L'intégration devrait servir de base à une action concertée dans tous les domaines et à tous les niveaux de décision. » (Nations Unies 2003).

3.2- La démarche suivie par le groupe d'experts : explorer, sélectionner, hiérarchiser

Après avoir exposé un large ensemble de mesures jugées, selon les experts, aptes à réduire les expositions, et donc les risques, ce rapport présentera un essai de hiérarchisation, sur la base de l'expertise technico-scientifique des membres qui composent le groupe de travail.

A cet effet, dans les chapitres à venir, de III à VIII, le plan général suivant sera adopté. Il s'agit en premier lieu *d'explorer* les principales mesures envisagées. Après un bilan critique de la situation, souvent éclairé par les propos et les exemples des experts auditionnés, les principales recommandations formulées dans les nombreux rapports consultés sont rappelées. Sur cette base, le groupe d'expert a *sélectionné* les mesures ou orientations qui lui paraissent les plus aptes à contribuer à l'objectif qu'il s'est fixé : poursuivre et amplifier la réduction des expositions des populations (chapitre IX, section 2-1). C'est cet ensemble de mesures et politiques qui constituent la base de l'exercice de *hiérarchisation* dont la méthode est exposée au chapitre IX (sections 2-2 à 2-4), suivie des résultats (chapitre IX, section 3).

III- Mesures de réduction des émissions/expositions relatives aux transports et à l'aménagement de l'espace urbain

1- Réglementation nationale : mesures majeures existantes et prévues

Un certain nombre de mesures de réduction des émissions déjà décidées produiront leurs effets d'ici 2010. Pour les sources mobiles, ces mesures sont intégrées principalement dans les directives relatives aux émissions de polluants des véhicules automobiles (étapes EURO II, EURO III, EURO IV et EURO IVbis) prises à la suite du programme Auto-Oil. Tout cela est rappelé dans le Programme national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (SO₂, NO_x, COV, NH₃) en application de la directive 2001/81/CE du 23 octobre 2001 (en ligne depuis le 20 août 2003 : www.environnement.gouv.fr). Parmi les mesures nouvelles qui devraient venir compléter ou renforcer les mesures déjà décidées, on note pour la réduction des NO_x :

1- Au niveau du transport routier :

- Limitation de la teneur en soufre des carburants à 10 ppm à compter de 2009 pour les véhicules automobiles (directive 2003/17/CE du 3 mars 2003);
- Autres mesures déjà décidées dans le cadre du Plan national de lutte contre le changement climatique (PNLCC), comme par exemple le développement des modes alternatifs à la route (voyageurs et marchandises) ou des mesures d'exploitation et de gestion du trafic ;
- Dans le cadre de la Stratégie nationale de développement durable, la France a mis à l'étude les mesures complémentaires suivantes : taxation kilométrique des poids lourds, incitations fiscales et réglementaires au renouvellement rapide du parc, renforcement des aides au transport combiné et aux transports collectifs urbains³, responsabilisation des principaux acteurs économiques.

2- Au niveau des transports non routiers :

- Limitation de la teneur en soufre des carburants ;
- Autres : modulation des redevances portuaires et aéroportuaires en fonction des niveaux d'émission des navires et aéronefs (au niveau européen)

³ ce qui ne correspond pas à la tendance actuelle, l'Etat se désengageant vis-à-vis du développement des transports collectifs

Pour les COV, la prévision des émissions en 2010 étant déjà inférieure au plafond fixé par la directive, aucune mesure complémentaire de réduction des émissions pour les transports routiers et non routiers n'est proposée (voir cependant la réduction des émissions de COV dans l'industrie).

Il est rappelé dans le « Plan Air » présenté en Conseil des ministres le 5 novembre 2003 (Bachelot-Narquin R 2003) que la dernière étape de la directive 1999/96 du 13 décembre 1999 concernant les émissions polluantes des véhicules poids lourds consiste à imposer l'utilisation d'un catalyseur « DeNOx » et d'un filtre à particules. La directive 2002/51/CE du 19 juillet 2002 fixe deux étapes de réduction supplémentaire pour les motos à horizons 2003 et 2006. Enfin, il est spécifié dans le « Plan Air » que « Les négociations pour définir la future étape « EURO 5 » à horizon 2010, visant probablement à réduire sensiblement les émissions de particules (au moins de 50 %) et les émissions d'oxydes d'azote (de l'ordre de 25%) des véhicules neufs, devraient démarrer au tout début de l'année 2004 ».

2- Urbanisme et mobilité : vers une mobilité urbaine durable

« La notion de développement durable rappelle l'interdépendance entre les échelles locales et globales. A ces différents niveaux, l'explosion des déplacements automobiles en milieu urbain ne nous paraît pas durable : elle entraîne la destruction de ressources non renouvelables et la dégradation des environnements locaux et globaux. Au niveau local, la mobilité automobile génère des pollutions aériennes et sonores nocives ; elle est responsable de pertes humaines considérables ; elle consomme un espace rare dont elle prive l'accès aux piétons et aux autres modes de déplacement ; elle génère des effets de coupure. » (Pomonti V 2003)

2.1- Les enquêtes d'opinion et les actions de sensibilisation des conducteurs

La solution vers une mobilité durable n'a pas pour seul levier l'action sur les choix modaux mais doit aussi passer par les comportements : d'où la nécessité d'une politique volontariste forte. On observe une évolution de l'opinion publique sur les politiques de déplacements en milieu urbain et la place de l'automobile en ville ces dernières années. M Bruno Maresca (CREDOC, en charge des questions d'environnement), interrogé à ce propos le 24/10/2003 dans le cadre de la recherche menée par V Pomonti, indique les éléments suivants :

* le *dispositif national de suivi annuel des enquêtes d'opinion*

Un volet de ce dispositif, commandé par l'IFEN, concerne les déplacements urbains (« êtes vous prêts à laisser votre voiture pour des motifs environnementaux... ? », etc.).

Selon les résultats de ce dispositif, qui est reconduit chaque année, l'opinion évolue sur la question des déplacements et de l'utilisation de l'automobile en ville, mais moins vite que l'on pourrait l'attendre au regard du traitement médiatique de ces sujets.

Un résultat essentiel de ces sondages est la distance très forte entre, d'une part, les opinions et les sensibilités (les personnes sondées se déclarent dans la grande majorité favorables aux mesures visant à limiter l'usage de la voiture en ville) et, d'autre part, les pratiques (la proportion de personnes ayant *effectivement* laissé leur voiture au garage pour des raisons « environnementales » est extrêmement faible !).

M. Alexis ROY (IFEN) a été interrogé également dans cette recherche. Il a confirmé que :

* la pollution atmosphérique est la première source d'inquiétude des individus

* quand on les interroge sur les deux principales actions qu'ils aimeraient que l'Etat engage en matière d'environnement, la première concerne la lutte contre la pollution de l'air et la seconde la lutte contre la pollution de l'eau. Ainsi la pollution atmosphérique apparaît comme une mission de l'Etat ; la capacité individuelle d'action n'est pas perçue.

Or la voiture apparaît comme un objet central des modes de vie, autant du point de vue matériel que symbolique. Un nœud de contradiction se dessine donc entre la peur de la pollution atmosphérique et les comportements qui restent attachés à l'usage de la voiture, laquelle *in fine* « n'est donc pas vraiment perçue » comme cause des nuisances. L'écart entre les actes et les inquiétudes exprimées est grand.

La sensibilité à l'égard de l'environnement est fortement liée à la perception de liens avec la santé (par exemple la question du bruit n'est pas perçue comme un problème sanitaire). Cette sensibilité aux risques environnementaux suit depuis le début des années 1990 une pente croissante, c'est une tendance lourde. Les changements récents sont liés à l'émergence de problèmes ponctuels (actualités des risques industriels et alimentaires par exemple). Le croisement des problématiques santé/environnement est très significatif.

M. Roy a fourni une contribution écrite regroupant quelques données d'opinion sur la pollution de l'air et les transports (annexe 3).

Par un comportement respectueux de l'environnement en matière de conduite, un conducteur peut réduire nettement la consommation de carburant et les émissions polluantes de son véhicule dans une utilisation normale. Il contribue à réduire la pollution, le bruit, le stress et donc les accidents. Mais ce n'est pas un message aisé à faire passer. Le CGPC (Giroult E 2002) rappelle que « Le contrôle des émissions des sources fixes et

mobiles est certainement une bonne idée si l'on dispose des moyens matériels d'effectuer ces contrôles, et si les sources non conformes sont immédiatement mises à l'arrêt. Compte tenu de l'attachement émotionnel du citoyen français...à sa voiture, une réduction autoritaire du libre usage de l'automobile, pourrait éventuellement se heurter à une opposition populaire (ex. crise de septembre 2000 suite à l'augmentation du prix des carburants). » Des études *ad hoc* seraient à mener dans le but de connaître finement l'acceptabilité de mesures de réduction du trafic automobile en ville, notamment en fonction de leur équité sociale (Est-ce que l'ensemble de la population serait soumis aux mêmes contraintes en termes de réduction d'usage de son véhicule ou est-ce que certaines catégories, en particuliers les plus aisées, pourraient y échapper en étant « autorisées » à polluer et à occuper l'espace moyennant finance ? Tout le monde bénéficierait-il de l'amélioration de la qualité de l'air ?, etc.).

Les mesures pédagogiques comme celles relevant des campagnes d'informations ne concernent pas uniquement les transports. Les recommandations du groupe de travail sur ce plan sont synthétisées dans le chapitre VIII (mesures transversales).

Par ailleurs, les propositions relatives aux comportements de conduite faites par l'INERIS (Brignon JM 2002) dans le cadre de l'étude Optinec sont les suivantes :

- sensibiliser et inciter les automobilistes au respect des limites de vitesse et à l'impact de leur style de conduite :

- . campagnes de communication exposant les conséquences de la vitesse excessive et du style de conduite en termes d'émission et de consommation
- . généralisation de l'installation de systèmes de mesure de la consommation sur les véhicules
- . suppression de l'incitation à la conduite sportive dans la publicité automobile

- auprès des opérateurs de transport collectifs en France : faire connaître, afin de les encourager, les techniques de marketing direct (démarchage par téléphone, à domicile, informations et prestations personnalisées etc.) appliquées aux TC : celles-ci ont déjà montré en Europe et dans le monde un important potentiel de report modal de la voiture vers les TC.

2.2- Maîtriser le recours aux transports automobiles

L'effort et les moyens que les sociétés peuvent consacrer à la santé et aux politiques publiques dépendent beaucoup de leur économie. Or, celle-ci est largement corrélée à la mobilité des hommes et des marchandises, et aux performances des systèmes de

déplacement : croissance économique et mobilité sont donc généralement liées, même s'il paraît nécessaire de les dissocier. Le chapitre suivant sur la fiscalité fait principalement la synthèse du rapport Marchand (Marchand JM 2001) sur les dispositions fiscales relatives aux carburants, combustibles et aux véhicules.

2.2.1- Fiscalité

2.2.1.1- Synthèse du rapport Marchand sur les sources mobiles

Les objectifs de la fiscalité de l'environnement, via l'application du principe pollueur-payeur, sont :

- La désincitation de l'activité polluante
- L'obtention d'une recette publique
- L'incitation à la réduction des émissions polluantes

On note que les sources mobiles constituent un cas où ce principe pollueur-payeur s'applique peu.

2.2.1.1.1- Dispositions fiscales actuelles relatives aux carburants et combustibles

La fiscalité est jugée trop complexe. Ne seront pas prises en compte ici les taxes sur l'électricité et le gaz.

a- Taxe intérieure sur les produits pétroliers (TIPP)

Cette taxe concerne les carburants, les additifs ou combustibles de chauffage. A la base, ce n'est pas une taxe environnementale mais c'est une taxe qui vise à permettre à l'Etat de dégager des ressources fiscales importantes. Cependant, elle est de plus en plus liée à l'environnement. Par exemples : taux moins élevé pour l'essence sans plomb, le GPL, le GNV et l'aquazole ; exonération de la TIPP pour les biocarburants.

Il existe des possibilités de remboursement d'une fraction de la TIPP : (1) gazole utilisé pour le transport routier de marchandises ; (2) gazole utilisé pour le transport public routier ; (3) exonération totale pour les chauffeurs de taxi (5 000 l/an/veh).

L'efficacité des dispositions fiscales en faveur des carburants plus propres est donc fortement entamée vis-à-vis des professionnels. Le GT fait cependant remarquer que l'efficacité des dispositions fiscales en faveur du développement du transport de marchandises peu polluant (par voie ferrée ou fluviale) est contrebalancée par les dispositions favorables accordées aux professionnels du transport routier.

Il existe également des dispositions pour encourager le recours des professionnels à des carburants propres : (1) remboursement de la TIPP pesant sur le GNV et GPL pour le transport public voyageur ; (2) remboursement de la TIPP pesant sur le GNV et GPL pour les

bennes de ramassages des déchets ; (3) l'exonération de la TIPP pour les taxi passe à 9 000 l/an/veh.

b- Autres taxes

- TVA

- petites taxes sur les produits pétroliers reversées à différents organismes (IFP...).

2.2.1.1.2- Dispositions fiscales relatives aux véhicules

a- Primes pour le renouvellement du parc automobile

- 1994 : prime de 5 000 francs pour la mise à la casse d'un véhicule de plus de 10 ans et l'achat d'un véhicule neuf. *Bénéfice* : retrait de 820 000 véh. soit 14 % du parc concerné.

- 1996 : prime de 5 000 à 7 000 francs pour le retrait d'un véhicule de plus de 8 ans et l'achat d'un véhicule neuf. *Bénéfice* : 740 000 véh. retirés soit 8 % du parc concerné.

Le rapport résume aussi les autres primes proposées en Europe.

b- Autres dispositions

Elles concernent l'incitation à acheter des véhicules plus propres : (1) amortissement exceptionnel sur 12 mois pour les véhicules électriques, GNV et GPL et sur les équipements nécessaires à ces véhicules ; (2) exonération de la taxe sur les véhicules de société pour les véhicules électriques, GNV et GPL ; (3) crédit d'impôt de 10 000 francs aux personnes achetant ou louant un véhicules neuf, GPL ou électrique.

2.2.1.1.3- Recommandations du rapport Marchand sur la fiscalité des sources mobiles

– reprendre la tendance à la résorption de l'écart de taxation entre le gazole et l'essence afin de l'aligner progressivement sur la moyenne européenne ;

– rendre plus attractif l'avantage fiscal existant pour les taxis au profit du GPL et remettre en question l'avantage accordé pour l'utilisation de carburants classiques ;

et / ou

– instituer une prime pour tout achat d'un taxi fonctionnant en bicarburant essence-GPL ;

– instituer une prime à la casse « sèche », c'est-à-dire non assortie de l'obligation d'achat d'un véhicule neuf, ce qui permettrait de retirer du parc les véhicules les plus polluants sans comporter d'effets industriels pervers.

2.2.1.2 - Autres recommandations sur la fiscalité des sources mobiles

Le rapport de Brignon et al (Brignon JM 2002) fait le bilan des mesures économiques et structurelles en France et à l'étranger pour réduire les émissions de NO_x, SO₂, COV et NH₃ (toutes sources confondues y compris les sources mobiles). Les mesures existantes et envisagées, ainsi que l'analyse de leurs coûts et bénéfiques, sont disponibles dans ce rapport.

2.2.1.3- Synthèse des discussions et recommandations des membres du GT

- Encourager une politique incitative visant à équiper les taxis, les petits véhicules utilitaires (de livraison en ville), les flottes captives (des grands sites aéroportuaires par exemple...) de motorisations moins polluantes
- Accélérer l'élimination des vieux véhicules : prime à la casse etc.

2.2.2- Point particulier : externalités liées aux transports

2.2.2.1- Définition

Parmi les différentes externalités des transports, les effets sur la santé humaine seraient à l'origine des coûts les plus élevés pour la collectivité, en particulier, ceux qui résultent de la mortalité liée aux particules fines (PM_{2,5}) et aux particules secondaires (nitrates et sulfates).

Différents travaux montrent que les coûts sanitaires des effets à court terme de la pollution atmosphérique sont en fait modestes comparés aux effets à long terme (Dab W 2001). Dans l'étude tri-nationale de Künzli (Künzli N 2002), la valeur monétaire associée à chaque cas de mortalité totale à long terme (pour les adultes > 30 ans) attribuable à la pollution atmosphérique en France, Suisse et Autriche est de 900 000 euros ; pour l'incidence de bronchite chronique, elle est de 209 000 euros. A comparer, dans la même étude, à la valeur monétaire associée à chaque cas d'admission hospitalière attribuable à la pollution atmosphérique, qui est estimée à 7 870 euros.

In fine, les diverses externalités qu'engendre le trafic automobile sont supérieures aux montants payés via les péages et la fiscalité sur les carburants. La répercussion est insuffisante dans deux cas : le transport routier des marchandises (l'intégration des coûts externes de la route dans la tarification des infrastructures routières est l'une des conditions pour l'essor du transport combiné et donc une meilleure équité de concurrence avec la route) et les voitures particulières en agglomération (consommation de l'espace urbain, congestion etc.). Le tout donne l'impression fautive aux usagers que la voiture particulière (coûts externes forts non intégrés) revient bien moins cher que les transports en commun (coûts externes faibles) (Pomonti V 2003).

Il faut souligner ici que le « rapport Boiteux » du Commissariat général du plan sur « Transports : choix des investissements et coût des nuisances » (Boiteux M 2001) a estimé les externalités de la pollution atmosphérique associée aux transports.

D'après les experts de l'OCDE, « *Les progrès technologiques ne suffiront pas à corriger les méfaits de la croissance économique sur l'environnement et la santé. Il faudra en passer par une « vérité des prix » qui reflète, dans les pays industrialisés, la prise en compte des coûts environnementaux et sociaux externes* » (Laronche M., « Les promoteurs du développement durable ont du mal à passer du discours aux actes », Le Monde Economie, 12 Juin 2001).

2.2.2.2- Synthèse des discussions et recommandation des membres du GT

Réfléchir à une mesure fiscale à caractère fortement progressif permettant de taxer les sources mobiles en fonction de la consommation énergétique et du taux d'émission des polluants

2.2.3- Réduction de l'accessibilité des hyper-centres

2.2.3.1- Bilan et évaluation des différentes mesures

2.2.3.1.1- Péage urbain

L'internalisation des coûts externes de l'automobile passe par différentes mesures. Le péage urbain en est une.

D'après Mme Poupinot (FNAU, audition du 17/11/2003, contribution écrite en annexe 4), les différentes expériences de péage urbain en Europe ne montrent pas de bilan environnemental globalement positif mais permettent cependant une diminution de la circulation automobile aux heures de pointes. De fait, d'après le rapport annuel de TFL [Transport for London, (TFL 2003)], le péage de Londres mis en place le 17 février 2003 a permis la renaissance du réseau de transport par bus, dont la capacité a été augmentée de 11 000 places à la période de pointe du matin ; 6 000 personnes de plus utilisent le réseau de bus sur la zone aux seules heures de pointe ; nombre d'entre elles utilisent les nouveaux bus et les nouvelles lignes introduits dans le cadre du péage urbain. En l'espace de 3 mois, sur la zone considérée, le trafic a été réduit de 16 %. Selon TFL, les autres bénéfices du système ont trait à l'amélioration de la fiabilité des bus, un meilleur environnement pédestre, moins de pollution (sans qu'aucun chiffre ne soit donné, à la date de rédaction du présent rapport), et une réduction des temps de trajet en voiture (de 13 % pour un trajet AR vers et de la zone dans la région) et des embouteillages (de 32 %). Dans le rapport à 6 mois de TFL (TFL 2003), ces tendances sont confirmées. Ce rapport précise que la réduction du nombre d'accidents dans la zone serait de 20 % (chiffre provisoire). Aucune information n'est fournie en termes d'impact sur la pollution atmosphérique.

Le péage urbain a ses détracteurs et ses défenseurs en France. Ainsi, Denis Baupin (adjoint au maire de Paris) dit que le péage urbain constitue « une mesure négative pour résoudre les problèmes de circulation, qui engendre de plus des effets pervers de ségrégation sociale » [Le Monde, 27/11/03 (Buffier D 2003)]. A contrario, l'Union routière de France (URF) considère qu'il « paraît plus normal que ce soit l'usager qui paie une infrastructure qu'il utilise, plutôt que le contribuable ». Pour le président du GART, aucune ville ne peut « se risquer seule à mettre en place un péage...Il faut une loi cadre qui permette une évolution nationale des choses... » [Le Monde, 27/11/03 (Buffier D 2003)]. Il n'exclut pas que de tels péages puissent se révéler être « une solution pour compenser le désengagement de l'Etat du financement des transports publics. »

2.2.3.1.2- Stationnement

« Des politiques tarifaires de stationnement sont mises en place pour encourager la rotation des véhicules dans les centres-villes. Des projets de métro, de tramways ou de bus sont élaborés avec une prise en considération des espaces publics. Des mesures plus ou moins draconiennes sont prises pour tenter de limiter la voiture individuelle dans les centres des villes. Des parkings de dissuasion ou d'échanges sont créés en limite des secteurs denses. » (audition de Mme Poupinot, annexe 4).

Pour beaucoup, et malgré la réticence de certaines communes (et citoyens...), le levier majeur de la réduction des avantages du système automobile porte sur les actions en termes de réduction du stationnement diurne des pendulaires. Selon la contribution du GART au groupe de travail (Mme Duchêne, annexe 5), « une ville qui maîtrise son stationnement maîtrise ses déplacements ; pourtant c'est la commune qui gère le stationnement et l'autorité organisatrice de transport qui s'occupe de l'organisation des transports collectifs. Un transfert de compétences de la commune à l'autorité organisatrice permettrait de mettre en œuvre une politique globale de déplacements».

L'offre de stationnement sur le lieu de travail est une incitation extrêmement forte à utiliser l'automobile dans les trajets domicile-travail : le transfert modal vers les modes collectifs ne s'opère alors pas. Ainsi, l'une des recommandations des PDU concerne la diminution progressive du nombre de places de parking lorsque la desserte de transport en commun le permet. La forte hausse du coût du stationnement sur voirie de longue durée et la limitation réglementaire de l'offre sont considérées par certains comme des solutions envisageables, sous réserve de la mise en place d'actions d'accompagnement telles que les contrôles stricts. Par exemple, à Londres, les amendes pour stationnement interdit sont 40 fois plus élevées que le coût horaire du stationnement et permettent de financer les transports en commun. A Paris, a contrario, se sont les tarifs du stationnement qui connaissent une

hausse constante : les amendes sont donc peu dissuasives (quelques heures de stationnement) (Brignon JM 2002). Mme Duchène (annexe 5) recommande de « transmettre aux collectivités territoriales la compétence de fixer le montant des amendes de stationnement, de recouvrer le produit et l'encaisser. Il serait légitime que le produit de recettes du stationnement soit affecté aux autorités organisatrices de transport pour le développement des transports collectifs et la construction de parcs-relais en périphérie, aux terminus des lignes de transport collectif à haute qualité de service. »

Un plan d'action 2003-2006 sur le stationnement a été identifié dans le plan de mesures 2003-2010 visant à assainir la qualité de l'air à Genève (Service cantonal de protection de l'air 2003). Il consiste en la facilitation du parcage dans les quartiers d'habitation, une politique attractive de rétention du trafic pendulaire dans les parkings d'échange périphérique articulés sur le réseau des transports publics et une rétention du trafic pendulaire hors du centre-ville. L'effet quantitatif attendu à Genève est une réduction des émissions de CO₂ de 11 % par rapport à 1990. Il importe donc de renforcer la réglementation sur les places de parking dans les futurs PLU, à l'image de la Suisse, et non pas à l'image des POS actuels.

2.2.3.1.3- Réduction de la vitesse

Un autre levier de réduction de la demande est la réduction de la vitesse en ville. D'après T&E⁴ [dans (Brignon JM 2002)], une réduction de la vitesse en ville de 50 à 30 km/h provoquerait une baisse des émissions de NOx de 40 % mais une augmentation de celles de COV de 5 % (par ailleurs, les émissions de CO₂ et CO baisseraient de 15 % et 45 % respectivement). A Buxtehude, ville allemande de 25 000 habitants, la limitation de vitesse s'étend à toute la ville. Les réductions d'émissions ont été évaluées à 10 % pour les COV et à 35 % pour les NOx. Comme le mentionne le document de l'INERIS, « une réduction généralisée (ou du moins non restreinte à des zones isolées) de la vitesse en ville à 30 km/h pourrait être un outil envisageable pour réduire les émissions de NOx dans le cadre des PDU, à condition qu'elle n'engendre pas de congestion supplémentaire et qu'elle ne se traduise pas par des variations de vitesse dues à l'omniprésence de ralentisseurs. L'impact peut être mitigé voire négatif pour d'autres polluants que les NOx. En revanche la réduction de la vitesse permet d'accroître la sécurité et de rendre les rues plus attrayantes pour les vélos. La réduction de la vitesse peut aussi représenter une restriction d'accès de la voiture à la ville, et donc une première forme de péage (portant sur le temps) ». Mme Duchène rappelle (annexe 5) que cela « rend aussi les TC plus attractifs en termes de temps de

⁴ T&E, « Lower urban speed limits : Better for citizens, better for the environment, better for all – T&E factsheet on 30 km/h urban speed limits », 2000

parcours ». En Suisse, il existe un guide présentant les principaux éléments auxquels une commune doit être attentive lors de l'aménagement des zones 30 (régulé par la loi depuis 1989) (OFEFP 2000). La maîtrise du développement des transports individuels motorisés et la recherche d'une vitesse constante font l'objet d'une mesure dans le plan 2003-2010 de Genève (Service cantonal de protection de l'air 2003). L'effet quantitatif attendu est une réduction des émissions de CO₂ de 11 % par rapport à 1990.

Les actions concernant la vitesse, pour être efficaces, doivent prendre place à différentes échelles. Aux Pays-Bas, il a été estimé que si les vitesses réglementaires étaient respectées, le nombre de véhicules par kilomètre y diminuerait de 6 %, la consommation d'énergie du transport de 11 % et les émissions de NOx du transport routier de 15 % (Brignon JM 2002). Le Plan national de lutte contre le changement climatique (PNLCC) comprend un certain nombre d'actions sur la vitesse, la formation et la sensibilisation des conducteurs. Des mesures complémentaires envisageables concernent l'établissement de vitesses limites en fonction des conditions météorologiques et de densité de trafic sur l'ensemble du réseau routier (exemple de l'Allemagne), la sensibilisation et l'incitation des automobilistes au respect des limites de vitesse et à l'impact de leur style de conduite (voir chapitre 3.1), le calcul de la vitesse moyenne sur autoroute à partir des tickets de péage, l'assurance tarifée au kilomètre.

Enfin, la réduction de la vitesse apparaît, suite à la réunion de Malte de février 2004, comme étant le levier majeur des propositions de recommandations (en cours de discussion) du projet paneuropéen sur transport, santé et enfant (THE PEP-WHO-UNECE).

2.2.3.2- Recommandations

D'après (Brignon JM 2002) :

- réduction de la vitesse en ville à 30 km/h
- augmentation des amendes pour stationnement interdit et donc augmentation des contrôles
- limitation des parkings en ville
- aménagement de zones piétonnes dans les hyper-centres (notamment pour les villes anciennes pourvues de rues canyons)
- développement de l'auto-partage

Synthèse des discussions et recommandation des membres du GT :

Réduire l'accessibilité des véhicules motorisés individuels aux hyper centres urbains et aux zones d'habitat dense (réduction de la vitesse en ville, augmentation des amendes pour stationnement interdit, limitation du stationnement, aménagement des zones piétonnes et/ou cyclables et des quartiers verts...) ; mettre en avant les autres effets négatifs sur la santé de l'usage exagéré de la voiture (moindre condition physique, obésité) en lien avec le plan ministériel « nutrition et activité physique ».

2.3- Encourager les modes de transport plus durables

Cette politique d'augmentation de l'offre des modes plus durables implique systématiquement, au contraire de la plupart des mesures de réduction de la demande vues précédemment, des investissements souvent importants sur du très long terme.

2.3.1- Bilan des transports en commun (TC)

L'offre des transports en commun (TC) nécessite d'être améliorée. En effet, malgré des investissements lourds, ils sont confrontés en France à un échec relatif, quoique très variable selon la ville, dont les raisons sont multiples : tarification (cf. chapitre précédent : TC peu attractifs vis-à-vis de la voiture), insécurité, rapidité de déplacement et facilité d'usage de la voiture, et inadéquation spatiale et temporelle des transports publics aux besoins des nouveaux déplacements. Au début des années 2000, les transports en commun ne constituent que 10 % des déplacements dans les agglomérations de plus de 10 000 habitants. Dans les villes attractives, le pourcentage peut atteindre 15 à 20 %. La seule exception est Paris, avec 30 % des déplacements effectués en transports en commun. A noter que seul 1 usager sur 5 n'est pas captif... Pour Madame Poupinot, le problème des TC n'est pas tant celui du manque de valorisation mais celui du manque de cohérence entre les modes (annexe 4).

En matière de réduction des expositions, il est indispensable de disposer au plus vite d'un parc de véhicules de TC propres (Mme Duchène, annexe 5) : « favoriser l'utilisation des énergies les moins génératrices de polluants ; poursuivre l'électrification du réseau ferroviaire et remplacer les motrices diesel par du matériel plus performant sur le plan énergétique ». Dans le rapport suisse (Service cantonal de protection de l'air 2003), l'effet quantitatif attendu d'une telle mesure est la réduction de 50 % des émissions de NOx, CO₂ et PM₁₀ des TC à l'horizon 2010 (sous réserve d'un renouvellement progressif de la flotte de TC

entre 2003 et 2007). Dans ce dernier plan de mesures, il est aussi prévu d'inciter les entreprises d'entretien des routes à utiliser des produits exempts de COV.

Le GART a publié en 2003 une note statistique actualisée donnant « Les chiffres de référence des transports publics. Données au 31/12/2001 » (GART 2003). Il y est constaté pour les transports urbains hors Ile-de-France une diminution de la fréquentation, mesurée par le nombre de voyages, de 0,9 % :

« Ce sont les agglomérations de plus de 100 000 habitants qui sont particulièrement touchées par cette évolution défavorable (-1,6 %). L'analyse de la répartition des voyages par taille de réseau montre que près de deux tiers des voyages (66,3 %) sont effectués dans les agglomérations à Transports en Commun en Site Propre (TCSP), qui regroupent pourtant moins de la moitié (47 %) de la population totale des Périmètres de Transport Urbain (PTU). Les agglomérations de plus de 100 000 habitants, qui regroupent 29 % de la population totale des PTU, enregistrent moins de 25 % des voyages, tandis que 8,9 % des voyages sont réalisés dans des agglomérations de moins de 100 000 habitants (23 % de la population totale)... Parallèlement à la diminution de fréquentation, le nombre de kilomètres parcourus connaît une progression de 0,7 %. La progression est la plus forte dans les agglomérations de moins de 100 000 habitants (2,2 %) ; cette croissance est principalement liée aux nombreuses extensions des PTU intervenues au cours de l'année 2001. A l'inverse, les agglomérations de plus de 100 000 habitants enregistrent une légère diminution des kilomètres parcourus. 55,1 % des kilomètres parcourus sont comptabilisés dans les agglomérations à TCSP, 31,5 % dans les agglomérations de plus de 100 000 habitants et 13,4% dans les agglomérations de moins de 100 000 habitants.»

L'examen des évolutions de 1992 à 2002 des réseaux de transports publics met en évidence une croissance continue de l'offre, en accélération depuis 1999, une variation en dent de scie pour l'usage : baisse de 1995 à 1997, augmentation de 1998 à 2000, rupture en 2001, quasi stabilité en 2002 et une dégradation quasi continue du taux d'utilisation.

Le 24 octobre 2003 à l'Assemblée nationale, lors de l'examen des crédits du ministère des transports, le gouvernement a marqué sa volonté de désengagement des transports collectifs dans le budget prévu pour 2004. Le gouvernement met aussi un terme à ses aides aux plans de déplacement urbains. « Ainsi, face au désengagement de l'Etat, ce sont les collectivités territoriales et les usagers qui vont devoir supporter le coût du développement des transports collectifs, alors même que cette politique est un atout majeur de la compétitivité économique des agglomérations, l'accompagnement de toute politique de solidarité et d'accessibilité et un élément essentiel de la lutte contre le changement climatique » [communiqué de presse du 26/10/2003 (GART 2003)].

La rapidité de l'initiative de l'Etat Belge, suite à la canicule de l'été 2003, est remarquable avec l'élaboration d'un plan de lutte contre l'ozone, et la mise en œuvre de mesures concernant « mobilité, énergie et fiscalité » (La Libre Belgique, 10/10/2003). Concernant la mobilité, afin de réduire les NOx et les COV dont le transport routier est l'un des responsables majeurs, le premier rapport présenté au conseil des ministres préconise tout d'abord « l'application des directives européennes (réduction des émissions de camions, contrôles techniques renforcés...) ainsi que l'application et la mise en œuvre d'un plan de mobilité durable. Le gouvernement tendra vers la gratuité des déplacements domicile-lieu de travail par chemin de fer ; l'Etat mettra des moyens supplémentaires de 4 millions/an à la disposition de la SNCB. Le principe de délivrance d'un abonnement gratuit aux automobilistes qui rendent leur plaque d'immatriculation sera développé. Le taux d'occupation des voitures doit aussi être augmenté ; à cet effet le covoiturage sera vivement encouragé. » Il est important d'ajouter que les propositions résultent essentiellement « des mesures mentionnées dans l'accord de gouvernement ou constituent une suite au précédent plan fédéral de lutte contre l'acidification et l'ozone troposphérique ».

Les préconisations rendant attractive l'offre des transports en commun ne pourraient-elles pas être appliquées en France ?

L'une des questions clés du 21^e siècle concernant la promotion des modes de mobilité plus durables est la suivante : comment s'adapter aux nouveaux rythmes urbains, afin de passer d'une culture technique d'équipement à une offre globale de services ? Par exemple, en Ile-de-France, la part de pointe du matin est passée de 26 % du trafic en 1976 à 23 % en 1997 alors que la pointe du soir passait de 27 à 22 %. Interrogée sur cette question, Mme Smolar (cellule prospective de la RATP, audition du 1/12/03) a fourni une contribution écrite en annexe 6 posant les enjeux pour les villes et les transports de la transformation des rythmes urbains et les réponses apportées par la RATP : une meilleure adaptation du métro (en soirée, le WE, l'été), la ville la nuit (réseau Noctambus), une offre de service plus constante (réseau Mobilien), une meilleure connaissance des besoins en mobilité de proximité (géomarketing, développement d'une politique de service aux entreprises via des contrats de service), la mise en place de transports de proximité et le développement de services dans le temps de déplacement. Mme Duchène (annexe 5) recommande également « d'accélérer la sortie du décret visant à permettre aux autorités organisatrices de passer directement des marchés avec les artisans taxis (ceux-ci étant « de plus en plus souvent intégrés à l'offre de transport public, pour offrir des services, à un coût supportable par les autorités organisatrices, aux heures creuses et dans les zones peu denses »).

Le système des transports est caractérisé par un temps de réponse très long face aux enjeux émergents tels que les questions sanitaires : enjeux économiques, facteurs culturels et comportementaux individuels expliquent en partie cette inertie : il faut prendre les bonnes options aujourd'hui, ce qui implique de redéfinir les périmètres pour la gestion des transports. « Le décalage entre les territoires politiques et la taille des villes pose le problème d'une refonte communale et l'instauration d'un gouvernement urbain, métropolitain » [(Emelianoff, 1999) dans (Pomonti V 2003)].

2.3.2- Bilan des modes de transport doux

L'évolution des structures spatiales a abouti au déclin des modes doux (marche, vélo), renforcé par leur quasi-absence de la planification des transports. Or, la promotion des modes doux s'est montrée tout à fait efficace dans d'autres pays et la France est dotée d'un grand potentiel de croissance. La vulgarisation des modes doux passe par la plurimodalité. Ainsi, l'une des principales caractéristiques des villes néerlandaises, et d'Amsterdam en particulier, est l'utilisation massive de la bicyclette pour les déplacements de courte distance, c'est-à-dire inférieurs à 5 km. « Sur ces trajets courts, le vélo est en effet très compétitif, la vitesse moyenne de déplacement « porte à porte » qu'il permet étant de 12 km/h, soit approximativement la vitesse moyenne de circulation des voitures, autobus et tramways en centre-ville aux heures de pointe. Le vélo est même parfois plus rapide que les transports en commun, selon la desserte que ces derniers proposent et le parcours à effectuer. ...Avec 32 % de l'ensemble des déplacements domicile-travail, Amsterdam est la ville dotée de la plus grande part de pendulaires utilisant des modes non motorisés au sein d'un échantillon mondial de villes⁵. Le bilan relatif à l'utilisation du vélo à Amsterdam est néanmoins mitigé : si le nombre total de trajets effectués à vélo augmente dans l'agglomération, sa part dans la mobilité totale est en décroissance, principalement en raison de l'allongement des trajets. La part des distances totales parcourues à bicyclette dans l'agglomération n'est ainsi « que » de 5 % environ⁶. L'objectif des autorités est que le transfert modal au détriment du vélo se fasse en faveur des transports publics et non de l'automobile. » (Pomonti V 2003). Dans le cadre de la mise en œuvre des PDU en France, il faut « encourager le partage de la voirie : zones 30, élargissement des trottoirs, quartiers tranquilles, itinéraires cyclables » sont des impératifs à la promotion des modes doux (contribution de Mme Duchène, en annexe 5).

⁵ Par comparaison, la moyenne dans les grandes villes européennes est de 8,5 % ; elle est de 22,5 % à Singapour, la ville asiatique riche présentant la plus forte proportion de modes non motorisés (Kenworthy J.R., Laube, F., « Patterns of automobile dependence in cities : an international overview of key physical and economic dimensions with some implications for urban policy », Transportation research part A, vol. 33, pp.691-723, 1999).

⁶ De plus, le vélo assurait 40 % des déplacements en 1950, contre 24 % aujourd'hui.

2.3.3- Recommandations

D'après (Brignon JM 2002) :

- Sur la promotion des transports en commun :

- . titres de transports non nominatifs
- . abonnements valables sur une durée fixe mais entre deux dates quelconques
- . tarification avantageuse pour les familles en heure creuse
- . développement d'un réseau des transport par cars interurbains (mesure complémentaire de l'offre par trains redéfini dans le cadre des contrats SNCF/régions découlant de la loi SRU ; peut libérer des infrastructures pour le fret ferroviaire)
- . renforcement de l'offre ferroviaire en zone périurbaine et essor de l'intermodalité pour faciliter l'emploi successif de plusieurs transports (tarification, parcs relais, correspondance...)

- Sur la promotion des modes doux :

- . développement des pistes cyclables, du stationnement et des points de location ou de réparation
- . développement des mesures de sécurité relatives aux cyclistes et aux piétons (prendre en considération les autres modes non motorisés : fauteuils roulants, poussettes, patineurs etc.)

Synthèse et recommandations des membres du GT :

- Développer une politique volontariste de développement des transports en commun des personnes, notamment en site propre (politique tarifaire, développement d'un réseau de transports par cars interurbains, renforcement de l'offre ferroviaire en zone périurbaine et essor de l'inter modalité, adaptation aux nouveaux rythmes urbains, accessibilité des TC aux vélos...)

- Développer une politique volontariste de développement des modes doux et sécurisés (réseau complet, couvrant l'ensemble de l'agglomération, de pistes cyclables voire de voies entièrement réservées aux modes non motorisés, mais aussi stationnement et points de location ou de réparation) ; mieux mettre en avant les bénéfices pour la santé de la marche et du vélo

3- Planification et urbanisation

Seules des politiques globales s'attachant à l'ensemble des domaines ont des chances d'aboutir et de permettre la mise en œuvre d'une mobilité durable en milieu urbain. « La gestion de la qualité de l'air en ville se situe au croisement des politiques de santé, de transport, d'énergie, d'environnement et d'habitat » (Dab W 2001). Or, « L'Etat ne sait pas anticiper et continue à sacrifier le long terme au court terme en utilisant une problématique complètement obsolète » (Lepage C, 1998) [dans (Pomonti V 2003)].

3.1- Les outils de la planification : du local au global

Ce chapitre reprend en toute logique certains points développés précédemment : la promotion des transports en commun, par exemple (dans le chapitre 2 précédent), est une mesure « spécifique intégrée » aux PDU. Néanmoins, il focalise davantage sur les mesures d'ordre général : bilan global des PDU, articulation des outils de planification aux différents niveaux etc.

3.1.1- Bilan et descriptif

3.1.1.1- Bilan des PDU

(titre V de la LAURE modifiant l'article 28 de la loi LOTI du 30 décembre 1982)

Le CERTU a publié avec l'ADEME, et en partenariat avec le GART, un bilan sur les PDU de 1996 à 2001 (CERTU 2002). Ce document fait le point sur les principales actions des PDU : mesures innovantes, échéanciers, partenaires, outils de suivi. Madame Meunier (CERTU, audition du 17/11/2003) le reprend dans sa contribution écrite en annexe 7.

Quelques extraits de la synthèse : « Au 30 septembre 2002, l'état d'avancement des PDU est le suivant : 43 PDU sont approuvés et 8 projets de PDU sont arrêtés. Par ailleurs, plus de 60 agglomérations de moins de 100 000 habitants ont décidé volontairement d'élaborer un PDU alors qu'elles n'y sont pas tenues. Les différents thèmes traités dans les PDU sont listés ci-après et accompagnés d'exemples :

- Transport en commun : les PDU proposent des projets tramway et bus en site propre, ainsi que des améliorations de la fréquence, de l'amplitude et de la qualité de service du réseau de bus, et un renforcement de l'offre ferroviaire en zone péri-urbaine.
 - o Le PDU d'Ile de France met l'accent sur le réseau autobus

- Le PDU de Saint-Etienne (CERTU 2002) définit 3 niveaux de pôles d'échanges multimodaux : régional, agglomération et lieux de proximité.
- Les modes doux : tous les PDU prévoient d'augmenter la part du vélo dans les déplacements (hormis Strasbourg, le vélo représente moins de 5% des déplacements mécanisés). L'objectif des PDU est également de stabiliser, voire d'accroître légèrement la part des déplacements à pied et d'améliorer le confort et la sécurité des piétons.
 - A Grenoble et en Ile de France, les PDU vise une augmentation des déplacements à pied pour les trajets courts (+10% en 5 ans pour les distances de moins d'1 km et les déplacements domicile-école).
- Transport des marchandises: le manque de connaissance sur le sujet a freiné la réflexion. Malgré tout, quelques propositions d'actions et d'expérimentations ont été faites à La Rochelle, Toulouse, Lille et Rennes.
 - A Rennes, une étude sur des flux urbains de marchandises et une concertation avec les professionnels du transport et les commerçants ont été menées.
- Plans de mobilité des entreprises : absence d'état des lieux de la mobilité vers les pôles générateurs de déplacements. Toutefois, plusieurs PDU ont abordé ce thème.
 - La Communauté urbaine de Strasbourg, met en place un plan de déplacement de ses employés et prends en charge à 50% le coût de leur abonnement aux transports publics.
- Partage de l'espace public : le partage de la voirie est abordé pour les PDU les plus volontaristes. Il est prévu de retraiter les voies existantes en boulevard urbain, de restreindre la circulation au centre-ville, de hiérarchiser le réseau de voirie, de créer des quartiers tranquilles....
 - Les PDU de Valenciennes et Bordeaux veulent réduire de 50% maximum l'espace dévolu à la voiture ; les PDU de Strasbourg et Lyon affirment le principe de gel des capacités des pénétrantes ; élaboration de chartes piétons/vélos à Lille, Lyon et Toulouse.
- Stationnement : les PDU ont permis la reconnaissance du stationnement comme outils majeur d'une politique cohérente des déplacements (réglementation, tarification, évolution de l'offre, parc relais...).
 - Les PDU de Rouen, Lyon et Nîmes définissent des normes de stationnement plafond pour les bureaux qui seront construits dans les secteurs bien desservis par les transports en communs.

- Sécurité : ce volet a été abordé de manière différente selon les agglomérations. Les PDU de Lille et Strasbourg l'abordent de manière très complète, du diagnostic aux actions. En revanche, d'autres PDU montrent des faiblesses (objectifs peu précis, actions limitées à un ou deux modes...).
 - o A Annecy, le PDU va permettre des opérations d'aménagement en entrée de ville et dans les quartiers pour réduire les vitesses.
- Diminuer la circulation automobile : seul le PDU d'Ile de France vise une baisse des distances parcourues en voiture de 3 % d'ici 2005 ; les autres visent une baisse de la part de marché de la voiture de quelques points sur 10 ans, ce qui ne conduira pas nécessairement à une diminution en volume de la circulation automobile, du fait de l'augmentation de la population et de l'allongement des trajets. Toutefois, les objectifs des collectivités sont volontaristes, puisqu'ils portent sur une inflexion des tendances à l'œuvre depuis plusieurs années, l'usage de la voiture n'ayant cessé de croître dans la plupart des villes. Seules les agglomérations ayant eu des politiques globales et cohérentes dans la durée, comme Grenoble, Nantes et Strasbourg, sont parvenues à contenir ces évolutions.
- Les enjeux environnementaux : les PDU intègrent des objectifs généraux de luttés contre les nuisances mais peu évaluent l'impact environnemental des mesures qu'ils proposent. Quelques PDU montrent que, en matière de pollution, les améliorations techniques apportées aux véhicules ne suffiront pas, à moyen et long terme, à empêcher la croissance des émissions polluantes si les déplacements en voiture continuent à être plus nombreux et plus longs. Quand à la consommation d'énergie et à la production de gaz à effet de serre (CO₂), les PDU prévoient une hausse des émissions, liée à l'allongement des trajets qui résulte notamment du développement urbain et péri-urbain.
- Une nouvelle génération de PDU : tous les PDU devront être conformes aux nouvelles dispositions de la loi relative à la Solidarité et au Renouvellement Urbain (SRU), au plus tard le 13 décembre 2003, en respectant les objectifs suivants :
 - Renforcer la cohésion sociale et urbaine
 - Etablir un calendrier des réalisations
 - Intégrer la sécurité des déplacements
 - Développer le volet stationnement et réorienter celui sur les marchandises
 - Favoriser la réalisation de plans de mobilité des établissements

- Mettre en place des mesures de tarification et de billettique intégrées. »

Les PDE et le transport des marchandises, pour lesquels on constate un manque de connaissance ou d'état des lieux, font l'objet d'un chapitre spécifique (chapitre III).

3.1.1.2- Descriptif des PRQA

(titre II de la LAURE)

Un plan définit pour chaque région les moyens d'atteindre les objectifs de qualité de l'air fixés au plan national, en tenant compte des spécificités de certaines zones (agricoles, touristiques...). Un décret détermine les modalités d'application du titre II de la LAURE (D. n° 98-362, 6 mai 1998). Il précise notamment les conditions d'élaboration de ces plans et leur contenu.

Les orientations du plan portent sur la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé humaine, les conditions de vie, les milieux, la maîtrise des pollutions atmosphériques et des émissions de polluants et l'information du public. Le plan est évalué au bout de 5 ans et, le cas échéant, révisé et modifié. Dans son avis du 29 février 2000, le Conseil national de l'air (CNA) a émis le souhait que l'ensemble des sources d'émissions de polluants soit pris en compte (secteurs industriel et agricole, aéroports et circulation aérienne) et qu'ils comportent des inventaires d'émissions les plus récents et complets possibles.

3.1.1.3- Descriptif des PPA

(Code environnement, art. L. 222-4, ex-titre III de la LAURE)

Le plan est élaboré et arrêté par le préfet, dans les agglomérations de plus de 250 000 habitants. Il vise à ramener la concentration à un niveau inférieur aux valeurs limites admises et à définir les modalités de la procédure d'alerte. Il peut renforcer les objectifs de qualité définis par décret ainsi que les mesures techniques relatives à la limitation des sources d'émission de substances polluantes nocives pour la santé humaine et l'environnement. Le plan est évalué au bout de 5 ans et éventuellement révisé. Le décret d'application a précisé le contenu et les modalités d'élaboration des plans de protection de l'atmosphère. Les plans rassemblent notamment les informations portant sur l'état, les sources et l'évolution des émissions des substances polluantes. Il définit :

- les objectifs de réduction des émissions globales ou de niveaux de concentration de substances ;
- les mesures pouvant être prises ;

- les modalités de déclenchement de la procédure d'alerte en ce qui concerne notamment les mesures d'urgence, la fréquence des déclenchements, les conditions d'information des exploitants et du public.

3.1.1.4- Articulation entre PRQA, PDU et PPA

L'objectif des politiques de planification et d'urbanisation est de réduire la portée des déplacements via des mesures amont concernant l'aménagement de l'espace urbain et la gestion des mobilités urbaines. L'objectif n'est pas de réduire la mobilité dans son ensemble mais de lui donner des formes durables. L'article 1 de la LAURE (1996) définit les acteurs et les outils de la planification (PRQA, PDU, PPA). La Loi solidarité et renouvellement urbain (SRU, 2000) rajoute une pierre à l'édifice des politiques urbaines avec, entre autres, la définition d'un outil de planification générale : le Schéma de cohérence territoriale (SCOT) (contribution de Mme Poupinot, annexe 4). La loi SRU est très directive en matière de stationnement.

Le document du CGPC (Giroult E 2002) résume bien l'articulation juridique entre PRQA, PDU et PPA. « Les PRQA ont un caractère informatif et d'orientation générale, d'autant plus qu'à part l'Île-de-France, nos régions administratives n'offrent pas un cadre géographique adapté aux exigences de la gestion de la qualité de l'air. Les PPA obligatoires dans les agglomérations de plus d'un quart de million d'habitants, seront les outils fondamentaux de la gestion de la qualité de l'air urbain. Quant aux PDU (et à l'application de la loi SRU), ils doivent dans les agglomérations de plus de 250 000 habitants d'une part faciliter le mouvement de personnes et de marchandises (ils ne doivent donc pas négliger le problème des livraisons), mais ils doivent de plus contribuer à la sécurité routière, et à la réduction des pollutions et nuisances dues aux transports. Dans les agglomérations comprises entre 250 et 100 000 habitants, le rôle des PDU concernant la qualité de l'air est atténué par l'absence de PPA. Les PDU (et la loi SRU) seront des outils majeurs concrétisant la contribution du METL à la qualité de l'environnement et de l'air urbain. »

Il semble pourtant que la distinction entre PRQA et PPA n'est pas claire pour tous les élus locaux. Les PPA doivent être cohérents avec les PRQA, mais si le champ d'application des PPA, c'est-à-dire l'aire urbaine (selon Mme Poupinot, annexe 4), semble adéquat pour traiter de la qualité de l'air urbain, il est bien moins évident que le champ d'application des PRQA, c'est-à-dire les régions administratives, ait beaucoup de signification du point de vue gestion de la qualité de l'air. De plus, les PRQA disponibles ne font apparaître, « au titre des mesures de réduction des émissions », que « des vœux pieux et des recommandations générales, dont la plupart figurent déjà dans la loi sur l'air ».

Concernant plus spécifiquement l'ozone, le CGPC (Giroult E 2002) estime qu' « il est illusoire de penser pouvoir agir à court terme sur ses niveaux de concentration ; par contre, à long terme, c'est-à-dire en moyenne annuelle ou saisonnière, on peut espérer diminuer les niveaux d'ozone, en agissant sur les émissions des précurseurs... ». Afin de réduire les niveaux de NO₂ et de l'ozone, un effort devra être fait dans les PRQA. De même, il semble peu probable que les particules créent des situations d'urgence dans les conditions de concentration urbaine actuelle.

Le document du CGPC procure également un comparatif rapide avec les politiques d'autres pays européens. Sur ce point, Mme Meunier (annexe 7) précise que le PDU intéresse nos voisins européens : le CERTU a une commande de traduction du guide PDU en Anglais et en Espagnol. Il est d'ailleurs envisagé à cette occasion de le mettre à jour suite à la loi SRU et de le synthétiser.

3.1.2- Evaluation des outils de planification en termes de réduction des émissions

Selon Brignon et al (Brignon JM 2002), « les effets des PDU sur les émissions de NOx et de COV sont vraisemblablement négligeables. » « Il est cependant très difficile de les chiffrer : en particulier, étant donnée l'influence possible des PDU sur les déplacements hors agglomération, ils doivent être appréciés sur une large échelle géographique ». Pour résumer, les mesures concernant les PDU peuvent être envisagées dans deux directions :

- Amélioration de la prise en compte des émissions polluantes dans les PDU ;
- Autres actions spécifiques pour promouvoir des outils de réduction peu pris en compte dans les PDU

La politique d'aménagement du territoire devrait permettre de réduire les émissions polluantes des transports de 16 % en l'espace de 20 ans, à condition que des facteurs d'incitation tels que les mécanismes de prix et la mise à disposition de transports publics soient mis en place (CE, mars 1996) [dans (Pomonti V 2003)]. Des travaux français montrent qu'un ensemble de mesures volontaristes de réduction de la circulation automobile (prises par les autorités publiques) auraient à peu près le même impact que des mesures sur l'urbanisme qui aboutiraient à une homogénéisation des taux de croissance de la population entre les formations urbaines de centre-ville, de banlieue et de couronnes périurbaines (Pomonti V 2003). Toutefois, la plupart des PDU aborde la problématique de la qualité de l'air de manière très succincte. « Par exemple beaucoup de PDU (19) ne citent pas leur réseau de surveillance de qualité de l'air alors qu'elles possèdent des stations de

mesures. » (Mme Meunier, annexe 7). « Seul le PDU de Grenoble fixe des objectifs précis et quantifiés :

- diminuer de 50 % les émissions de particules en suspension (PS), de monoxyde d'azote (NOx), de monoxyde de carbone (CO) et de composés organiques volatils (COV),
- réduire de 50 % le nombre de personnes exposées à des taux supérieurs aux valeurs moyennes annuelles. »

Un grand nombre de mesures d'amélioration de la qualité de l'air « ne sont en fait que la simple mise en application de la loi » en termes de fixation d'objectif.

La maîtrise de l'urbanisme, la localisation des activités pour limiter les déplacements font partie des mesures déjà mentionnées dans le cadre du Programme national de lutte contre le changement climatique (PNLCC) (exemple : Politique ABC des Pays-Bas, (Brignon JM 2002)). Le scénario « multimodal volontariste » utilisé dans la projection Optinec à l'horizon 2010 inclut déjà des mesures assez volontaristes en termes de PDU. Certaines mesures plus fines permettraient d'apporter des réductions supplémentaires d'émissions. Elles concernent l'évaluation des PDU en termes d'émissions, la promotion des transports en commun (chapitre 2), la limitation de l'usage de la voiture (chapitre 1), le développement de l'auto-partage. Le PNLCC prévoit une action pour lutter contre l'accroissement des distances parcourues par les particuliers (« Maîtrise de l'évolution de l'espace urbain », T 3.1.1). Des expériences étrangères montrent que des outils économiques ont été imaginés sur ce thème. Ainsi, dans le Maryland, \$ 3 000 sont offerts aux particuliers qui achètent une maison près de leur lieu de travail (\$ 1 000 = employeur, \$ 2 000 = pouvoirs publics). Le nombre de nouveaux propriétaires se rendant à leur travail à pied ou par les transports en commun a augmenté de presque 50 % (Brignon JM 2002).

Les PDU sont in fine de véritables projets urbains. « Aujourd'hui la troisième génération des PDU est en marche et c'est elle qui doit introduire ou amplifier le souci d'amélioration de santé publique avec le développement du transport moins polluant. » Pour Mme Poupinot « Il faut continuer sachant que le bilan ne pourra être réellement perceptible qu'à partir de 2006-2008 (le délai de 10 ans est un minimum pour voir les premiers effets des politiques urbaines). (...) Oui le PDU peut avoir un impact sur la qualité de l'air à condition qu'il respecte les principes du développement durable et qu'il fasse l'objet de choix politiques forts et assumés. » (Mme Poupinot, en annexe 4).

« Mais les difficultés financières font que les choix politiques seront souvent difficiles à faire entre des investissements lourds pour les TC d'un côté et de l'autre pour une rocade au profit d'une meilleure accessibilité automobile. Ces choix seront d'autant plus difficiles à faire

localement dans la période actuelle de désengagement de l'État en termes financiers dans les procédures de PDU, de réalisation des TCSP, des enquêtes ménages de déplacements (ce qui risque de remettre en cause les pratiques rigoureuses d'observation, de suivi et d'évaluation)... Ne faut-il pas souhaiter qu'à l'avenir l'État soit en tout cas plus présent dans son rôle régalien notamment en ce qui concerne le contrôle de légalité des PDU ? » (Mme Meunier, en annexe 7).

3.2- Recommandations

Rappel des recommandations relatives à la planification dans le rapport (Marchand JM 2001) :

- abaisser le seuil d'élaboration des PDU de 100 000 à 50 000 habitants ;
- garantir la consistance des PDU en prévoyant qu'ils comporteront obligatoirement des dispositions relatives à :
 - la réglementation des livraisons ;
 - pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants, des liaisons de banlieue à banlieue (transports interurbains) ;
 - des transports en commun en sites propres ;
 - un partage modal de la voirie, notamment dans les centres-villes historiques ;
 - une prise en compte des modes de transport non polluants (marche, vélo) ;
 - la définition des zones où sont restreints le stationnement et la circulation ;
 - l'estimation du coût des opérations d'aménagement envisagées.
- mieux définir le contenu des PRQA (par une circulaire, par exemple, pour éviter les disparités locales) ;
- faire coïncider les périmètres des PPA et des PDU et tenter une élaboration concomitante de ces deux documents pour éviter les contradictions et les redondances.

Recommandations du (Haut Comité de Santé Publique 2000) :

- Améliorer la prise en compte des émissions polluantes dans les PDU : « dépasser l'obligation de moyens pour arrêter des obligations de résultats exprimés en indicateurs de qualité de l'air » :
- Evaluer l'impact des PDU en termes d'émissions de NOx, COV et poussières, ce qui implique des démarches analogues dans le cadre des PRQA (potentiel de réduction des véhicules par km plutôt au niveau des trafics interurbains)
- Mettre en place des indicateurs quantifiés pour une réelle évaluation de l'efficacité des PDU sur la pollution atmosphérique et l'exposition des populations.

Recommandations de (Brignon JM 2002):

- développer l'auto-partage
- limiter l'extension périurbaine aux zones déjà équipées d'un réseau de TC (recommandation de schémas directeurs dans le cadre des PDU)
- PDE : voir chapitre suivant correspondant
- optimiser l'implantation d'établissements recevant du public vis-à-vis des nuisances de proximité (exemple des établissements scolaires)
- fixer des objectifs nationaux de réduction globale des véhicules kilomètres dans toutes les agglomérations faisant l'objet d'un PDU

Synthèse des discussions et recommandations des membres du GT :

- Inclure, dans les PDU de nouvelle génération, des objectifs quantifiés de réduction des émissions polluantes
- Associer systématiquement les associations de surveillance de la qualité de l'air (ASQA) au développement et à l'évaluation des PDU
- Placer PDU, SCOT et PLU sous la même autorité à l'échelle de l'aire urbaine et poursuivre la sensibilisation des élus aux questions d'environnement et de santé publique
- Définir des domaines minimums communs à l'ensemble des PRQA, tout en tenant compte des diversités régionales
- Faire coïncider le territoire géographique des PPA et PDU et tendre à la coordination des instances qui les élaborent
- Rendre obligatoires les dispositions actuellement facultatives de la Loi SRU (exemple: création d'un syndicat mixte regroupant les autorités organisatrices de transports à différentes échelles)
- Maintenir un engagement financier fort de l'Etat en appui aux politiques des collectivités locales en matière de transports collectifs, à l'inverse de ce qui est constaté actuellement pour les PDU et l'aide au transport public
- Densifier de nouveau les centre-villes et re-concentrer les territoires périurbains par pôles d'attraction (par une politique sur le foncier et la mobilité résidentielle), et encourager les politiques urbaines qui garantissent une occupation pluraliste de l'espace (habitat/travail/commerce/loisir)

IV- Des politiques sectorielles à intégrer dans un plan d'ensemble: Plans de déplacement d'entreprise (PDE) et transport de marchandises

1- Plans de déplacement d'entreprise (PDE)

1.1- Bilan

L'entreprise est une source majeure de déplacement des personnes. Une action à la source de réduction des émissions polluantes liées à ces déplacements est un enjeu complémentaire au développement des transports en commun, sans doute d'importance comparable (Brignon JM 2002).

Dans le scénario OPTINEC, on ne peut que constater l'importance de la part des trajets urbains à l'origine des émissions de NOx et COV générées par les entreprises (trajets domicile-travail), d'où l'intérêt de réduire le recours à la voiture individuelle pour les salariés au profit des autres modes de transport. Les PDE ou plans de mobilité sont encouragés par la LOTI de 1982 (Loi d'organisation des transports intérieurs). Cette incitation a été renouvelée par la Loi solidarité et renouvellement urbain (SRU) et les plans sont soutenus au stade des études préalables par l'ADEME. Vingt ans après la LOTI, seuls quelques dizaine de plans existent en France ; par comparaison, il y en a 2000 aux Pays-Bas (avec le soutien d'Agences Régionales pour le management de la mobilité) (Brignon JM 2002).

Au cours de son audition (annexe 8), M. Morcheoine, de l'ADEME, apporte des éléments plus précis : « Le bilan aujourd'hui des opérations engagées par l'ADEME depuis 2000 se situe au niveau de 56 PDE, 12 opérations de covoiturage/autopartage, et 21 Plans de Déplacement Ecole. Les derniers mois 2003 devraient voir un net renforcement des PDE aidés. Ces chiffres sont assez fortement sous évalués dans la mesure où environ 50 % des PD Entreprise n'ont pas fait l'objet de demande d'aide auprès de l'ADEME et que la plupart des PD Ecole n'ont pas fait l'objet d'une intervention financière mais seulement d'une intervention logistique, technique ou consultative. Enfin dans le cadre du plan climat 2003, un renforcement de ce type d'action devrait voir le jour. »

Le bilan des opérations « Pedibus, marchons vers l'école, bien que ne concernant qu'une très petite part des écoliers, est néanmoins encourageant par son exemplarité. »

1.2- Evaluation

Dans l'Etat de Washington aux États-unis, les PDE sont obligatoires depuis 1991. Cette mesure aurait permis d'éviter l'émission de 33 kt de CO₂/an. Les bénéfices en termes de COV et de NOx sont assurés mais non évalués.

L'exemplarité du secteur public pourrait être renforcée dans l'objectif de rendre obligatoire les PDE. Ainsi, par exemple, le plan de mobilité de la DDE du Gard semble avoir impliqué jusqu'à maintenant un report modal de 5 % vers le vélo et les transports en commun. L'objectif est d'atteindre un report modal de la voiture vers un mode alternatif de 30 % (Brignon JM 2002).

M. Morcheoine (annexe 8) prend l'exemple de l'évaluation du PDE de STMicroelectronics : « Le PDE mis en place par la société STMicroelectronics à Grenoble a fait l'objet d'une évaluation au bout de la première année. Les mesures de covoiturage n'étant pas encore été mises en place, le PDE se réduit alors aux mesures d'encouragement à des modes doux et des TC.

Les données de bases sont les suivantes :

| | |
|--|--------------|
| Nombre de salariés | 1 935 |
| Parc automobile (sans PDE) | 1 460 |
| Distance moyenne domicile-travail (km) | 15,0 |
| Report modal vers le covoiturage (%) | 0,0 |
| Report modal vers les SNCF et métros (%) | 5,1 |
| Report modal vers le bus (%) | 19,6 |
| Report modal vers modes doux (%) | 8,7 |

Les résultats sont :

| | CO ₂ (t) | CO (t) | COV (t) | NOx (t) | Particules (t) | Consommation (tep) |
|-----------------------------|------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|-----------------------|
| sans PDE | 2 222,0 | 54,4 | 7,6 | 9,7 | 1,0 | 814,9 |
| bus avec PDE | 179,6 | 0,3 | 0,2 | 1,5 | 0,1 | 53,8 |
| véhicules-solo avec PDE | 1 409,2 | 34,5 | 4,8 | 6,2 | 0,6 | 519,5 |
| avec PDE | 1 588,7 | 34,8 | 5,0 | 7,7 | 0,7 | 573,3 |
| Gain total en tonnes | 633,2 | 19,6 | 2,6 | 2,0 | 0,3 | 241,6 |
| Gain en % | 28,5% | 36,0% | 34,4% | 20,8% | 29,0% | 29,7% |

Le gain total sur les coûts externes pour la collectivité est évalué à **110 000 €** »

L'ADEME est par ailleurs sur le point de publier un guide pour la mise en place des Plans de déplacement d'entreprise en France (ADEME 2004 - à paraître).

Depuis 1992, en Californie, une loi oblige les entreprises de plus de 50 salariés, situées dans une zone où les normes de qualité de l'air ne sont pas respectées, à proposer à leurs employés, à la place de la subvention au stationnement, une somme d'argent équivalente à celle-là (politique de « cash out »). En 1997, l'impact de cette loi a été évalué : parmi les 1 700 employés des 8 entreprises concernées, le nombre de personnes seules dans leur voiture a diminué de 17 %, celui des personnes faisant du covoiturage a augmenté de 64 %, celui d'employés venant en TC a augmenté de 50 %, celui d'employés venant à pied ou à vélo de 39 %. Le nombre de véhicules/km a diminué de 12 %, les émissions de CO₂ de 367 kg par employé et par an, celles de COV de 819 g par employé et par an et celles de NOx de 683 g par employé et par an. Cette mesure est indissociable de la mise à disposition d'alternatives viables à la voiture individuelle (Brignon JM 2002). La politique de « cash out » permettrait de réduire les émissions en 2010, par rapport au scénario OPTINEC, de 1,6 kt pour les NOx et 0,8 kt pour les COV.

L'encouragement du télétravail pour les travailleurs à domicile (et non des travailleurs nomades) fait aussi partie des PDE. Plusieurs évaluations de la mise en place du télétravail sur la diminution de la pollution atmosphérique sont disponibles. Ainsi, chez ATT, 49 % des employés ont travaillé chez eux au moins 1 jour par semaine et 10 % à plein temps en 1999. L'entreprise estime que cela a permis d'éviter 140 millions de véhicules/km et donc l'émission de 180 kt d'hydrocarbures et 93 kt de NOx, c'est-à-dire 3,4 % des émissions de COV du transport routier aux US en 1998 et 1,2 % de celles de NOx. En France, Jancovici (2000⁷) [dans (Brignon JM 2002)] estime qu'en 2008 la proportion des tâches aisément réalisables à distance s'élèvera à 25 % (contre 24 % en 1994). En 1999, la France était très en retard par rapport à la moyenne européenne : 272 000 télétravailleurs, soit 1,2 % de la population active contre 2 % en moyenne dans l'Europe des 15. En 2005, Empirica prévoit 2,4 % de télétravailleurs en France contre 4,2 % en Europe. D'après l'INERIS, si 10 % des employés allant habituellement travailler en voiture faisaient du télétravail un jour par semaine, cela pourrait permettre d'obtenir des réductions des émissions de NOx et de COV de l'ordre de la demi-tonne en 2010.

⁷ Jancovici J.M. « Note de synthèse sur le télétravail », Secrétariat d'Etat à l'industrie, Ministère de l'Industrie – Mission pour le développement durable, 2000

1.3- Recommandations

D'après (Brignon JM 2002):

- Mesures envisageables pour favoriser le développement des PDE : rendre les plans de mobilité des entreprises obligatoires, exemplarité du secteur public, envisager des aides financières accrues pour les regroupements d'entreprises...
- Mesures pouvant être incluses dans les PDE : développement du co-voiturage : inciter financièrement les entreprises à mettre en place des programmes « trajet jusqu'au domicile garanti » ; incitation financière à l'utilisation des modes doux (vélo-marche) : accorder des allègements fiscaux aux entreprises qui versent une indemnité kilométrique aux salariés utilisant le vélo pour les trajets domicile-travail ;
- Entreprises et stationnement - limitation réglementaire de l'offre à inscrire au PDU (voir aussi chapitre 1) : politique de "cash out" (allègements de charges des entreprises mettant en œuvre cette politique), taxes sur les parkings d'entreprises, cas des grandes surfaces (réduction sur achats...) ;
- Entreprises et nouvelles technologies de l'information : promouvoir le télétravail des travailleurs à domicile (travailleurs nomades exclus) en levant le flou juridique, favorisant les démarches administratives à distance, développant le e-commerce ;
- Véhicules de service et fonction : certification des flottes d'entreprise, véhicules de service et de fonction.

Synthèse des discussions et recommandation des membres du GT :

- **Développer une politique volontariste de mise en œuvre des Plans de déplacement d'entreprise (PDE) : mettre l'accent sur l'exemplarité de l'administration et mettre les donneurs d'ordre en responsabilité (rappeler que les accidents de la circulation sont la première cause d'accidents mortels parmi les accidents du travail et de trajet -57%-)**
- **Etendre les PDE aux établissements scolaires et universités : inciter les collectivités territoriales à aménager l'espace pour que les jeunes enfants et les adolescents puissent se rendre en toute sécurité (seuls ou accompagnés) à l'école/université en rendant cette dernière accessible à différents modes de transport (TC mais aussi marche, vélo, rollers)**

2- Le transport des marchandises en ville

2.1- Bilan

Paradoxe : dans certaines villes, les passagers utilisant les transports en commun sont condamnés à voyager en souterrain alors que les marchandises voyagent en surface... Pour donner quelques chiffres, les marchandises dans Paris, c'est :

- Par la route :
 - o 28,5 millions de tonnes par an
 - o 1,6 millions de livraisons par semaine
 - o 8 000 poids lourds (> 3,5 t) sur le périphérique
 - o une occupation de 33 % de la surface de voirie à certaines heures
 - o 49 % des émissions de NOx de toute la région
- Par la Seine :
 - o 2 millions de tonnes par an
 - o 99 % des matériaux de construction
 - o 1 % d'hydrocarbures
- Par le train :
 - o 1,5 millions de tonnes

[dans Paris Obs, 23-29/10/2003 (Erhel C 2003)]

Mme Duchène signale dans sa contribution (annexe 5) que « le trafic routier généré par le transport de marchandises en zone urbaine augmente plus rapidement que celui lié aux déplacements des personnes. Représentant de 13 à 20 % des (véhicules x kilomètres) dans les agglomérations, ils émettent souvent plus de polluants. »

Airparif estime qu'à l'horizon 2015 les camions diesel deviendront la première source de pollution, émettant 68 % des NOx et 49 % des particules issues du trafic routier. Le PDU d'Ile de France fixe comme une priorité la diminution de la circulation des poids lourds. A l'occasion de grands travaux, différents projets sont à l'étude (exemple : projet des Halles et ferroutage). La ville de Paris travaille sur deux projets : l'un à l'échelle du quartier, l'autre concernant tout Paris avec la prévision de zones logistiques de fret. L'idée de faire circuler des marchandises sur des infrastructures de transports publics a parfois été étudiée, rarement réalisée : utilisation du métro la nuit, partage voyageurs/marchandises etc. Certains systèmes ont vu le jour (Cargotram à Dresde en Allemagne).

Monsieur Morcheoine fait le point sur le Programme National de transport des marchandises en ville (annexe 8). Ce programme a été intégré au PREDIT 2 dans le cadre du groupe thématique « gestion des déplacements urbains » puis dans le groupe « logistique et transport de marchandises » du PREDIT 3. Il a été complété dans le cadre de ce dernier par une action spécifique sur les espaces logistiques urbains (ELU 2001-2004). Les objectifs de cette action sont :

- « L'évaluation des besoins « d'Espaces Logistiques » dans les villes (points relais livraison, espaces collectifs de stockage, centres de distribution...) et réfléchir à la reconversion de certains équipements actuels dédiés aux marchandises (gares ferroviaires de marchandises, MIN, etc.). Actuellement, les implantations de plateformes logistiques sont traitées individuellement sans réel plan d'ensemble mais leur juxtaposition le long de grands axes routiers, qui n'avaient pas été initialement conçus pour une telle charge de trafic cumulé, est génératrice selon Airparif (P Lameloise) de graves problèmes potentiels de trafic et de pollution qui échappent souvent au PDU du fait de la dimension des territoires concernés. « L'instauration d'un plan d'aménagement logistique global pour les grandes agglomérations présenterait indéniablement un grand intérêt ».
- L'accompagnement de la programmation et le financement d'expérimentations locales comportant un volet évaluation (en particulier sur le plan environnemental) destiné à favoriser leur généralisation.
- L'élaboration d'un « guide des élus » à destination des collectivités territoriales et d'autres acteurs. »

Le bilan des actions de l'ADEME est le suivant (annexe 8) : « Les actions de l'ADEME se situent principalement en amont dans le domaine du programme de recherche marchandises en ville et ELU comme il a été mentionné. Les actions en aval, elles, concernent la mise au point de guides méthodologiques déjà mentionnés et d'aide à la mise en œuvre de véhicules propres dans le cadre des procédures d'aides aux véhicules électriques ou dans le cadre d'opérations exemplaires destinées à amorcer des marchés (bennes à ordures ménagères à Gaz Naturel, Véhicules utilitaires légers à gaz naturel ou électriques).

Ces opérations seront renforcées dans le cadre du plan Véhicules propres et économes annoncé par le premier ministre courant octobre (2003). Cela concerne en particulier le développement et la démonstration de poids lourds urbains électriques.

Enfin, des réflexions sont en cours avec la grande distribution concernant leur logistique d'approvisionnement dans une optique de réduction des émissions de CO₂ (et des polluants locaux par la même occasion). Ceci se place dans les réflexions en cours sur la responsabilité des donneurs d'ordre transport dans le cadre des accords volontaires de

réductions des émissions et des réflexions sur les certificats d'économie d'énergie ou de CO₂. Les premières estimations font état de gains se chiffrant en dizaines de %. »

2.2- Evaluation

De façon générale, un mouvement d'intérêt pour la gestion du transport de marchandises en ville se confirme aujourd'hui en France. Les rares évaluations environnementales disponibles permettent de situer l'ordre de grandeur des réductions d'émissions envisageables entre 2 et 3 kt pour les NOx (Brignon JM 2002). De nouveaux bilans issus du Programme national de recherche et d'expérimentation « Marchandise en ville » permettent d'affiner cette estimation.

Monsieur Morcheoine fournit les exemples d'évaluation des Centres de distribution urbaine (CDU) de La Rochelle et de Monaco au cours de son audition (annexe 8) : « L'optimisation et la régulation du transport des marchandises en ville à Monaco aboutit à :

- une optimisation des flux de plus de 50 % (réduction de 1 à 0,42 soit une réduction de 1 à 0,45 pour la première rupture de charge en périphérie et de 1 à 0,94 pour la seconde en centre ville ; par ailleurs l'étude montre que s'il n'y avait que le CDU du centre ville la réduction serait de 1 à 0,83)
- une réduction de 40,5 % du nombre de véhicules sur voirie (21 % au centre ville)
- une réduction de consommation et d'émission de CO₂ de 26,4 %
- une réduction de 30 à 37 % des polluants au centre ville et de 23 à 36 % sur l'ensemble de la chaîne.
- un gain en coûts externes de 30 % (40 000€/an)
- une réduction de l'occupation de l'espace (42 % à l'arrêt et 45 % en dynamique) et de l'impact visuel de 36 %

Le bilan de La Rochelle est plus mitigé malgré l'utilisation de véhicules électriques. Ceci provient de la gestion trop peu optimisée du CDU mais aussi du contexte législatif moins contraignant. On notera cependant :

- un gain de 61 % en véhicules/km (thermiques)
- une réduction de l'ordre de 60 % des émissions de polluants, de la consommation et de l'émission de CO₂. »

Au cours de son intervention orale, M. Morcheoine cite aussi l'exemple de l'approvisionnement des ménages. Trois scénarios sont comparés : I- l'approvisionnement

en hypermarché de périphérie, 2- en supermarché de proximité et 3- la livraison à domicile. Le résultat montre un impact désastreux du scénario 1 en termes de bilan énergie/nuisances, suivi d'un impact dix fois moindre environ pour le scénario 3 et d'au moins 15 fois moindre (selon les indicateurs) pour le scénario 2.

2.3- Recommandations

D'après (Brignon JM 2002):

- engins de manutention et de livraison peu polluants
- utilisation des réseaux de transport en commun pour les marchandises
- réseaux logistiques souterrains
- organiser le transfert massif et rapide du transport léger (urbain) de marchandises vers des véhicules utilitaires utilisant des sources d'énergie peu polluantes (gaz, hybride, électrique)

Synthèse des discussions et recommandation des membres du GT :

- **Evaluer les besoins « d'espaces logistiques » dans les villes (points relais livraison, espaces collectifs de stockage, centre de distribution...) et réfléchir à la reconversion de certains équipements actuels dédiés aux marchandises**
- **Inciter fortement au maintien des supermarchés et des commerces de proximité**
- **Inciter la grande distribution à développer les tournées de livraison à domicile des marchandises**

3- Transport de marchandises inter-urbain

3.1- Bilan et Evaluation

En France, après avoir crû assez rapidement dans la période 1993-1997, les trafics du transport combiné ont stagné en chiffres absolus. En part de marché, on a même observé une chute sensible : montée de 3 à 4,5 % du total des trafics de marchandises dans la période faste du début des années 90, la part du combiné a régressé aujourd'hui à 3,5 %. Or, la principale aide financière au secteur, mise en place en 1995, est restée élevée jusqu'en 2001. Cet écart entre une aide longtemps croissante ou maintenue et des trafics qui ne progressaient plus devait être interprété.

L'évaluation des politiques publiques en faveur du transport combiné a donc été inscrite au programme 2001-2002 du Conseil national de l'évaluation (Conseil national de l'évaluation

2002) du fait de l'inquiétude devant la part de marché prise par le transport routier de marchandises au détriment du transport ferroviaire, alors même que ce dernier est plus respectueux de l'environnement et peut être rentable, au moins pour des trajets assez longs, mais surtout pour des trains bien remplis. Le travail a été piloté avec le Commissariat général du Plan et est disponible sur son site internet [www.plan.gouv.fr]. Les conclusions du comité sont les suivantes : « Evaluer les politiques en faveur du transport combiné, c'est se confronter à l'ensemble des problèmes du transport de marchandises. Si les pouvoirs publics n'améliorent pas l'environnement économique et réglementaire du transport ferroviaire, dans un contexte européen en pleine évolution, un rapide déclin est probable. Dans un environnement plus concurrentiel [*les pouvoirs publics peuvent favoriser une intensification de la concurrence et l'émergence d'opérateurs plus puissants*], dans un contexte tarifaire [*une tarification plus soucieuse de l'optimum collectif améliorerait la situation*] et réglementaire plus favorable au fret ferroviaire, des opérateurs entreprenants peuvent vraisemblablement insuffler une nouvelle dynamique au fret en général et au transport combiné en particulier. Pour les pouvoirs publics, créer pareil environnement représente un défi de grande ampleur. A eux de doser adéquatement les mesures, et surtout de les concevoir de façon globale et coordonnée, pour relever ce défi et relancer une dynamique aujourd'hui enrayée. » Tout cela nécessite « des preuves tangibles d'un engagement très net des pouvoirs publics », ce qui n'est pas le cas actuellement. De plus, « pour le moment, les conflits sociaux répétés de la SNCF dégradent la qualité de service et les conflits entre trains de fret et trains express régionaux paraissent très difficiles à résoudre, même avec quelques aménagements supplémentaires. »

Gilles Pipien, du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, a donné son avis sur cette évaluation. En conclusion, selon lui, « la dynamisation du ferroviaire implique que soient traités en complémentarité le volet industriel et le volet environnemental. Pour autant, doivent être distingués les flux massifs sur longue distance pour lesquels la place du combiné relève du cadre général de gouvernance publique (tarification, concurrence...) et les problèmes locaux (tels que le franchissement de seuils, les zones congestionnées...) qui relèvent de solutions spécifiques. Dans le premier cas, l'objectif est la lutte contre le changement climatique, dans le second cas l'objectif est la réduction des nuisances locales. »

Une évaluation du transfert route-rail a aussi été réalisée en Suisse (Conseil fédéral aux commissions parlementaires 2002). Elle propose un plan de mesures précises avec un calendrier court (2002-2003), moyen (2004-2007) et long terme (2008-2015). Le premier objectif du plan (briser la tendance à la croissance dans le transport routier des

marchandises à travers les Alpes) a été atteint. Malgré la situation conjoncturelle difficile, les mesures d'accompagnement ont permis d'enregistrer une nouvelle hausse du trafic ferroviaire de marchandise à travers les Alpes. La politique suisse de transfert a des objectifs clairement définis. Le plan entre maintenant dans sa période transitoire (2004-2007) : le transfert doit continuer à être soutenu par les mesures d'accompagnement actuelles, ainsi que par leur optimisation et des mesures complémentaires.

« Parmi les différentes activités de transport (urbain ou longue distance, voyageurs ou fret), deux domaines sont particulièrement pertinents pour des actions relevant de l'organisation des transports :

- les transports « urbains » de voyageurs et de marchandises, dont la consommation de carburants représente plus de la moitié de la consommation totale du secteur transport ; les enjeux énergétiques et environnementaux y sont fortement corrélés et les choix organisationnels y ont une forte incidence sur l'efficacité énergétique et environnementale.
- les transports longue distance de fret, où les enjeux concernent essentiellement la réduction de la consommation de produits pétroliers et des émissions de gaz à effet de serre ; les écarts d'efficacité énergétique entre les différents modes de transport qui y sont en compétition sont considérables, d'où un enjeu énergétique important pour les actions visant à rééquilibrer la répartition modale en faveur des modes les plus performants. » (contribution de M. Morcheoine, annexe 8)

Les politiques actuelles ou prévues concernent davantage une action sur le transport (développement des infrastructures pour améliorer l'intermodalité rail/route dans le cadre des déplacements interurbains) et prennent peu en compte une action spécifique sur les pratiques et infrastructures logistiques. Les schémas multimodaux de services collectifs de transport de voyageurs et de marchandises résumés en France les projets et orientations à l'horizon 2010, avec notamment l'objectif de doubler au minimum le trafic ferroviaire de fret interurbain domestique. Ces schémas prévoient aussi de favoriser l'évolution de la tarification des infrastructures afin de mieux prendre en compte leurs effets externes (voir chapitre III - 2.2.2). L'ADEME a estimé que le transport combiné peut permettre d'obtenir, par rapport au transport routier, un gain d'un facteur de l'ordre de 10 pour les COV et les NOx sur les parcours Paris-Avignon ou Paris-Bordeaux [dans (Brignon JM 2002)].

Les projets de la Commission Européenne concernant le transport des marchandises cherchent à :

- libéraliser le fret ferroviaire avant 2010

- réformer la politique et les instruments de tarification des infrastructures de transport
- mettre en place des couloirs européens libres d'accès pour le transport ferroviaire de marchandises (en perspective d'un système européen de transport intermodal)

In fine, la France est aujourd'hui très en retrait par rapport aux Etats membres de l'UE les plus dynamiques comme les Pays Bas. Il faut toutefois souligner l'ouverture en novembre 2003 d'une ligne expérimentale de ferroutage sur 175 km, entre la Savoie et l'Italie. Son objet est d'apporter « un début de réponse à la pollution et à l'insécurité routière liées au fort trafic de poids lourds » à travers les Alpes (Le Monde, 1/11/2003 (Buffier D 2003)). Durant la phase expérimentale, seuls 7 % du trafic routier transalpin devraient se reporter sur cette ligne. Au-delà de 2006, l'autoroute ferroviaire alpine (AFA) devrait capter près de 25 % du trafic actuel, soit près de 300 000 camions par an.

3.2- Recommandations

D'après (Brignon JM 2002):

- transfert du transport de marchandises interurbain vers la voie ferrée : développement du ferroutage
- transfert du transport de marchandise via la voie fluviale

Synthèse des discussions et recommandation des membres du GT :

Mettre en oeuvre une politique volontariste de développement du ferroutage (transport de marchandise interurbain) en travaillant sur l'harmonisation des règles (coûts etc.) à respecter par la SNCF et par les transports routiers

V- Mesures relatives aux transports non routiers

1- Bilan et évaluation

Relevons tout d'abord l'annonce du comité interministériel d'aménagement et de développement du territoire le 18/12/2003 : les $\frac{3}{4}$ des gros projets d'aménagement du territoire à l'horizon 2020 seront non routiers. Ils font la part belle au rail (lignes TGV, en particulier liaison Lyon Turin etc.) mais renforcent également le transport fluvial (canal Seine-Nord-Europe) (Gorius A 2003).

La commission européenne a proposé des mesures législatives pour réduire les émissions des moteurs diesel dont sont équipés de nombreux engins non routiers. Cette proposition vise à limiter l'influence de ces émissions sur l'environnement et la santé humaine, comme la formation d'ozone et les répercussions négatives des particules sur la santé. La législation devrait favoriser aussi la promotion des modes de transport respectueux de l'environnement que sont la navigation intérieure et le rail. Elle contribuera à garantir que, à l'avenir, tous les moteurs diesel soient munis de filtres à particules (voir chapitre VI). La directive 97/68/CE en vigueur actuellement prévoit deux étapes pour l'introduction de valeurs limites d'émission. La première est achevée et la seconde devait l'être au 31/12/2003. La directive prévoit une étape supplémentaire visant à réduire les émissions de NOx et particules. La formation d'ozone et les risques pour la santé liés aux concentrations de particules dans l'air ambiant ont été identifiés comme deux problèmes majeurs à résoudre dans la Communauté. En l'absence de nouvelles mesures, les émissions de ces polluants en provenance des engins mobiles non routiers seraient aussi élevés dans quinze ans que celles des transports routiers.

Les émissions du transport ferroviaire sont dues d'une part aux locomotives diesels, et d'autre part aux émissions de poussières résultant de l'abrasion des pièces en mouvement, du freinage et de la dégradation du ballast. Des études ont montré que la pollution de l'air dans le métro est principalement constituée de poussières fines.

Deux avis relatifs à la qualité de l'air dans les enceintes ferroviaires souterraines ont été émis en 2001 (le 5 avril et le 5 mai). Dans ces avis, le Conseil supérieur d'hygiène publique de France (CSHPF) recommande une approche de prévention afin de protéger la santé des usagers, notamment les plus fragiles, et de plus :

- La mise en place d'un système de surveillance des concentrations de particules sur les quais, dans les couloirs et dans les rames.

- La mise en œuvre d'études complémentaires sur les autres polluants susceptibles d'être présents.
- L'adoption d'une méthode pour calculer des valeurs de référence pour les particules en fonction des temps de séjour.

Suite aux travaux du CSHPF, les ministères de la santé, du transport et de l'environnement ont demandé que les préfets s'assurent que des études et une surveillance soient développées dans les enceintes ferroviaires souterraines lors de la mise en œuvre des PRQA.

Un avis du CSHPF est attendu sous peu concernant les aéroports. D'après le PRQA Ile de France, la plate-forme aéroportuaire se positionnerait au premier rang des émissions en NOx (y compris problème des activités annexes : chauffage, production d'énergie, trafic routier d'accès etc.). Roissy, Orly et Le Bourget réunis forment plus de 4 % des émissions régionales de NOx et 2 % de COV. Selon Airparif, « c'est l'équivalent du périphérique en termes d'émissions » (Cabour C 2003). La contribution du transport aérien à la pollution de l'air urbain est relativement faible car une forte proportion des polluants est émise en altitude (Giroult E 2002). Le transport aérien contribue néanmoins fortement à la pollution régionale, à longue distance et aux pluies acides.

Toutefois, une partie est clairement liée aux activités aéroportuaires, l'autre à la desserte des aéroports. Dans les projets en cours et afin d'améliorer la desserte, Orlyval sera épaulé en 2007 par un tramway. A Roissy-CDG, les espoirs reposent sur le projet de liaison directe CDG Express. La réduction du temps de roulage au sol des avions à CDG (déjà très court à Orly) ainsi que l'utilisation de sources fixes d'alimentation pour les avions au sol sont envisagées. Par ailleurs, le PPA pourrait suggérer d'agrandir le parc de véhicules de service propres. Enfin, le kérosène, n'est pas soumis à la TIPP. Zurich, par exemple, a mis en place une taxe sur les émissions polluantes des avions. A noter aussi que la durée de vie d'un avion est très longue...

Aujourd'hui, l'apport des machines de chantier à l'ensemble des émissions de suie diesel générées en Suisse s'élève à 25 % environ (OFEFP 2003). « Eu égard à cette proportion respectable, à l'effet cancérigène de la suie diesel et au fait que, à la différence de ce qui se passe dans le trafic routier en raison des turbulences provoquées par les déplacements d'air, les gaz d'échappement des machines travaillant sur les chantiers ne se diluent pas, ils peuvent présenter un considérable potentiel de nuisances pour le personnel des chantiers et pour la population du voisinage. »

Pour les engins agricoles, ferroviaires, maritimes et fluviaux et de chantier, la principale mesure à proposer est d'ordre technique puisqu'elle consiste in fine à installer des filtres à particules et à améliorer la qualité des moteurs et du carburant. Elle est donc développée dans le chapitre VI suivant.

2- Recommandations

Rappel des recommandations du rapport (Marchand JM 2001) sur les transports non routiers :

– taxer le kérosène des avions ;

et / ou

– taxer les aéroports en fonction de leurs émissions.

L'intérêt de ces deux mesures qui découlent de l'application du principe pollueur payeur, outre la perception des recettes en résultant, serait de mettre fin à l'avantage fiscal indu dont bénéficie le transport aérien par rapport à son principal concurrent sur beaucoup de trajets, le train. Elles n'auraient naturellement pas le même intérêt pour ce qui concerne les vols moyens ou longs courriers pour lesquels n'existent pas véritablement de modes de transport de substitution. Le risque existe même pour ceux-ci de désavantager les compagnies basées en France par rapport à leurs concurrentes.

Recommandations (Brignon JM 2002):

- Sur le transport maritime et fluvial :

. Différentiation des taxes portuaires : en fonction des émissions de NO_x et SO₂

. Incitation fiscale à l'utilisation du gazole de préférence aux fuels pour les moteurs à bateaux

. Incitation au remplacement des anciens moteurs de bateaux par des moteurs plus propres

. Mesures techniques visant à la réduction des émissions : activités maritimes et navigation fluviale

- Sur le transport aérien :

. Différentiation des taxes existantes : taxes d'aéroport, TGAP, taxe sur l'aviation civile en fonction des performances environnementales des avions

. Taxation du kérosène

. Prise en compte globale des émissions : avions, engins divers (propreté de la flotte captive), trafic induit (mode d'accès aux aéroports) etc. pour négocier ensuite des accords de réduction (mesures techniques ?) ou au moins la surveillance de leur évolution

. Développement de l'intermodalité

Synthèse et recommandation des membres du GT :

Développer une politique incitative conduisant les sites aéroportuaires à réduire leurs émissions polluantes (taxation au volume des émissions globales, transport motorisé non polluant – *cf. mesure fiscale*, taxation du kérosène)

VI- Mesures d'ordre technologique

De nombreux documents sont publiés par l'ADEME sur la technologie des véhicules et carburants [(ADEME 1998) ; (ADEME 2001a) ; (ADEME 2001b) ; (ADEME 2001c)]. Des travaux ont aussi été conduits dans le cadre du programme Primequal-Predit (Delsey J 2002). Ce rapport n'a pas pour objectif de refaire ce travail. Ce chapitre met en avant les mesures existantes, prévues ou à envisager qui paraissent prometteuses.

1- Bilan et évaluation

1.1- Amélioration de la qualité des carburants et de leur distribution pour diminuer les émissions

Il semble tout à fait faisable de rendre obligatoire en France, à l'image de ce qui existe à l'étranger, le captage des vapeurs d'essence lors du remplissage du véhicule, quelle que soit la capacité de la station-service. Une étape importante a été franchie avec le « Plan Air » présenté en novembre 2003 qui précise que « les stations-service d'un débit supérieur à 500 mètres cubes par an doivent être équipées de dispositifs de récupération des vapeurs d'essence. Une campagne de contrôle par sondage des stations-service sera réalisée par les DRIRE en 2004 ; elle portera sur les installations soumises à autorisation...mais aussi et surtout sur les installations soumises à déclaration... ». De nombreuses autres mesures existent déjà ou sont prévues dans le cadre du Programme national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (par exemple, la réduction des teneurs en soufre des carburants).

La LAURE reconnaît que les carburants gazeux sont plus « propres » au point qu'elle fait obligation aux collectivités locales de remplacer leurs véhicules à moteur thermique en fin de vie à hauteur de 20% par des véhicules électriques ou à GNV et GPL.

Malgré les avantages du point de vue de leur indépendance énergétique en France, il est maintenant reconnu qu'il ne faut pas trop attendre des carburants d'origine végétale car, à côté de leur faible rendement, ces carburants produisent aussi des polluants, quoique de nature différente de ceux résultant de l'essence ou du gazole (ADEME 2001, Dab et Roussel 2001).

1.2- Amélioration des performances des véhicules neufs : couple moteur/épuration des effluents

Selon les constructeurs automobiles, les polluants réglementés à l'heure actuelle (CO, PM, NOx et hydrocarbures volatils) peuvent être considérés comme quasiment supprimables par les seules technologies des véhicules thermiques (les limites de la technologie seule ont toutefois été mises en avant dès l'introduction de ce rapport). L'introduction du pot catalytique pour les moteurs à essence (directive européenne de 1992 portant sur l'équipement de tous les véhicules neufs) permet la transformation du CO, du NO et des hydrocarbures imbrûlés mais il n'a que très peu d'effets sur les particules fines. A l'échelle de l'Europe, malgré la réglementation, force est de constater que $\frac{3}{4}$ des véhicules circulants ne seraient pas catalysés (Dab W et Roussel I 2001). En 1999, l'âge moyen d'un véhicule immatriculé en Ile de France était de 12 ans et moins de 30 % des véhicules étaient équipés du pot catalytique [dans (Pomonti V 2003)]. Il faut 15 ans au minimum pour qu'un parc automobile soit pratiquement entièrement renouvelé et qu'une amélioration technologique soit présente sur la totalité des véhicules. Les statistiques du Comité des constructeurs français d'automobiles donnent, au 1^{er} janvier 2003, un âge moyen estimé des voitures particulières en France de 7,7 ans. Ce chiffre ne concerne que le parc détenu ou mis à disposition des ménages (28,5 millions de véhicules en 2002 contre un parc automobile circulant en France de 35,1 millions de véhicules) et il est en constante augmentation [CCFA, 2003]. Selon les travaux de l'INRETS, 50 % des déplacements urbains se font pour des distances inférieures à 3 km, 25 % dans des distances inférieures à 1 Km et 12 % dans des distances inférieures à 500 m. Or, techniquement, l'efficacité du pot catalytique est réduite à froid. Néanmoins, des progrès ont été réalisés par les constructeurs. D'après A Morcheoine (audition 17/11/2003), on peut maintenant considérer que « le pot catalytique fonctionne au bout du kilomètre ». L'énergie nécessaire pour assurer le fonctionnement correct du catalyseur s'est toutefois traduite par une diminution du rendement global et donc un accroissement de la consommation en carburant et des émissions de CO₂. L'injection directe permet quant à elle un gain de 15 à 20 % des consommations de carburant, ce qui signifie autant en termes de réduction des émissions de CO₂. Toutefois, sur les moteurs essence, l'injection directe conduit à accroître l'émission de particules.

La diésélisation et le GPL/GNV permettent de réduire les émissions de CO₂ (la France s'est engagée dans le cadre du Protocole de Kyoto à réduire ses émissions de CO₂ de 30 % en 2010). En termes de particules, compte tenu des données concernant l'impact sur la santé des émissions des moteurs diesel, la politique fiscale encourageant la diésélisation du parc français pourrait être remise en question (Giroult E 2002). Toutefois, selon le CGPC, la

généralisation du filtre à particules et les nécessités de réduction des émissions de CO₂ « permettront de justifier cette diésélisation ». Encore faudrait-il que soit rapidement généralisé le FAP sans quoi « il serait ...judicieux, lorsque cela sera politiquement faisable, de rapprocher la fiscalité du gazole de celle de l'essence » (Giroult E 2002). Or, le « retro-fit » (l'équipement rétroactif, en « seconde monte ») –donc la généralisation rapide du FAP– n'est pas possible sur les véhicules légers.

Les solutions catalytiques développées pour les moteurs diesel étant spécifiquement efficaces sur certains polluants gazeux, il est devenu nécessaire d'élaborer des dispositifs spécifiques au traitement des particules générées par la combustion du gazole. Le filtre à particules à régénération active (moteurs diesels) semble être pour certains « la solution pour le respect des normes 2005 pour les NOx et la quasi-suppression des particules diesel. » Le rapport à paraître de l'ADEME sur « Les particules de combustion automobile et leurs dispositifs d'élimination » (Barbusse S 2003), dont les conclusions principales ont été reprises par Alain Morcheoine au cours de son audition, confirme que :

- Pour les véhicules particuliers (première monte) : « L'efficacité des FAP testés est supérieure à 90 % en ce qui concerne la suppression des particules sur tout le spectre » ; « La tenue des systèmes est garantie, même dans le cas de l'utilisation la plus sévère ». D'après l'ADEME, le retro-fit sur les véhicules légers n'est pas réaliste pour trois raisons principales : il n'est pas très performant en termes de qualité et nécessite une maintenance trop lourde, les conditions d'utilisation d'un véhicule léger peuvent varier énormément en termes de régime/charge/température, sa mise en œuvre n'est pas possible sur la majorité des moteurs diesel en service (injection non pilotée électroniquement).
- Pour les bus et les poids lourds (où le retro-fit est en revanche possible) : « l'efficacité des FAP testés est supérieure à 90 % en ce qui concerne la suppression des particules sur tout le spectre ». « La tenue des systèmes est garantie dans la majorité des cas » (une phase probatoire de 6 mois est recommandée). « La maintenance des systèmes, notamment le nettoyage du FAP, est à effectuer au moins une fois par an » (pour les bus) et « ...au moins deux fois par an » pour les poids lourds.
- Pour les bennes à ordures ménagères (retro-fit) : l'efficacité est la même mais « la tenue des systèmes n'est pas garantie avec les filtres actuels ».
- Pour les engins non routiers (retro-fit) : ceux-ci participent aux émissions de PM₁ et de PM_{2,5} dans les mêmes proportions que les poids lourds (> 3,5 tonnes), la contribution des engins agricoles devant celle des engins fluviaux et maritimes puis ferroviaires. « Il convient donc, pour les engins agricoles, maritimes et fluviaux, de maîtriser le taux de soufre dans le carburant pour évaluer correctement les

technologies de FAP et pouvoir, par la suite, généraliser leur adoption en garantissant leur tenue ».

Le bilan du programme d'évaluation de l'ADEME montre l'importance de la prise en compte de cycles d'utilisation réels pour valider la tenue dans le temps des FAP (exemple : bennes à ordures ménagères) ainsi que l'importance de la maintenance sur ces filtres (le filtre développé par PSA, le seul existant en première monte, doit être nettoyé et le réservoir d'additif rempli tous les 80 000 Km pour l'instant et tous les 120-140 000 Km dans le futur proche). Il est aussi important de tenir compte du coût lié au montage du FAP (en retro-fit : surcoût de 5 000-7 000 Euros sur les véhicules lourds, soit 3 % du prix d'achat du véhicule neuf et un impact sur la consommation de l'ordre de 2 à 5 % ; en première monte : surcoût de 300 à 600 euros et surconsommation du même ordre que pour les véhicules lourds, ce qui implique une hausse des émissions de CO₂...) et à son entretien si le système doit être généralisé aux véhicules légers bas de gamme d'une part et aux engins non routiers d'autre part. Pour l'équipement des bus, un système d'aide financière est déjà en place. L'étude de l'ADEME ne couvre pas l'étude de la toxicité des particules émises par les véhicules équipés de FAP : ce point mériterait d'être développé plus avant.

L' Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP), en Suisse, a publié une analyse des coûts et des bénéfices à équiper les machines de chantier en filtres à particules (OFEFP 2003). « L'installation de FAP sur des engins et machines de chantier permet de réduire de plus de 90 % les émissions de particules cancérigènes ultrafines. Ces filtres sont le fruit d'une technologie éprouvée, et sont déjà obligatoires en Suisse et dans d'autres pays pour les machines de chantier utilisées en souterrain. » L'évaluation de l'ADEME en France n'a pas porté sur les engins de chantier. Les résultats de l'étude suisse sont concluants : « La mise en place de systèmes de filtres à particules sur des machines de chantier pourrait éviter l'émission de 8 600 tonnes de particules fines de suie entre 2002 et 2020. Les effets décrits sur la santé diminueraient. Les bénéfices pour la santé publique en Suisse seraient considérables. Ainsi, serait-il possible, d'ici en 2020, d'éviter, par exemple, 1 240 décès prématurés, dont environ 170 dus au cancer des poumons. Il serait également possible d'éviter environ 1 600 cas de bronchite chronique frappant des adultes et 17 000 cas de bronchite aiguë chez les enfants...Les analyses aboutissent à la conclusion suivante : à l'horizon 2020, l'installation de FAP sur des machines de chantier devrait générer, d'une part, des coûts totaux de 1 360 millions de francs à la charge de l'industrie de la construction et, d'autre part, des économies de l'ordre de 4 000 millions de francs sur les coûts de la santé. » La généralisation des FAP sur les engins de chantier (> 18 kW), conformément à l'application de la directive « Protection de l'air sur les chantiers » de

l'OFEFP (1.09.2002), est une mesure préconisée dès 2003 dans le plan de mesures 2003-2010 de Genève (Service cantonal de protection de l'air 2003).

Parmi les toutes récentes nouveautés technologiques, un constructeur automobile semble avoir développé un système qui permet de traiter à la fois le problème d'émission de particules mais aussi de NOx, avec un résultat inférieur de 50 % à la norme Euro IV pour ces derniers. Il conviendrait de vérifier cette information et de la compléter.

Si les seuils réglementaires continuent à baisser (au même rythme que ces dernières années), les constructeurs de véhicules automobiles estiment que le recours aux technologies conventionnelles ne sera peut-être pas suffisant : il faudrait alors se tourner vers des solutions alternatives au moteur à explosion (moteur à hydrogène etc.). Pour certains, les filières telle que la pile à combustible semblent avoir à la fois un impact bénéfique sur les émissions locales mais aussi pour la lutte sur les changements climatiques. Néanmoins, C. Philibert (AIE-OCDE), lors de son audition du 17/11/2003 avoue son « scepticisme quant à l'effet réel des énergies alternatives comme la pile à combustible et le moteur à hydrogène en termes d'impact sur le problème de l'effet de serre ». Pour lui, la meilleure solution technique concernant les véhicules sont les véhicules hybrides. Ces derniers pourraient d'ailleurs aussi être exploités en mode hybride-hybride. Le CGPC insiste également sur ce point dans son rapport de 2002 : « La mise au point, puis la commercialisation espérée de véhicules hybrides, utilisant en ville l'électricité, et sur route l'essence » est l'une des mesures identifiée par la commission Martin pour réduire les émissions de CO₂. « Une décision politique de certaines grandes villes comme Paris et Lyon, limitant le libre accès à leur territoire aux véhicules peu polluants (hybrides, électriques, au GNV ou au GPL) à l'horizon 2010, serait d'un grand poids. »

Selon le CGPC (Giroult E 2002), « d'ici 2010, on peut escompter une pénétration progressive des véhicules hybrides. Un modèle de fabrication japonaise est déjà vendu en France, et il serait bon d'encourager PSA et Renault à produire de tels véhicules, qui pourraient d'autant mieux pénétrer notre marché, si ces véhicules se voyaient attribuer certains avantages fiscaux [ils seront plus chers d'environ 30 % par rapport aux automobiles classiques]. Par contre, il semble irréaliste d'imaginer voir circuler en nombre appréciable sur nos routes, des véhicules mus par piles à combustible avant 2020 ». Ce point est discutable et mériterait d'être développé plus avant.

1.3- Mesures relatives au contrôle technique

Tel qu'il existe à l'heure actuelle, le contrôle technique est mal adapté au contrôle des NOx (via la mesure lambda/CO) car il mesure la pollution à l'arrêt du véhicule essence catalysé, configuration dans laquelle les émissions de NOx sont faibles. Le test est peu efficace en termes de lutte contre la pollution : il ne repérerait que 15 % des gros émetteurs (Brignon JM 2002). Dans le PNLCC, le renforcement du contrôle technique par l'obligation de réparation lors d'un contrôle défectueux des émissions polluantes est prévu ; réparer ou changer le pot catalytique d'un véhicule essence équipé semble en effet le meilleur moyen de réduire efficacement les émissions unitaires de NOx. La mise en place du test IM240, en particulier pour les véhicules essences catalysées de 10 ans et plus, est développée et recommandée dans le travail de Brignon [2002]. Il y a lieu de noter que le test au CO permet de s'assurer que le catalyseur "n'est pas empoisonné" ; toutefois, si tel est le cas, il est patent que son efficacité à réduire les émissions de NOx serait largement réduite.

Au Royaume-Uni, une fréquence annuelle de contrôle technique est en place. En France, le contrôle n'est annuel que pour les véhicules utilitaires légers depuis le 1^{er} janvier 1999. Selon Brignon et al. (Brignon JM 2002), généraliser la fréquence annuelle des contrôles pour tous les véhicules est « une mesure coûteuse, pour une efficacité sans doute réduite ». En outre, les normes de contrôle des émissions des véhicules prévoient un test de maintien des performances après 80 000 Km.

Des tests effectués par l'ADEME (ADEME 2001a) ont montré qu'une moto de 1 100 cm³ de cylindrée émet cent fois plus de NOx, trente fois plus de COV, 5,7 fois plus de CO, mais 30 % de moins de CO₂ qu'une voiture de 7 CV fiscaux (1600 cm³ de cylindrée). Ceci résulte du fait qu'une forte proportion de deux roues est dépourvue de tout système d'épuration des gaz d'échappement. Les cyclomoteurs en particulier sont des gros émetteurs de COV. Notons que 7 pays sur 15 de l'UE ont déjà mis en place un contrôle technique pour les motos. Il pourrait être mis en place en France et élargi aux cyclomoteurs. Il vient d'ailleurs d'être annoncé l'obligation à compter du 1/7/2004 d'immatriculer les 2 roues (> 50 cm³). Par ailleurs, tous les deux temps neufs sont équipés, depuis le 17 septembre 2003, d'un pot catalytique et l'ensemble des scooters commercialisés, à partir de juin 2004, devra répondre à la norme Euro2. Le document du CGPC (Giroult E 2002) propose aussi de disposer d'une directive analogue aux exigences EURO IV etc. concernant les émissions des deux roues.

Au sujet de la contribution des cyclomoteurs (< 50 cm³) à la pollution de l'air et des effets sur la santé qui leur sont attribuables, des accidents qu'ils impliquent avec leur coût social et enfin de l'exposition au bruit qu'ils génèrent, une étude de l'OMS est en cours de finalisation à Rome (Martuzzi M 2002). Les plus importantes conclusions de cette étude sont les suivantes : 430 000 cyclomoteurs couvrent en moyenne 6 000 km/an pour un total de 2 580 millions de kilomètres et sont responsables de 20 % et 21 % des concentrations mesurées sur les sites de surveillance en CO et PM₁₀ respectivement. Ces 430 000 cyclomoteurs représentent 17 % des véhicules circulant à Rome dans l'année. 4 000 accidents/an impliquant des cyclomoteurs à Rome, ce qui signifie 6 000 personnes blessées (idem pour Milan). 17 % des accidents causés par des cyclomoteurs en zone urbaine sont sévères et impliquent une hospitalisation. Les accidents fatals en zone urbaine sont d'une fréquence 4 fois moindre que ceux liés aux motos (> 50 cm³). Le coût des dépenses de santé et perte de temps de travail dû aux accidents urbains est estimé à environ 36 millions d'Euros à Rome pour l'année 2000. Les émissions particulières des cyclomoteurs sont responsables d'environ 350 morts prématurées par an, soit 1,4 % de la mortalité des plus de 30 ans à Rome ; environ 450 personnes sont admises en hôpital par maladie respiratoire (2,2 % du total) et 660 pour problèmes cardio-circulatoires (1 % du total). A titre de comparaison, 70 000 deux roues motorisés assurent 10 % des déplacements à Paris aujourd'hui. Les cyclomoteurs et les motos contribuent à hauteur de 20 % aux émissions de COV et à hauteur de 22 % aux émissions de CO générées par le trafic (20 % à Rome). Selon Airparif, à l'horizon 2015, sans mesures correctives, les deux roues motorisées deviendront des sources encore plus importantes de CO (25 %) et des COV (41 %). Concernant les accidents, selon la Mairie de Paris, les deux roues motorisés étaient impliqués dans 53 % du total des accidents en 2001 : 49 tués, 351 blessés graves sur 783 (les chiffres sont pires sur le périphérique seul : 55 % des accidents pour 4 % de la circulation).

Les efforts de détection des véhicules polluants en condition réelle de circulation devraient être accrus en dehors des périodes de pointes de pollution (détection visuelle, utilisation du diagnostic antipollution embarqué etc.). Ils pourraient contribuer non seulement à repérer les plus gros pollueurs et obliger à réparer ou mettre à la casse, mais aussi à mieux connaître l'état réel du parc : il faudrait donc développer le contrôle des véhicules, y compris 2 roues, en condition réelle de circulation.

2- Recommandations

D'après (Brignon JM 2002) :

- Développer des tests adaptés à la lutte contre la pollution pour le contrôle technique des véhicules et augmenter la fréquence des contrôles techniques pour les véhicules de plus de 10 ans (en subventionnant une partie des contrôles supplémentaires);
- Etendre le contrôle technique aux deux-roues (mesure proposée dans le rapport Marchand) ; pour les cyclomoteurs, rendre obligatoire leur immatriculation.

Synthèse des discussions et recommandations des membres du GT :

- **Mettre en œuvre la directive COV sur l'obligation du captage des vapeurs d'essence, et l'appliquer progressivement aux plus petites stations services**
- **Renforcer/rendre plus efficaces les contrôles techniques (développer des tests adaptés, systématiser les contrôles techniques inopinés et sanctions en cas de non respect...)**
- **Etendre le contrôle technique aux deux-roues (y compris cyclomoteurs)**
- **Accélérer l'équipement du parc bus et poids lourd diesel en filtres à particules (retro-fit) et promouvoir le FAP en première monte jusqu'aux véhicules légers (particuliers et utilitaires) moyens et bas de gamme (via une incitation financière à l'image de celle existant sur les véhicules lourds et/ou des commandes publiques massives)**
- **Inciter les constructeurs à développer les véhicules hybrides et faciliter ensuite leur commercialisation via un taux réduit de TVA**
- **Poursuivre et encourager la recherche technologique sur les sources d'énergie non polluantes (moteur à hydrogène etc.)**
- **Maîtriser le taux de soufre dans le carburant des engins agricoles, maritimes et fluviaux, puis évaluer les technologies de FAP visant à leur généralisation en garantissant leur tenue. Etendre l'évaluation et la généralisation du FAP aux engins ferroviaires et aux engins de chantier**

La diminution des émissions des polluants des futurs véhicules et l'amélioration de la qualité de l'air correspondante ne dépendent pas uniquement de la technologie des véhicules, mais également de leur maintenance, alliée à une maîtrise de la circulation automobile et une hausse de l'offre des transports en commun. La lenteur de renouvellement du parc fait que la pollution atmosphérique est davantage liée à l'urbanisme et à la politique de la ville qu'à la

technologie des véhicules. Les progrès techniques des véhicules ne résolvent ni les problèmes de congestion, d'encombrement de l'espace urbain, de coupure de l'espace, des nuisances (bruit, odeur) ni les dangers liés à la mobilité (accidents de la route). En conclusion, il faut rappeler que le Conseil économique et social estime également que les avancées technologiques ne suffiront pas à pallier les effets de l'augmentation du nombre de véhicules et de la consommation de carburant d'origine fossile.

VII- Mesures relatives aux autres sources potentielles d'exposition en milieu urbain

1- Réglementation nationale : mesures majeures existantes ou prévues concernant les sources industrielles, le résidentiel et le tertiaire

Pour les sources industrielles, les mesures sont intégrées notamment dans la directive européenne 2001/80/CE du 23 octobre 2001 relative aux grandes installations de combustion (GIC) (pour les autres textes, voir l'annexe « Etat des lieux »]. Parmi les mesures nouvelles du Programme national de réduction des émissions de polluants atmosphériques qui devraient venir compléter ou renforcer les mesures déjà décidées, on note :

1- pour la réduction des émissions de NOx de l'industrie :

- la directive relative aux GIC ne visant pas les installations d'une puissance inférieure à 50 MWh, des mesures complémentaires de réduction sont envisagées pour les installations existantes d'une puissance comprise entre 20 et 50 MWh ; elles sont basées sur la mise en œuvre des mesures primaires de réduction des émissions (similaires aux installations nouvelles) ;
- pour les installations les plus récentes de production centralisée d'électricité, anticipation dès 2010 de la valeur limite en NOx dont l'application est prévue en 2016 ;
- autres : réduction des émissions du raffinage et des procédés industriels (verrerie, sidérurgie et cimenterie).

2- pour la réduction des émissions de COV de l'industrie et des installations utilisatrices de solvants :

- réduction des émissions diffuses des industries pétrolière et chimique ;
- réduction des émissions des installations utilisatrices de solvants : mise en place de schémas de maîtrise des émissions en particulier via l'utilisation de produits à basse teneur en solvant, cette utilisation devant être étendue aux peintures et vernis décoratifs ;
- aides à la mise en place de mesures de réduction des émissions en particulier pour les PME/PMI (aides ADEME)

Le « Plan Air » précise que « l'arrêté ministériel du 30 juillet 2003 relatif aux chaudières existantes permettra de réduire les émissions de ces installations de l'ordre de 50 000 tonnes pour le SO₂ et de 15 000 tonnes pour les NOx. L'arrêté ministériel du 12 mars

2003 relatif aux verreries permettra de réduire les émissions de l'ordre de 5 000 tonnes pour les NOx. »

Concernant le secteur résidentiel et tertiaire, le Programme national avance les éléments suivants concernant la réduction des NOx :

- utilisation de chaudières bas-NOx (fioul et gaz) : après une phase de développement du marché (via un dispositif d'incitation fiscale pour le neuf ou lors du remplacement des chaudières domestiques et tertiaires), il est envisagé de rendre le recours à de tels équipements obligatoires (l'incitation fiscale visant alors à accélérer le renouvellement du parc existant) ;
- réduction des consommations d'énergie dans les bâtiments existants.

Pour les COV :

- utilisation de produits à basse teneur en solvant (via le projet de directive relative aux peintures et vernis) ;
- combustion de bois : des mesures seront prises afin que le bois soit utilisé dans des installations où la combustion est réalisée dans de bonnes conditions.

2- Industrie et production d'énergie

2.1- Rappel des dispositions fiscales actuelles relatives aux sources fixes dans le rapport Marchand

a- Taxe générale sur les activités polluantes (TGAP)

La TGAP a été instituée en 1999 en remplacement de taxes qui existaient déjà : taxe parafiscale sur la PA, taxe parafiscale sur les huiles de base, taxe sur le traitement et stockage des déchets, taxes sur les nuisances sonores.

La TGAP est due par les exploitants des installations classées dont la taille dépasse un seuil fixé par décret. Elle repose sur la masse des polluants émis. Les polluants taxés sont : SO₂ et composés soufrés, NO_x et composés oxygénés de l'azote, COVNM (note : les particules ne sont pas visées).

b- Autres dispositions fiscales

- Exonération de la taxe professionnelle (pour moitié pendant 10 ans) sur la valeur locative des installations de désulfuration du gazole et fiouls lourds, installations de conversion du fioul lourd en gazole, fioul domestique ou carburant auto.

- Amortissement de 50 % du coût de revient des constructions spécialement conçues pour lutter contre la PA.
- Ces mêmes installations bénéficient d'une exonération de 50 % à 100 % de leur taxe foncière et taxe professionnelle.
- Amortissement exceptionnel pour les matériels destinés à économiser l'énergie.
- Incitations fiscales pour les particuliers à utiliser des sources d'énergie renouvelables : (1) réduction de la TVA pour les équipements de production d'énergie renouvelable ; (2) crédit d'impôt de 15 % du montant des dépenses pour acquérir les équipements de production d'énergie renouvelable (pour les logements neufs ou en état futur d'achèvement).

2.2- Bilan des dispositions fiscales et technologiques

La TGAP ne concerne que les émissions de NO_x, SO₂, COV, N₂O et HCl. Elle pourrait être étendue à d'autres substances et en priorité aux particules. D'après les travaux de l'INERIS (Brignon JM 2002), il faudrait augmenter le montant de la TGAP afin de la rendre fortement incitative (par exemple : 3 KEuro/t pour les NO_x permettraient d'atteindre des réduction d'émission en 2010 par rapport au scénario OPTINEC de 70 Kt).

Pour les NO_x et les COV, la hausse de la contribution NO_x GIC (en particulier pour les installations brûlant du charbon) à 3 KEuros/t de NO_x permettraient de réduire les émissions en 2010, par rapport au scénario OPTINEC, de 40 à 50 Kt. La taxe sur les COV peut constituer l'un des moyens de mise en œuvre de la directive solvants notamment en incitant financièrement les petits utilisateurs commerciaux (nettoyages à sec par exemple) à diminuer leurs émissions (le contrôle de l'application de la directive est délicat pour des établissements de petite taille, souvent situés en zone à forte densité de population).

Selon certains, un déficit de connaissance est constaté quant à l'emploi dans l'industrie des techniques de réduction des émissions de particules et leurs perspectives. Pour ces dernières, il semble primordial d'anticiper le respect des plafonds d'émission de particules (internationaux et/ou nationaux) prévus dans le cadre de la révision de la directive NEC en 2005 (programme CAFE).

Les mesures techniques disponibles sont pour la plupart reprises dans le Programme National de réduction des émissions des polluants atmosphériques. Celui-ci se base sur le document du CITEPA (Oudart B 2002) élaboré dans le cadre d'OPTINEC en parallèle du document de l'INERIS (Brignon JM 2002). Le CITEPA liste ainsi les actions supplémentaires visant à réduire les émissions de NO_x et SO₂ pour les GIC et d'autres émetteurs majeurs (raffinerie, verrerie, cimenterie). Les particules ne sont pas visées.

Mme Bonard (ADEME, contribution écrite en annexe 9) rappelle que le secteur du chauffage urbain est à l'origine de 1,4 % des émissions de CO₂ en France pour l'année 2000, de moins de 1 % des émissions de NOx et de PM_{2,5}. Il contribue plus significativement aux émissions de mercure (2,4 % des émissions totales en 2000) et surtout de nickel (9,2 %). « Les installations de chauffage urbain sont soumises à diverses réglementations dépendant du type et de la puissance de l'installation, du combustible utilisé et de la localisation géographique. » Le chauffage urbain issu de combustions fossiles ou renouvelables est ainsi soumis à la réglementation européenne et nationale liée aux installations de combustion (annexe 9). « Au cours de la période 1985-2000, on a observé dans les réseaux de chaleur urbains une forte baisse de l'utilisation du fioul lourd, une stabilité du charbon, une forte hausse de la chaleur issue de l'incinération des déchets ménagers et une légère hausse du gaz, de la chaleur issue de la cogénération, de la géothermie du bois. »

Le chauffage urbain contribue aux économies d'énergie, car il se satisfait de combustibles de rebut tels qu'ordures ménagères. Pour les logements et le tertiaire, il semble important d'encourager les collectivités locales à recourir au chauffage urbain des bâtiments de logements ainsi que des bâtiments tertiaires (Giroult E 2002). Lorsqu'il n'existe pas, le CGPC recommande que soit imposé que les nouveaux incinérateurs soient équipés pour la cogénération d'électricité et de chaleur. Mme Bonard (annexe 9) confirme qu'à « production de chaleur égale, les réseaux de chaleur urbains contribuent pour une part moins importante que le chauffage individuel aux émissions de polluants atmosphériques. Par conséquent, les réseaux de chaleur urbains doivent être encouragés lorsque les conditions locales sont favorables. »

Mme Bonard ajoute que « pour les réseaux de chaleur urbains, dans un objectif d'utilisation rationnelle de l'énergie et de réduction des émissions de polluants atmosphériques, il est nécessaire d'encourager l'utilisation d'énergies renouvelables (comme la géothermie), la valorisation de la chaleur issue de la combustion de déchets, l'utilisation d'un combustible renouvelable (bois...), la cogénération. » Cependant, pour les chaudières bois, il convient d'être prudent car, selon la qualité de bois utilisé, « les quantités de NOx peuvent être importantes. Par ailleurs, les taux d'émission de poussières sont élevés ». Il en est de même pour les émissions de COV. Toutefois, on l'a vu, les réseaux de chauffage urbains sont bien réglementés et les solutions techniques existent pour limiter les émissions de NOx et poussières. Il n'existe pas de cadre aussi formalisé pour l'utilisation du bois combustible dans l'habitat individuel qu'il ne paraît donc pas opportun d'encourager (voir chapitre 3 suivant et contribution écrite de M Pouet, ADEME, en annexe 10).

De façon générale, il faut néanmoins promouvoir au niveau national les initiatives locales de développement des énergies renouvelables, encore négligées (par exemple le solaire), sauf

le bois pour les raisons vues plus haut, auprès des différents acteurs (chauffagistes, architectes et consommateurs) et rappeler que le secteur résidentiel est la première source d'émission de carbone en France.

2.3- Recommandations

Recommandation relative aux énergies de substitution du rapport (Marchand JM 2001) :

– informer sur et appliquer plus efficacement les mesures existantes telles que celles prévues pour développer le recours à l'énergie solaire.

Synthèse des discussions et recommandations des membres du GT :

- **Encourager les collectivités locales à recourir au chauffage urbain pour le résidentiel et le tertiaire, notamment dans les départements les plus froids**
- **Encourager au niveau national les initiatives locales de développement des énergies renouvelables (souvent négligées), sauf le bois, auprès des différents acteurs (chauffagistes, architectes et consommateurs) et rappeler que le secteur résidentiel est la première source d'émission de carbone en France**
- **Anticiper le respect des plafonds d'émission de particules (internationaux et/ou nationaux) prévus dans le cadre de la révision de la directive NEC en 2005 (programme CAFE)**
- **Fiscalité : prévoir l'augmentation de la TGAP et l'étendre aux émissions des particules ; instaurer une taxe sur les COV (c'est un moyen de mise en œuvre de la directive solvant pour des établissements de petite taille difficiles à contrôler ; cela incitera les petits utilisateurs commerciaux (nettoyage à sec...) à diminuer leurs émissions**

3- Habitat et tertiaire

Les mesures à prendre dans ce secteur doivent être cohérentes avec le Programme national de lutte contre le changement climatique, la Stratégie nationale de développement durable, le projet de loi d'orientation sur l'énergie ainsi que les exigences fixées par le Parlement européen et le Conseil de l'Union européenne qui intègrent notamment (audition de M Carré, ADEME, du 1/12/03 – contribution écrite en annexe 11) :

- des nouvelles mesures fiscales afin d'inciter les particuliers à acquérir les équipements les plus performants sur le plan énergétique et environnemental : matériels utilisant des énergies renouvelables, matériaux d'isolation, systèmes de régulation...,
- l'analyse des leviers réglementaires et incitatifs qui pourraient être mobilisés pour l'amélioration des bâtiments existants et permettraient de s'approcher au mieux de la construction neuve en tenant compte des particularités techniques et architecturales de chaque bâtiment,
- le renforcement de la réglementation thermique des bâtiments neufs,
- l'obligation d'améliorer la performance énergétique des bâtiments existants, de taille supérieure à 1 000 m², lors de rénovations importantes,
- l'obligation de mettre en place un certificat de performance énergétique avec affichage des consommations en kWh et éventuellement des émissions en CO₂, accompagné de recommandations d'amélioration pour les bâtiments mis à la vente ou à la location,
- l'obligation de procéder à l'inspection périodique des équipements de chauffage de puissance supérieure à 20 KW et de climatisation de puissance supérieure à 12 KW afin de générer des améliorations,
- la création d'un réseau d'experts agréés et indépendants.

Le CSTB a, dans le cadre du groupe de travail, proposé des mesures réglementaires qui pourraient être prises en termes de réduction de la pollution dans les environnements intérieurs. Elles sont reprises dans les chapitres suivants. On pourra se référer également à la publication des éditions WEKA (WEKA 2002) en collaboration avec Europe et Environnement, le Plan urbanisme construction architecture (PUCA) et l'Association HQE.

3.1- Mesures de réduction à la source

La première action concerne les mesures de réduction des émissions à la source, tant au niveau des produits de construction et d'usage courants (en particulier la Haute qualité environnementale HQE) qu'au niveau des appareils de chauffage (en particulier : le bois) et de production d'eau chaude.

3.1.1- Chauffage et maîtrise de l'énergie dans le secteur du bâtiment

La consommation d'énergie finale dans le résidentiel et tertiaire connaît une progression constante depuis 1993 avec une augmentation de 25 % en trente ans (contribution de M Carré en annexe 11), du fait de l'accroissement de la démographie et donc du parc de bâtiments, de l'augmentation du confort et de l'apparition de nouveaux besoins. « Pour le secteur du bâtiment, les émissions de CO₂ sont estimées à 25 % du bilan global, à peu près à la même hauteur que les transports, avec 29 %. Cela représente 1,5 Kg de carbone émis chaque jour dans l'atmosphère par chaque Français, ce qui est plus que le Kg de déchets ménagers qu'il produit. » La contribution du secteur du bâtiment aux NOx est faible (6 %). M Carré décrit en détail les secteurs résidentiel et tertiaire, en termes de répartition énergétique, dans sa contribution. Il fournit un bilan de l'état des mesures prises à ce jour pour maîtriser l'énergie et pour réduire les émissions des gaz à effet de serre (les principales mesures prévues pour atteindre les objectifs nationaux et internationaux sont rappelés en introduction du chapitre 3).

Malheureusement, les techniques utilisables pour réduire les émissions des GIC ne sont pas transférables aux chaudières d'immeubles. Pour agir sur le chauffage domestique, il faudrait généraliser les réseaux de chauffage urbain alimentés par des GIC, relevant de la directive européenne, et pour lesquels des procédés techniques de réduction des émissions sont disponibles.

Le CO₂ constitue donc le problème majeur des émissions dans l'air ambiant du secteur du bâtiment. « A la différence des combustibles fossiles, le CO₂ produit par la combustion de bois est sans conséquence sur l'accroissement des gaz à effet de serre » (contribution de M Pouet, en annexe 10). « En plus de la valorisation thermique, on en retire des bénéfices nets grâce à l'exploitation forestière raisonnée ». Cela est sans doute exact pour la forêt européenne. Il n'en est pas de même dans les pays en voie de développement où la combustion de cette biomasse est clairement un facteur de déforestation et de désertification, sans parler des problèmes d'air intérieur (audition de M Philibert, 17/11/2003). Selon M Philibert, pour les pays en voie de développement, l'action sur les

polluants locaux est beaucoup plus efficace en termes de santé que celle sur les gaz à effet de serre. De fait, M Pouet ajoute que « plusieurs études mettent en évidence l'impact de la combustion de bois dans certains environnements (concentration dans les bourgs et villes encaissées par exemple)...Une combustion propre et performante est donc un impératif pour l'environnement... mais aussi un atout pour l'utilisateur» (annexe 10). D'où le Plan national bois-énergie 2000-2006 (ADEME) qui vise à maintenir la consommation domestique de bois au niveau actuel (non encouragement du bois énergie dans l'habitat individuel) mais aussi le label flamme verte pour les particuliers et la marque NF bois de chauffage.

Concernant les appareils de chauffage et de production d'eau chaude, le CSTB recommande (1) l'entretien des appareils de chauffage et de production d'eau chaude (renforcement de la réglementation existante ?), (2) l'amélioration du rendement des appareils de chauffage, (3) l'incitation à la mise en place, dans le parc résidentiel et tertiaire, de brûleurs bas-NOx dans les chaudières au gaz et (4) l'incitation au renouvellement du parc (ex. prime pour l'achat d'une chaudière neuve nécessairement bas-NOx), certification sur les émissions des appareils, aides ADEME.

3.1.2- Produits de construction et d'usage courants

« Avant tout, éliminer ou réduire les diverses sources de polluants ». Pour cela, il faut « limiter au strict nécessaire l'usage des produits ou matériaux susceptibles d'émettre des polluants ; choisir autant que possible ceux qui en émettent le moins, dans la mesure où l'information existe pour faire ce choix. » (WEKA 2002)

Pour cela, les mesures proposées par le CSTB sont les suivantes :

- Caractérisation des émissions des composés organiques volatils et aldéhydes par les produits de construction et de décoration (peintures, revêtement de sols et de mur, vernis, colles, bois, matériaux d'isolation, de cloisonnage, de maçonnerie, etc.),
- Caractérisation des émissions des composés organiques volatils, d'aldéhydes et de biocides par les produits d'usage courant (ameublement, produits d'entretien, insecticides, pesticides, etc.),
- Mise en place de systèmes d'évaluation des émissions chimiques des produits de construction, de décoration et d'usage courant sur des critères sanitaires (ex : procédure CESAT (Comité environnement santé de l'avis technique), certification complémentaire à la marque NF, labels, etc.),
- Engagement de la filière de la construction pour minimiser l'impact des produits sur la qualité de l'air des bâtiments,

- Développer la qualité environnementale des produits.

Le CSTB, dans le cadre d'une contribution au PNSE, propose une méthode d'évaluation de l'impact sanitaire des produits de construction, qui a été adoptée par le CESAT (qui fonctionne sur la base du volontariat) en 2003. Les substances chimiques considérées sont les COV et le formaldéhyde.

La démarche Haute qualité environnementale (HQE) des bâtiments a fait l'objet de l'audition de Mme Buchmann (Alsace Qualité Environnement), présidente de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (le 1/12/2003, en annexe 12). Parmi les cibles identifiées de la HQE figure la santé (conditions sanitaires des espaces, qualité de l'air, qualité de l'eau). « Mais l'approche globale et systémique reste encore à développer et les connaissances ne sont pas suffisamment répandues ». Il y a donc là encore des efforts à faire en termes d'éducation et d'information. En 1996, l'association HQE a été créée. Une marque HQE a également été déposée. L'association HQE a permis, avec l'ADEME et le CSTB, l'élaboration d'un référentiel, la réflexion sur une démarche de certification (en cours), la mise en place d'une certification (Qualitel). Le développement de la HQE en France nécessite d'être accompagné. Tout d'abord, la qualité environnementale ne peut se réduire au bâtiment ni aux constructions existantes. Elle doit s'étendre à l'urbanisme et aux bâtiments existants. « Il manque une capitalisation des expériences... On peut avoir des doutes sur les performances réelles de nombreux bâtiments ». Mme Buchmann donne dans sa contribution les éléments permettant l'accompagnement de la démarche HQE en France (annexe X). « En conclusion, le terme HQE est un excellent levier de sensibilisation pour la prise en compte de l'environnement dans la construction et l'urbanisme, peut représenter un outil efficace pour améliorer le confort, développer la prévention sanitaire, revaloriser les métiers du bâtiment, favoriser l'innovation technique et sociale, et permettre la réappropriation par les habitants de ce pays de leur environnement. »

3.2- Ventilation et certification des bâtiments

Le deuxième domaine d'action préconisée par le CSTB concerne la ventilation et le dernier la certification des bâtiments.

Le renouvellement d'air a une triple finalité : évacuer l'air contaminé et ses divers polluants, apporter de l'air neuf peu chargé en CO₂, lutter contre la condensation et l'humidité. Il peut être actif (aération) ou passif (ventilation).

La ventilation est un poste important des besoins de chauffage des bâtiments (30 %). Mme Lemaire, ADEME, rappelle dans sa contribution (annexe 13) la réglementation française.

« La ventilation, bien que représentant un enjeu important, du point de vue sanitaire et énergétique, représente un coût assez faible de la construction (de l'ordre de 1 %), ce qui explique peut être le faible intérêt... et les désordres constatés. » « La réglementation sanitaire est actuellement insuffisante dans la mesure ... où, si elle fixe des débits de ventilation, elle n'exige pas que soit mis en place un système (dans les écoles, les immeubles de bureaux). Elle ne prévoit pas de contrôle. » Cela est d'autant plus important que le parc se renouvelle très lentement (1 % par an) et que les exigences actuelles (qui sont basées sur l'enjeu énergétique et non l'enjeu sanitaire) ne portent que sur les constructions neuves, ce qui devrait évoluer avec la nouvelle directive européenne sur l'efficacité énergétique des bâtiments. Enfin, il convient d'être vigilant sur l'éventuel développement de la climatisation (annexe 13).

Dans un objectif d'économie d'énergie dans l'habitat et de bonne qualité de l'air intérieur, il faudrait (contribution de Mme Lemaire, annexe 13) :

- développer et valoriser les systèmes performants par rapport à la qualité de l'air intérieur et à la maîtrise de l'énergie ;
- développer les contrôles périodiques (déjà recommandé dans le rapport Marchand) ; il existe déjà en Suède. Il faudrait d'abord l'imposer dans les locaux tertiaires.

A la question de l'impact des politiques d'économie d'énergie sur la qualité de l'air intérieur, Mme Lemaire indique :

- d'une part, « la politique de maîtrise de l'énergie va plutôt dans le sens d'une amélioration de la qualité de l'air intérieur dans la mesure où elle a contribué à faire reconnaître la nécessité d'une bonne ventilation. Par ailleurs, les bâtiments mieux isolés ont des besoins de chauffage moindres... Il ne peut y avoir de bonne ventilation sans une étanchéité maîtrisée des constructions. »
- d'autre part, « les sources de pollutions d'air intérieur...sont essentiellement liées à la présence humaine ou animale, à la pollution extérieure, aux matériaux et équipements...La politique de maîtrise de l'énergie ne semble pas avoir eu d'impact majeur sur ces matériaux. La pollution induite par des travaux de maîtrise de l'énergie serait donc plutôt ponctuelle, associée aux travaux eux-mêmes. »

Soulignons tout de même qu'une isolation mal conçue augmente le danger d'intoxication aiguë ou chronique au CO, lorsqu'il existe une combustion à l'intérieur du logement (chauffe-eau, chauffages d'appoint non raccordés). On observe encore en France quelques centaines de morts par an et plusieurs milliers d'intoxications domestiques au CO.

Les recommandations du CSTB en termes de ventilation sont les suivantes :

- **Analyse de la situation actuelle de la ventilation des bâtiments**

En préalable à l'élaboration des nouveaux règlements et produits, il convient d'analyser la situation actuelle d'application des réglementations existantes en contrôlant les installations au regard de ces réglementations.

- **Conception des systèmes de ventilation**

a) Elaboration de règles et de guides de conception pour les bâtiments neufs et existants. Encouragement au développement de systèmes accessibles et faciles d'entretien.

b) Incitation au développement de systèmes garantissant une qualité d'air satisfaisante et une consommation d'énergie maîtrisée en particulier sur les points suivants :

Extraction des polluants à la source

Encouragement à la conception d'espaces ou de systèmes permettant l'extraction efficace des polluants à la source (par exemple vapeur d'eau lors du séchage du linge et gazinières pour l'habitat, photocopieuses pour les bureaux...).

Limitation de l'entrée de la pollution d'origine extérieure

Encouragement aux systèmes permettant un bon positionnement des entrées d'air (y compris par rapport aux rejets du bâtiment) ainsi que son traitement,

Procédures d'évaluation, caractérisation et certification des systèmes de filtration-épuration.

Dilution et élimination des pollutions intérieures

Incitation à la conception de systèmes permettant la maîtrise des débits d'air dans les pièces principales.

- **Mise en œuvre et entretien des systèmes aérauliques**

Définition de règles de contrôle technique des systèmes aérauliques à réception des bâtiments neufs ou rénovés et au cours de la vie du bâtiment, adaptées à la nature du système (simple flux, double flux, climatisation...).

- Politique d'application

Effort d'information et de sensibilisation auprès des concepteurs, des acteurs de la mise en œuvre et des utilisateurs des systèmes aérauliques dans les bâtiments,

Mise en place de procédures de qualité, de certification et de labels pour les bâtiments neufs et rénovés,

Mise en place de contrôles systématiques de réception et de suivi du bon fonctionnement des installations.

Le CSTB suggère également la mise en œuvre d'un carnet sanitaire du bâtiment (contrôle technique ?), la création de labels sur les niveaux de concentration en polluants dans les bâtiments neufs (cf. label finlandais) et une norme sur la qualité de l'air pour la conception des bâtiments accueillant des personnes sensibles (enfants, personnes âgées, malades, etc.).

3.3- Recommandations

Recommandations relatives à l'habitat et au tertiaire dans (Brignon JM 2002):

- Secteur de la construction (COV) :

. Bois dans la construction : engagement de la filière pour la minimisation des impacts du collage et du laquage

. Qualité environnementale des produits

. Secteur résidentiel (NOX, COV, particules)

- Bois énergie dans le résidentiel : amélioration du rendement des appareils de chauffage, non encouragement du bois énergie dans l'habitat individuel

- Pénétration des chaudières individuelles au gaz à brûleurs bas-NOx dans le parc résidentiel (et tertiaire) : incitation au renouvellement du parc (prime pour l'achat d'une chaudière neuve nécessairement bas-NOx), normes ou labels sur les émissions des appareils, achats publics (aides ADEME).

Synthèse des discussions et recommandations des membres du groupe de travail :

- Développer la *qualité environnementale* (étiquetage, évaluation des produits, pouvoir émissif etc.) (a) des produits de construction (nouvelles mesures fiscales incitant les particuliers à acquérir des matériels utilisant des énergies renouvelables, matériaux d'isolation, systèmes de régulation etc.) et (b) des produits d'usage courant (en particulier pour le mobilier, les produits d'activité de bricolage et les produits de traitement d'entretien)
- Améliorer le rendement des appareils de chauffage et de production d'eau chaude ainsi que leur entretien (renforcer la réglementation et les contrôles techniques des appareils de chauffage et de production d'eau chaude etc.)
- Favoriser la pénétration des chaudières individuelles Bas-NOx dans le parc résidentiel et tertiaire (incitations financières au renouvellement etc.)
- Ne pas encourager le recours au bois de chauffage dans l'habitat individuel, en particulier dans les villes encaissées
- Développer l'habitat bio-climatique et à Haute qualité environnementale (HQE)
- Inciter au développement de systèmes de ventilation garantissant une qualité de l'air satisfaisante et une consommation d'énergie maîtrisée (l'efficacité énergétique d'un bâtiment et en particulier la maîtrise des taux de renouvellement d'air ne sont pas en opposition avec des niveaux de pollution intérieure acceptables) : (a) élaborer des règles et des guides pour les bâtiments neufs ; (b) pour les bâtiments existants, mettre en œuvre des mesures fiscales incitatives pour maîtriser la consommation d'énergie en tenant compte des particularités techniques et architecturales, et informer
- Mettre en place un carnet sanitaire du bâtiment intégrant notamment le contrôle technique périodique des installations de ventilation, de climatisation et des appareils à combustion. Le contrôle technique périodique pourrait d'abord être imposé dans le tertiaire avant d'être généralisé
- Créer un réseau d'experts agréés et indépendants
- Instaurer une politique restrictive de la vente de produits d'entretien sous forme de sprays (comportant notamment, contrôle de la taille des particules et la vérification de la nécessité technique pour ces produits d'être vendus sous forme de sprays)

VIII- Mesures transversales

Tenant compte de l'ensemble des chapitres précédents, un certain nombre de mesures transversales (c'est-à-dire concernant plusieurs sources d'émission ou d'exposition) sont recommandées par les membres du groupe de travail.

Le comportement « écologique », tant sur les transports que sur des démarches comme la Haute qualité environnementale HQE, est à enseigner dans son approche globale dès l'école puis ensuite plus spécifiquement en formation initiale et continue (conducteurs poids lourds, techniciens, chauffagistes, architectes etc.). La minimisation des risques passe par une hygiène de vie globale : les préoccupations individuelles de santé rejoignent celles du développement durable.

« La santé dans les bâtiments et la santé des bâtiments, c'est aussi la santé de l'environnement autour des bâtiments et au-delà. Et notre santé est aussi liée à la santé de l'environnement » (WEKA 2002). Il faut « prendre conscience qu'un comportement citoyen responsable, prenant en compte les principes du développement durable, ne peut être que bénéfique à terme au niveau individuel, au-delà de quelques contraintes immédiates qu'il implique. » Concernant spécifiquement l'automobile, le comportement « écologique » devrait aussi être intégré à l'apprentissage de la conduite. C'est ce qui est proposé dans le Plan de mesures 2003-2010 pour l'assainissement de la qualité de l'air à Genève (Service cantonal de protection de l'air 2003) via la promotion du cours de conduite Eco-Drive®. L'effet quantitatif attendu de cette dernière mesure est une réduction de 10 à 15 % de la consommation de carburant, la diminution des émissions de CO (-40 %), de CO₂ (-10 %) et de NOx (-20 %).

Il doit être ensuite entretenu via des campagnes d'information cohérentes (ce qui implique par exemple de supprimer toute publicité incitant à la conduite sportive et de promouvoir les nouvelles techniques de marketing auprès des opérateurs de transport en commun). Ces campagnes devraient mettre en avant les avantages pour la santé des comportements écologiques en regard des comportements conventionnels (par exemple, effets négatifs pour la santé d'un usage exagéré de la voiture – obésité etc.- contre effets positifs associés à la pratique régulière de la marche ou du vélo). Dans sa contribution écrite (annexe 5), Mme Duchène du GART suggère d'informer les citoyens sur les enjeux de leur choix de mobilité en termes de pollution et santé lors d'une campagne télévisuelle « notamment à l'occasion de la semaine européenne de la mobilité ».

La mesure « Information » (PM 2003-26) du Plan de mesures 2003-2010 pour l'assainissement de la qualité de l'air à Genève (Service cantonal de protection de l'air 2003) prévoit de développer une communication globale et ponctuelle sur la mobilité et la

maîtrise de l'énergie. Les modalités principales sont : campagnes d'informations grand public ou ciblées, sensibilisation de la population au lien entre motorisation et pollution, incitation des consommateurs à des choix propices à une meilleure gestion de l'énergie, développement des synergies entre milieux concernés et information et sensibilisation des jeunes et des enseignants. Il pourrait également être proposé d'introduire l'idée de fixer un niveau d'information pour les particules dans l'air ambiant, au même titre que ce qui est déjà fait pour NOx, O₃ et SO₂.

Par ailleurs, de la même façon qu'il est recommandé d'internaliser les coûts externes liés aux transports, il convient d'élargir cette réflexion et de systématiser les analyses du cycle de vie et les bilans énergétiques des produits et procédés industriels, afin de baser investissements, achats et fiscalité sur des évaluations correctes de leur impact environnemental. La diminution des teneurs en espèces dangereuses proposée pour les produits d'usage courant pourrait être étendue à l'ensemble des combustibles, quel que soit le secteur d'utilisation (domestique ou industriel) et pas uniquement en période de pointe de pollution.

La nécessité de renforcer la police de l'environnement en mettant l'accent sur les moyens publics de contrôle et, le cas échéant, de répression dans les domaines de l'industrie, de l'énergie, de l'habitat et du transport est également considérée comme une mesure à envisager (contribution écrite de M Alary en annexe 14). Le colonel Serge Prat (chef du bureau de la police administrative de la gendarmerie nationale) rappelle, dans le cadre d'un article sur les nuisances sonores, que « le dispositif répressif existe mais il est difficile à appliquer ... Nous ne disposons que de 380 sous-officiers susceptibles d'enquêter sur l'environnement et de 52 équipes anti-nuisances » (Le Monde, 14/12/2003). Il est également dit, dans ce même article, « qu'un office central de lutte contre les atteintes à l'environnement...devrait permettre de renforcer la répression. » Il devrait être créé à l'été 2004.

Il semble également important d'identifier et d'inventorier les points chauds en matière de qualité de l'air sur l'ensemble du territoire, cela de façon à pouvoir à terme optimiser, vis-à-vis des nuisances de proximité (mobiles ou fixes), l'implantation d'établissements recevant du public (en particulier les écoles, les maisons de retraite etc.).

Enfin, il convient de développer l'exemplarité de l'Etat et des entreprises ou établissements publics pour l'ensemble des mesures préconisées (PDE, élimination des véhicules vétustes ou trop énergivores, recours au ferroutage, chauffage, bâtiments...).

Synthèse des discussions et recommandations transversales des membres du GT :

- Informer et former dans l'objectif de favoriser la culture de prévention en environnement et en santé et de faire évoluer les mentalités et habitudes concernant la responsabilité des personnes sur les nuisances atmosphériques (émissions dans l'air ambiant et l'air intérieur mais aussi effet de serre, bruit, odeur et sécurité) : (a) mettre en œuvre des mesures pédagogiques (enfants à l'école et adultes en formation initiale ou continue : conducteurs poids lourds, chauffagistes, architectes etc.) ; (b) développer les campagnes d'information auprès du grand public (via les médias) et des opérateurs (par exemple, faire connaître le marketing direct) ; (c) intégrer les éléments incitatifs aux comportements de conduite respectueux de l'environnement dans les méthodes d'apprentissage de la conduite
- Systématiser les analyses du cycle de vie et les bilans énergétiques des produits et procédés industriels, afin de baser investissements, achats et fiscalité sur des évaluations correctes de leur impact environnemental
- Identifier et inventorier les points chauds en matière de qualité de l'air sur l'ensemble du territoire
- Optimiser, vis-à-vis des nuisances de proximité (mobiles ou fixes), l'implantation d'établissements recevant du public
- Développer l'exemplarité de l'Etat et des entreprises ou établissements publics pour l'ensemble des mesures préconisées (PDE, élimination des véhicules vétustes ou trop énergétivores, recours au ferroutage, chauffage, bâtiments...)
- Renforcer la police de l'environnement (renforcer les moyens publics de contrôle et, le cas échéant, de répression dans les domaines de l'industrie, de l'énergie, de l'habitat et du transport)

IX- Essai de hiérarchisation des mesures de réduction de la pollution atmosphérique

1- Introduction

Pour cet exercice, la méthode de travail s'est appuyée sur celle exposée dans le très récent plan de gestion de la qualité de l'air (AQMP) préparé par le South Coast Air Quality Management District (SCAQMD 2003). Travail de planification, AQMP met en avant les mesures et les réglementations nécessaires au respect des valeurs guides pour la qualité de l'air en Californie, en particulier celles concernant les particules et surtout l'ozone (les 2 substances sur les 6 polluants réglementés pour lesquelles les valeurs guides ne sont pas atteintes à ce jour). Après avoir fait le point sur la stratégie de contrôle en cours et sur l'état de l'environnement dans la région (air, mais aussi déchets, eau, énergie), le travail évalue l'impact sur l'environnement des mesures ou stratégies complémentaires qui pourraient être adoptées. Différents scénarios alternatifs sont développés, allant de la non adoption du plan à l'adoption d'alternatives plus ou moins contraignantes sur certaines substances (NO_x et COV, qui sont des précurseurs d'ozone). Des stratégies à long terme et à court terme sont considérées.

Selon ce plan, afin d'améliorer l'efficacité des mesures de contrôle, leur mise en œuvre doit être échelonnée dans le temps, en fonction des technologies disponibles, des pratiques de gestion et de la stratégie à long terme nécessaire pour, plus spécifiquement, atteindre la valeur guide pour l'ozone (priorité n°1 du plan). Les actions à mettre en œuvre sont sous la responsabilité d'un grand nombre d'agences, du niveau fédéral (EPA) au niveau régional (les districts) et local ; les tâches de chacune doivent clairement être identifiées, ainsi que le calendrier de travail. Pour cela, il est nécessaire de classer les différentes mesures selon certains critères. Ce sont ces critères qui ont retenu l'attention du groupe de travail.

L'application de la Loi sur l'air, en Californie, requiert l'évaluation de l'efficacité des mesures de contrôle dans la réduction des concentrations ambiantes des polluants. Elle requiert aussi de déterminer si les stratégies prévues dans le plan pour respecter les valeurs guides, à l'échéance la plus courte possible, sont efficaces à un coût acceptable. L'évaluation du rapport coût-efficacité des mesures de contrôle disponibles et proposées est obligatoire dans le plan : les mesures doivent être classées de la moins à la plus performante de ce point de vue. Dans l'élaboration du calendrier d'implémentation de la stratégie de contrôle, d'autres critères doivent également être considérés : la faisabilité technique, le potentiel de réduction

des émissions totales, le taux de réduction, l'acceptabilité publique et l'applicabilité des mesures proposées en font partie. Cette classification est réalisée par les districts.

C'est sur cette base que le présent essai de hiérarchisation des mesures s'appuie. Les critères précisément retenus par le groupe de travail, et appliqués aux mesures identifiées au préalable, sont développés dans le chapitre suivant.

2- Méthode

2.1- Liste des mesures

Rappels :

- 1- Ce travail vise la réduction des expositions au long cours (qui ont été moins explorées jusqu'à présent du fait de données sanitaires moins nombreuses que celles concernant les expositions à court terme). Il vient en complément d'autres dispositifs mis en place et en particulier ceux visant la gestion des pics.
- 2- Les mesures envisagées ne concernent pas l'amélioration de la connaissance des expositions (y compris via les réseaux de surveillance de la qualité de l'air) ni le domaine de la recherche en général (couverts par ailleurs dans le cadre du PNSE, du Programme Primequal et dans le cadre des recommandations du HCSP formulées dans le rapport « Politiques publiques, pollution atmosphérique et santé : poursuivre la réduction des risques » (Haut Comité de Santé Publique 2000).

La première partie du travail a consisté à sélectionner un ensemble de mesures de nature à contribuer à réduire, directement ou indirectement, l'exposition des populations urbaines aux polluants prioritaires retenus dans ce travail, ainsi que l'émission de gaz contribuant à l'effet de serre. Les mesures étudiées par le groupe de travail ont été détaillées dans les chapitres III à IX. Elles ont été alimentées, entre autres, par le travail réalisé par l'INERIS (Brignon JM 2002) et le CITEPA dans le cadre de l'étude OPTINEC (relative à la préparation à la mise en œuvre de la directive NEC sur les plafonds d'émission), par celui du Conseil Général des Ponts et Chaussées sur « Pollution de l'air et transports » (Giroult E 2002), par la thèse de V Pomonti (Pomonti V 2003) et par la contribution du CSTB pour l'air intérieur. Les recommandations du rapport Marchand sont considérées (Marchand JM 2001) ainsi que certaines contributions au comité d'orientation du PNSE relatives à l'air (un échange régulier a eu lieu entre les travaux du comité d'orientation et ceux de ce groupe de travail, dans le but de veiller à la cohérence et complémentarité des réflexions). Le récent rapport remis au Premier ministre par le député Christian Philip sur le financement des déplacements urbains a aussi fourni des informations utiles. Les auditions du 17 novembre et du 1^{er} décembre

2003 ont permis de compléter ou moduler les propositions de mesures au même titre que les contributions écrites.

Il s'agit ici dans un second temps de synthétiser les mesures retenues par les membres du GT afin de les soumettre à une procédure de hiérarchisation (cf section 2.2). Ces mesures sont celles qui figurent en gras dans la note de synthèse des chapitres III à VIII. Pour simplifier ce travail de hiérarchisation et faciliter la lecture, l'objet de ces mesures est désigné dans la suite de manière résumée, et elles sont parfois regroupées sous une appellation générique. Un système de scores a été appliqué à chaque famille de mesures en vue d'une appréciation globale de son importance, telle que jugée par les experts, et pour permettre une vérification de la stabilité du rang de classement. La procédure suivie est exposée en sections 2.2 et 2.3 plus loin.

Mesures globales (mesures 1 à 12)

Les mesures globales proposées concernent plusieurs sources d'émission et/ou impliquent des décisions politiques au niveau de différentes autorités (par exemple, tout ce qui touche à l'articulation des PDU, PRQA, PPA).

1. Systématiser les analyses du cycle de vie et les bilans énergétiques des produits et procédés industriels, afin de baser investissements, achats et fiscalité sur des évaluations correctes de leur impact environnemental
2. Développer l'exemplarité de l'Etat et des entreprises ou établissements publics pour l'ensemble des mesures préconisées (PDE, élimination des véhicules vétustes ou trop énergivores, recours au ferroutage, chauffage, bâtiments...)
3. Identifier et inventorier les points chauds en matière de qualité de l'air sur l'ensemble du territoire
4. Optimiser, vis-à-vis des nuisances de proximité (mobiles ou fixes), l'implantation d'établissements recevant du public
5. Informer et former dans l'objectif de favoriser la culture de prévention en environnement et en santé et de faire évoluer les mentalités et habitudes concernant la responsabilité des personnes sur les nuisances atmosphériques (émissions dans l'air ambiant et l'air intérieur mais aussi effet de serre, bruit, odeur et sécurité) : (a) mettre en œuvre des mesures pédagogiques (enfants à l'école et adultes en formation initiale ou continue : conducteurs poids lourds, chauffagistes, architectes etc.) ; (b) développer les campagnes d'information auprès du grand public (via les médias) et des opérateurs (par exemple, faire connaître le marketing direct) ; (c) intégrer les éléments incitatifs aux

comportements de conduite respectueux de l'environnement dans les méthodes d'apprentissage de la conduite

6. Placer PDU, SCOT et PLU sous la même autorité à l'échelle de l'aire urbaine et poursuivre la sensibilisation des élus aux questions d'environnement et de santé publique

7. Définir des domaines minimums communs à l'ensemble des PRQA, tout en tenant compte des diversités régionales

8. Faire coïncider le territoire géographique des PPA et PDU et tendre à la coordination des instances qui les élaborent

9. Rendre obligatoire les dispositions actuellement facultatives de la Loi SRU (exemple : création d'un syndicat mixte regroupant les autorités organisatrices de transports à différentes échelles)

10. Maintenir un engagement financier fort de l'Etat en appui aux politiques des collectivités locales en matière de transports collectifs, à l'inverse de ce qui est constaté actuellement pour les PDU et l'aide au transport public

11. Densifier de nouveau les centre-villes et re-concentrer les territoires périurbains par pôles d'attraction (par une politique sur le foncier et la mobilité résidentielle), et encourager les politiques urbaines qui garantissent une occupation pluraliste de l'espace (habitat/travail/commerce/loisir)

12. Renforcer la police de l'environnement (renforcer les moyens publics de contrôle et, le cas échéant, de répression dans les domaines de l'industrie, de l'énergie, de l'habitat et du transport)

Mesures concernant les sources fixes (mesures 13 à 16)

13. Encourager les collectivités locales à recourir au chauffage urbain pour le résidentiel et le tertiaire, notamment dans les départements les plus froids

14. Encourager les initiatives locales de développement des énergies renouvelables (souvent négligées) auprès des différents acteurs (chauffagistes, architectes et consommateurs) et rappeler que le secteur résidentiel est la première source d'émission de carbone en France

15. Anticiper le respect des plafonds d'émission de particules (internationaux et/ou nationaux) prévus dans le cadre de la révision de la directive NEC en 2005 (programme CAFE)

16. Fiscalité : prévoir l'augmentation de la TGAP et l'étendre aux émissions des particules ; instaurer une taxe sur les COV (c'est un moyen de mise en œuvre de la directive solvant pour des établissements de petite taille difficiles à contrôler ; cela

incitera les « petits » utilisateurs commerciaux (nettoyage à sec...) à diminuer leurs émissions

Mesures concernant Habitat et air intérieur (mesures 17 à 25)

Les mesures 17 à 25 pourraient être prises, en cohérence avec le Programme national de lutte contre le changement climatique, la Stratégie nationale de développement durable, le projet de loi d'orientation sur l'énergie ainsi qu'avec les exigences fixées par le Parlement européen et le Conseil de l'Union européenne (les principales mesures sont rappelées dans le corps de texte du rapport).

17. Développer la *qualité environnementale* (étiquetage, évaluation des produits, pouvoir émissif, etc.) (a) des produits de construction (nouvelles mesures fiscales incitant les particuliers à acquérir des matériels utilisant des énergies renouvelables, matériaux d'isolation, systèmes de régulation etc.) et (b) des produits d'usage courant (en particulier pour le mobilier, les produits d'activité de bricolage et les produits de traitement d'entretien)

18. Améliorer le rendement des appareils de chauffage et de production d'eau chaude ainsi que leur entretien (renforcer la réglementation et les contrôles techniques des appareils de chauffage et de production d'eau chaude, etc.)

19. Favoriser la pénétration des chaudières individuelles Bas-NOx dans le parc résidentiel et tertiaire (incitations financières au renouvellement, etc.)

20. Ne pas encourager le recours au bois de chauffage dans l'habitat individuel, en particulier dans les villes encaissées

21. Développer l'habitat bio-climatique et à Haute qualité environnementale (HQE)

22. Inciter au développement de systèmes de ventilation garantissant une qualité de l'air satisfaisante et une consommation d'énergie maîtrisée (l'efficacité énergétique d'un bâtiment et en particulier la maîtrise des taux de renouvellement d'air ne sont pas en opposition avec des niveaux de pollution intérieure acceptables) : (a) élaborer des règles et des guides pour les bâtiments neufs ; (b) pour les bâtiments existants, mettre en œuvre des mesures fiscales incitatives pour maîtriser la consommation d'énergie en tenant compte des particularités techniques et architecturales, et informer

23. Mettre en place un carnet sanitaire du bâtiment intégrant notamment le contrôle technique périodique des installations de ventilation, de climatisation et des appareils à combustion. Le contrôle technique périodique pourrait d'abord être imposé dans le tertiaire avant d'être généralisé

24. Créer un réseau d'experts agréés et indépendants

25. Instaurer une politique restrictive de la vente de produits d'entretien sous forme de sprays (comportant notamment, contrôle de la taille des particules et la vérification de la nécessité technique pour ces produits d'être vendus sous forme de sprays)

Mesures concernant les sources mobiles (mesures 26 à 47)

Cette famille de mesure regroupe des propositions de natures variées. Les mesures 26 à 36 concernent l'aménagement du territoire et l'organisation des transports et tendent à diminuer l'usage des véhicules au profit des modes de transport plus durables. Les mesures 37 à 39 sont fiscales. Les mesures 40 à 45 sont d'ordre technique. Les mesures 46 et 47 concernent spécifiquement les transports non routiers.

26. Inclure, dans les PDU de nouvelle génération, des objectifs quantifiés de réduction des émissions polluantes

27. Associer systématiquement les associations de surveillance de la qualité de l'air (ASQA) au développement et à l'évaluation des PDU

28. Développer une politique volontariste de mise en œuvre des Plans de déplacement d'entreprise (PDE) : mettre l'accent sur l'exemplarité de l'administration et mettre les donneurs d'ordre en responsabilité (rappeler que les accidents de la circulation sont la première cause d'accidents mortels parmi les accidents du travail et de trajet -57 %-)

29. Étendre les PDE aux établissements scolaires et universités : inciter les collectivités territoriales à aménager l'espace pour que les jeunes enfants et les adolescents puissent se rendre en toute sécurité (seuls ou accompagnés) à l'école/université en rendant cette dernière accessible à différents modes de transport (TC mais aussi marche, vélo, rollers)

30. Évaluer les besoins « d'espaces logistiques » dans les villes (points relais livraison, espaces collectifs de stockage, centre de distribution...) et réfléchir à la reconversion de certains équipements actuels dédiés aux marchandises

31. Inciter la grande distribution à développer les tournées de livraison à domicile des marchandises

32. Inciter fortement au maintien des supermarchés et commerces de proximité

33. Mettre en œuvre une politique volontariste de développement du ferroutage (transport de marchandise interurbain) en travaillant sur l'harmonisation des règles à respecter par la SNCF et par les transports routiers

34. Réduire l'accessibilité des véhicules motorisés individuels aux hyper centres urbains et aux zones d'habitat dense (réduction de la vitesse en ville, augmentation des amendes pour stationnement interdit, limitation du stationnement, aménagement des zones piétonnes et/ou cyclables et des quartiers verts...); mettre en avant les autres effets

négatifs sur la santé de l'usage exagéré de la voiture (condition physique, obésité, en lien avec le plan ministériel « nutrition et activité physique)

35. Développer une politique volontariste en faveur des transports en commun des personnes, notamment en site propre (politique tarifaire, développement d'un réseau de transports par cars interurbains, renforcement de l'offre ferroviaire en zone périurbaine et essor de l'inter modalité, adaptation aux nouveaux rythmes urbains, accessibilité des TC aux vélos...)

36. Développer une politique volontariste de développement des modes doux et sécurisés (réseau complet, couvrant l'ensemble de l'agglomération, de pistes cyclables voire de voies entièrement réservées aux modes non motorisés, mais aussi stationnement et points de location ou de réparation) ; mieux mettre en avant les bénéfices pour la santé de la marche et du vélo

37. Réfléchir à une mesure fiscale à caractère fortement progressif permettant de taxer les sources mobiles en fonction de la consommation énergétique et du taux d'émission des polluants

38. Encourager une politique incitative visant à équiper les taxis, les petits véhicules utilitaires (de livraison en ville), les flottes captives (des grands sites aéroportuaires par exemple...) de motorisations moins polluantes

39. Accélérer l'élimination des vieux véhicules : prime à la casse etc.

40. Mettre en œuvre la directive COV sur l'obligation du captage des vapeurs d'essence, et l'appliquer progressivement aux plus petites stations services

41. Renforcer/rendre plus efficaces les contrôles techniques (développer des tests adaptés, systématiser les contrôles techniques inopinés et sanctions en cas de non respect...)

42. Etendre le contrôle technique aux deux-roues (y compris scooters)

43. Accélérer l'équipement du parc bus et poids lourd diesel en filtres à particules (retrofit) et promouvoir le FAP en première monte jusqu'aux véhicules légers (particuliers et utilitaires) moyens et bas de gamme (via une incitation financière à l'image de celle existant sur les véhicules lourds et/ou des commandes publiques massives)

44. Inciter les constructeurs à développer les véhicules hybrides et faciliter ensuite leur commercialisation via un taux réduit de TVA

45. Poursuivre et encourager la recherche technologique sur les sources d'énergie non polluantes (moteur à hydrogène etc.)

46. Développer une politique incitative conduisant les sites aéroportuaires à réduire leurs émissions polluantes (taxation au volume des émissions globales, transport motorisé non polluant – cf. *mesure fiscale*, taxation du kérosène)

47. Maîtriser le taux de soufre dans le carburant des engins agricoles, maritimes et fluviaux, puis évaluer les technologies de FAP visant à leur généralisation en garantissant leur tenue. Etendre l'évaluation et la généralisation du FAP aux engins ferroviaires et aux engins de chantier

NB : Le secteur des déchets n'a pas été passé en revue : ce secteur contribue peu aux émissions atmosphériques des substances retenues pour ce travail, à l'exception du brûlage sauvage de déchets agricoles. Les Usines d'Incineration d'Ordures Ménagères (UIOM), installations classées pour la protection de l'environnement, sont intégrées aux sources fixes. Les Bennes à Ordures sont abordées dans la partie « engins non routiers ».

2.2- Les critères de hiérarchisation

On rappelle que les critères retenus pour procéder à la hiérarchisation sont ceux proposés dans le plan de gestion de qualité de l'air californien (SCAQMD 2003). Après discussion, le groupe de travail les a très légèrement modifiés et simplifiés : le critère de faisabilité technique est ainsi intégré au critère coût-efficacité (critère 2) qui est applicable à l'ensemble des mesures proposées ; le critère de faisabilité technique n'apparaît donc pas en tant que tel (car il ne serait pas applicable à toutes les mesures). Le critère 7 exposé plus loin a été rajouté par les membres du GT.

Rappel des critères retenus pour la classification des mesures dans l'AQMP, 2003 :

- Coût-efficacité : le coût d'une mesure de contrôle pour réduire d'une tonne la pollution de l'air
- Performances : les effets positifs d'une mesure comparés à ses effets négatifs
- Potentiel de réduction des émissions : la quantité totale de pollution qu'une mesure peut finalement réduire
- Applicabilité : la capacité à obliger les pollueurs à respecter une mesure
- Equité : la bonne répartition des effets positifs et négatifs entre les différents groupes socio-économiques
- Autorité légale : la capacité des agences à coopérer et à implémenter la mesure
- Acceptabilité publique : l'adhésion du public à la mesure

- le taux de réduction de l'émission : le temps nécessaire à une mesure pour réduire d'une certaine quantité la pollution de l'air
- Technologie : la vraisemblance avec laquelle la technologie nécessaire à une mesure de contrôle sera disponible comme prévu

Critères retenus par les membres du groupe de travail :

| | |
|-------------|--|
| Critère 1 : | Potentiel de réduction des émissions et/ou des expositions |
| Critère 2 : | Coût-efficacité |
| Critère 3 : | Capacité des pouvoirs publics à obtenir la mise en œuvre de la mesure (cette évaluation est fondée sur l'expérience professionnelle des membres du GT) |
| Critère 4 : | Equité sociale de la mesure |
| Critère 5 : | Acceptabilité par les diverses parties prenantes (points de vue politique, industriel, citoyen) |
| Critère 6 : | Rapidité avec laquelle la réduction des émissions/expositions peut être obtenue |
| Critère 7 : | Synergie avec d'autres politiques sectorielles de Santé Publique |

2.3- Les substances considérées

Les grilles de hiérarchisation sont complétées de la même façon pour chaque famille de substances prioritaires qui ont été sélectionnées pour ce travail :

- Particules (PM)
- Précurseurs d'ozone (NO₂, COV, CO)
- Benzène
- CO₂

Remarque: cette approche par substance ne va pas à l'encontre de l'articulation souhaitée entre les différents niveaux d'impact des polluants atmosphérique (local, régional, global). Elle peut au contraire aider à prioriser les mesures obtenant des scores importants quelle que soit la substance.

2.4- Calcul du score

Chacune des 47 mesures ou familles de mesures proposées est notée en fonction de chaque critère :

- de 0 (très mauvaise note) à 10 (excellente note)

Un poids est également donné à chacun des 7 critères dans la hiérarchisation ; il témoigne de l'importance relative donnée à ce critère :

- de 1 (faible poids) à 3 (poids fort)

Ce poids est identique quelle que soit la mesure et quelle que soit la substance considérée, par souci de simplification de la démarche.

Les résultats disponibles, pour chaque membre du groupe de travail ayant rempli la grille proposée sous Excel, sont les suivants :

- un score non pondéré SNP :

Pour chaque mesure i_{1-47} , $SNP = \sum_j (notes_{0-10})$, avec j les critères 1 à 7

- un score pondéré SP

Pour chaque mesure i_{1-47} , $SP = \sum_j [(notes_{0-10}) \times (poids_{1-3})]$, avec j les critères 1 à 7

Afin de simplifier la mise en commun des résultats individuels, la hiérarchisation obtenue sur la base de cette expertise technico-scientifique du groupe de travail est basée sur l'analyse des rangs accordés à chaque mesure (c'est également ce qui est fait dans le plan californien). Ainsi, à partir des scores obtenus pour chaque mesure et chaque individu, les rangs sont calculés (fonction RANG sous Excel : score le plus fort parmi les 47 mesures = rang 1 ; score le plus faible = rang 47 ou inférieur en cas d'égalité : par exemple, s'il existe 2 rangs 46, il n'y a pas de rang 47).

Puis, pour chaque mesure, la moyenne des rangs est réalisée pour l'ensemble des membres du GT, avec son intervalle de confiance à 95%. Cette moyenne est classée de la plus faible (mesure considérée comme la meilleure) à la plus forte (mesure considérée comme la moins pertinente). Ce résultat est présenté sous forme d'histogramme, pour chacune des 4 substances considérées, en distinguant les 4 familles de mesures (générales, sources fixes, air intérieur et sources mobiles) par des codes couleur. La corrélation entre les résultats des rangs calculés à partir des SNP et ceux calculés à partir des SP est étudiée, ainsi que les poids accordés à chacun des 7 critères de hiérarchisation les membres du GT.

3- Résultats et discussion

L'ensemble de l'analyse a été réalisé au sein d'un tableur comportant 4 feuilles distinctes (PM, O₃, CO₂ et benzène) et compilant toutes les grilles reçues (remplies directement sur le tableur par les intéressés). Toutes les grilles ont été vérifiées en termes de valeurs aberrantes (ex. une note > 10) etc.

14 grilles ont été remplies. L'une d'entre elle s'est avérée inexploitable (problème de fichier). Deux autres sont incomplètes, les grilles n'étant complétées que pour une partie des substances : elles sont néanmoins intégrées à l'analyse (une grille ne concerne que les PM ; l'autre est complétée pour PM, O₃ et benzène mais pas pour le CO₂). Il y a peu de valeurs manquantes dans les feuilles remplies :

- Pour la mesure 9 : 1 score manquant pour les feuilles PM, O₃ et benzène
- Pour la mesure 20 : 1 score manquant pour les feuilles O₃, CO₂ et benzène
- Pour la mesure 21 : 1 score manquant pour les feuilles PM, O₃ et benzène
- Pour la mesure 36 : 1 score manquant pour les 4 feuilles.

Une séance du groupe de travail a été consacrée à la discussion collective des résultats de la hiérarchisation, sur la base de l'analyse des rangs. Ces résultats sont présentés dans la suite pour chaque famille de substances au moyen d'histogrammes. Les principaux enseignements sont les suivants :

- On constate une bonne discrimination des mesures (moyennes des rangs variant de 6 à 40 pour l'ensemble des mesures, quelle que soit la substance) : elles font donc l'objet d'avis technico-scientifiques tranchés de la part des membres du GT.
- Les quatre familles de mesures sont relativement bien dispersées tout au long du classement (même s'il y a au moins 3 mesures concernant les sources mobiles dans les 5 premières), ce qui conforte le groupe de travail dans sa proposition d'agir sur un ensemble de mesures de nature variée (structurelle, économique etc.) et pas seulement d'ordre technique, afin de poursuivre de manière efficace, et à long terme, la réduction de l'exposition aux polluants atmosphériques.
- Pour **les particules (Figure 1)**, les 5 premières mesures sont les suivantes :
 - **Mesure 35 : Développer une politique volontariste en faveur des Transports en Commun (TC) à haute qualité de service des personnes**
 - Mesure 43 : Accélérer l'équipement en FAP du parc bus et poids lourds diesel et le promouvoir en première monte sur les véhicules légers toutes gamme

- Mesure 36 : Développer une politique volontariste de développement des modes doux et sécurisés
 - Mesure 33 : Développer une politique volontariste pour le ferroutage
 - Mesure 18 : Améliorer le rendement des appareils de chauffage ainsi que leur entretien.
- Pour l'ozone et ses précurseurs (COV, NOx et CO, Figure 2), les 5 premières mesures sont les suivantes :
 - **Mesure 35 : Développer une politique volontariste en faveur des TC à haute qualité de service des personnes**
 - Mesure 36 : Développer une politique volontariste de développement des modes doux et sécurisés
 - Mesure 12 : Renforcer la police de l'environnement
 - Mesure 40 : Mettre en œuvre la directive COV sur le captage des vapeurs d'essence et l'appliquer progressivement aux plus petites stations service
 - Mesure 33 : Développer une politique volontariste pour le ferroutage
- Pour le CO₂ (Figure 3), les 5 premières mesures sont les suivantes :
 - **Mesure 35 : Développer une politique volontariste en faveur des TC à haute qualité de service des personnes**
 - Mesure 36 : Développer une politique volontariste de développement des modes doux et sécurisés
 - Mesure 18 : Améliorer le rendement des appareils de chauffage ainsi que leur entretien
 - Mesure 38 : Encourager une politique incitative visant à équiper les taxis, les petits véhicules utilitaires, les flottes captives par des motorisations moins polluantes
 - Mesure 29 : Etendre les PDE aux établissements scolaires et aux universités
- Pour le benzène (Figure 4), les 5 premières mesures sont les suivantes :
 - **Mesure 40 : Mettre en œuvre la directive COV sur le captage des vapeurs d'essence et l'appliquer progressivement aux plus petites stations services**
 - Mesure 35 : Développer une politique volontariste en faveur des TC à haute qualité de service des personnes
 - Mesure 5 : Informer et former à la prévention en santé environnementale : mesures pédagogiques et campagnes d'information

- Mesure 36 : Développer une politique volontariste de développement des modes doux et sécurisés
- Mesure 12 : Renforcer la police de l'environnement

Deux mesures portant sur la maîtrise des sources mobiles de pollution de l'air arrivent systématiquement dans les 5 premières, quelle que soit la substance considérée : celles visant à promouvoir les TC à haute qualité de service (mesure 35) et les modes doux et sécurisés (mesure 36). Les réponses sont tout à fait cohérentes dans leur ensemble : la mesure 43 (FAP) n'apparaît en tête du classement des mesures à préconiser que pour réduire l'exposition aux particules ; de la même façon, la mesure 40 (captage des vapeurs d'essence quelle que soit la capacité de la station) dans le classement des mesures à préconiser en priorité pour réduire les précurseurs d'ozone (dont les COV font partie) mais surtout (c'est la première mesure) pour réduire spécifiquement les émissions et l'exposition au benzène. Tout aussi logiquement, c'est la mesure 19 qui est classée dernière pour les particules et la mesure 15 (anticipation du respect des plafonds d'émission pour les particules) qui apparaît dernière pour les autres substances.

Le coefficient de corrélation entre les résultats obtenus à partir des scores pondérés et ceux obtenus à partir des scores non pondérés varie de 0,98 pour les particules, ozone et benzène à 0,99 pour le CO₂.

Enfin, le critère ayant obtenu de façon quasi-unanime le poids le plus important est le critère 1 (potentiel de réduction des émissions/expositions). Il est suivi des critères 2 et 3, le dernier critère étant le critère 6 (rapidité avec laquelle la réduction des émissions/expositions peut être obtenue), montrant que, du point de vue des experts, les politiques publiques visant à réduire les pollutions de fond s'entendent sur le long terme.

Figure 1

Particules
Classement des mesures : de la moyenne des rangs la plus faible (mesure jugée prioritaire) à la moyenne des rangs la plus forte (mesure jugée non prioritaire)
 Mesures : **générales** - **sources fixes** - **air intérieur** - **sources mobiles**

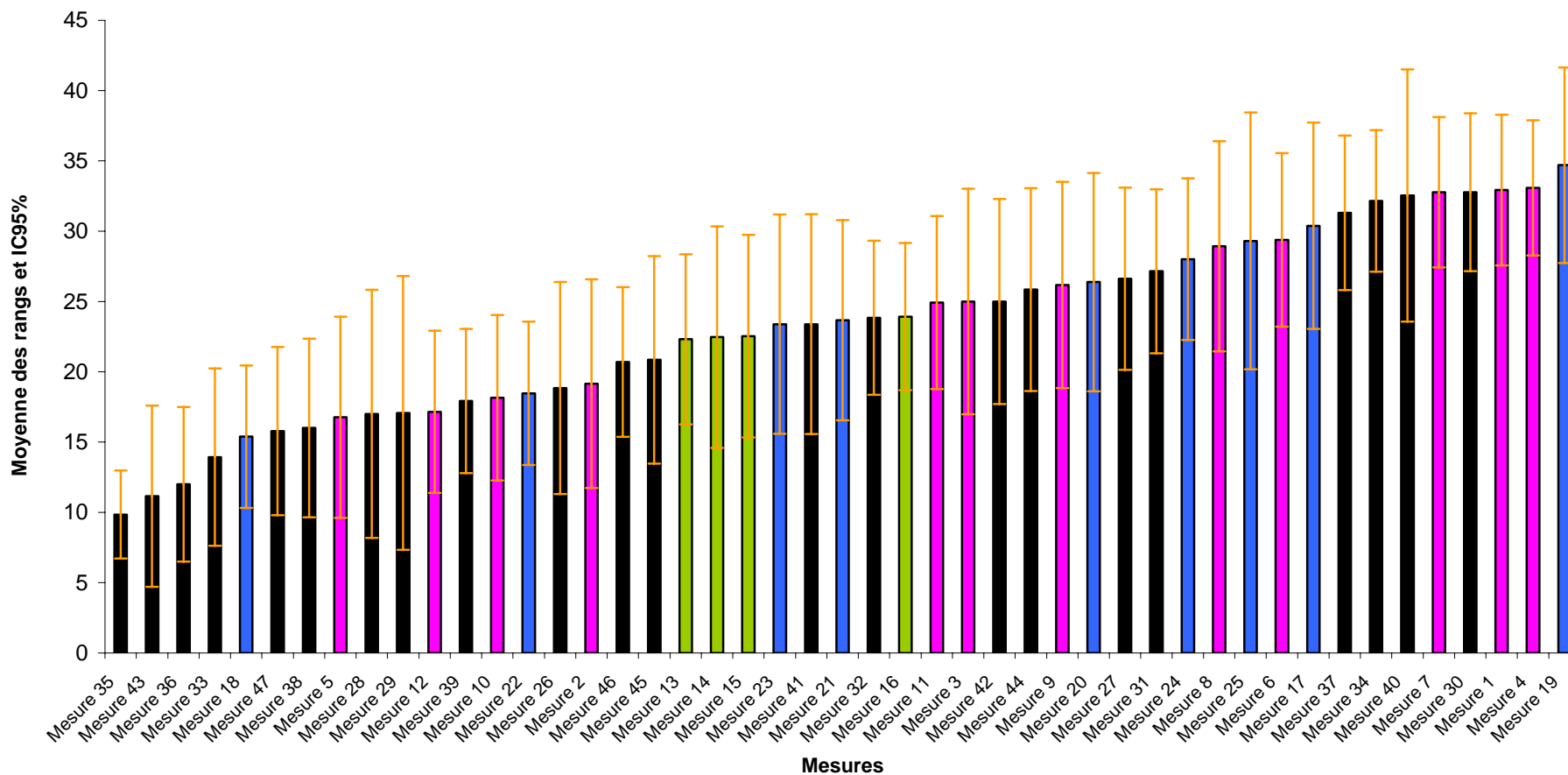


Figure 2

Ozone et précurseurs
Classement des mesures : de la moyenne des rangs la plus faible (mesure jugée prioritaire) à la
moyenne des rangs la plus forte (mesure jugée non prioritaire)

Mesures : **générales** - **sources fixes** - **air intérieur** - **sources mobiles**

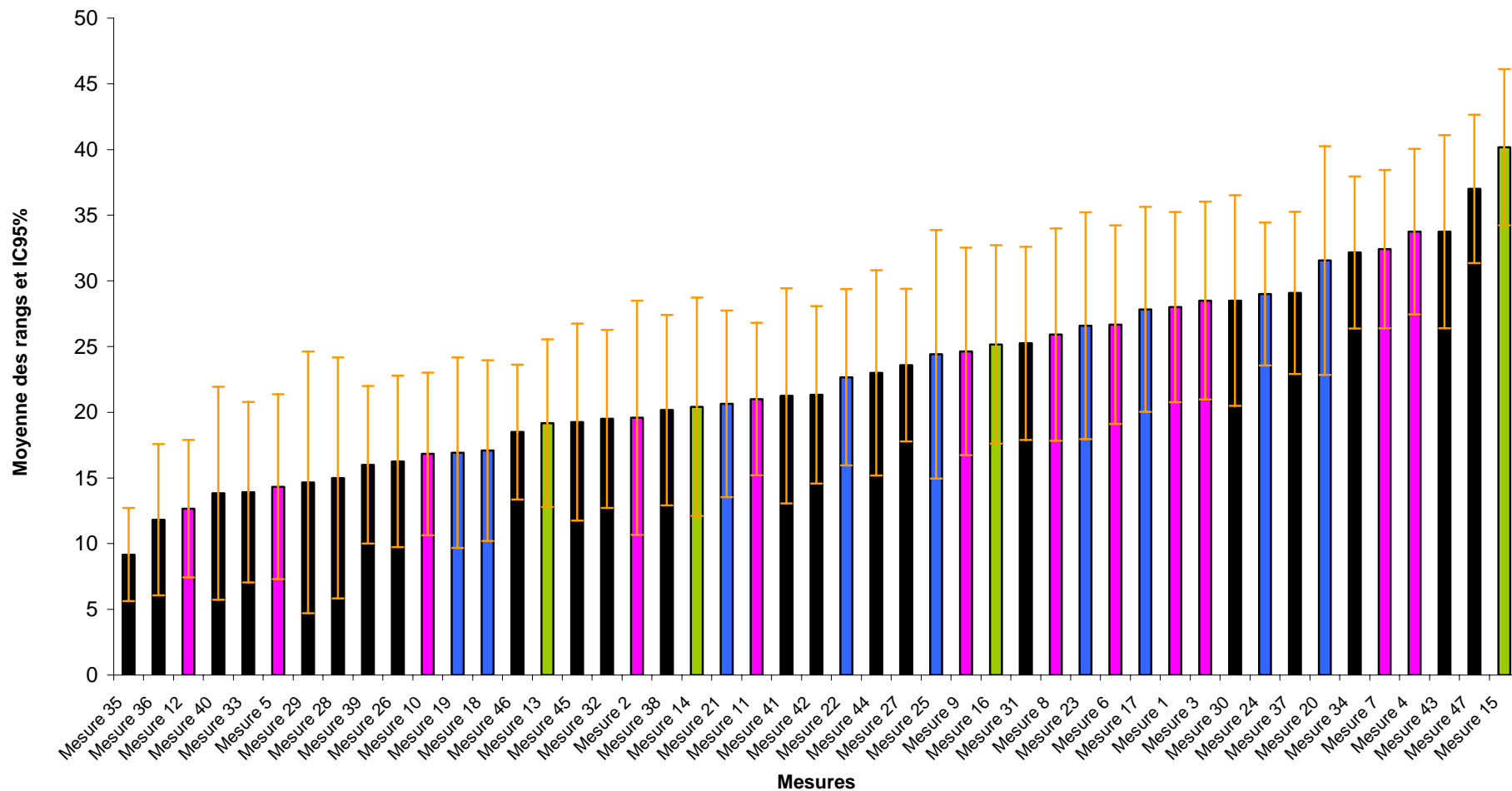


Figure 3

CO2
Classement des mesures : de la moyenne des rangs la plus faible (mesure jugée prioritaire) à la
moyenne des rangs la plus forte (mesure jugée non prioritaire)
 Mesures : générales - sources fixes - air intérieur - sources mobiles

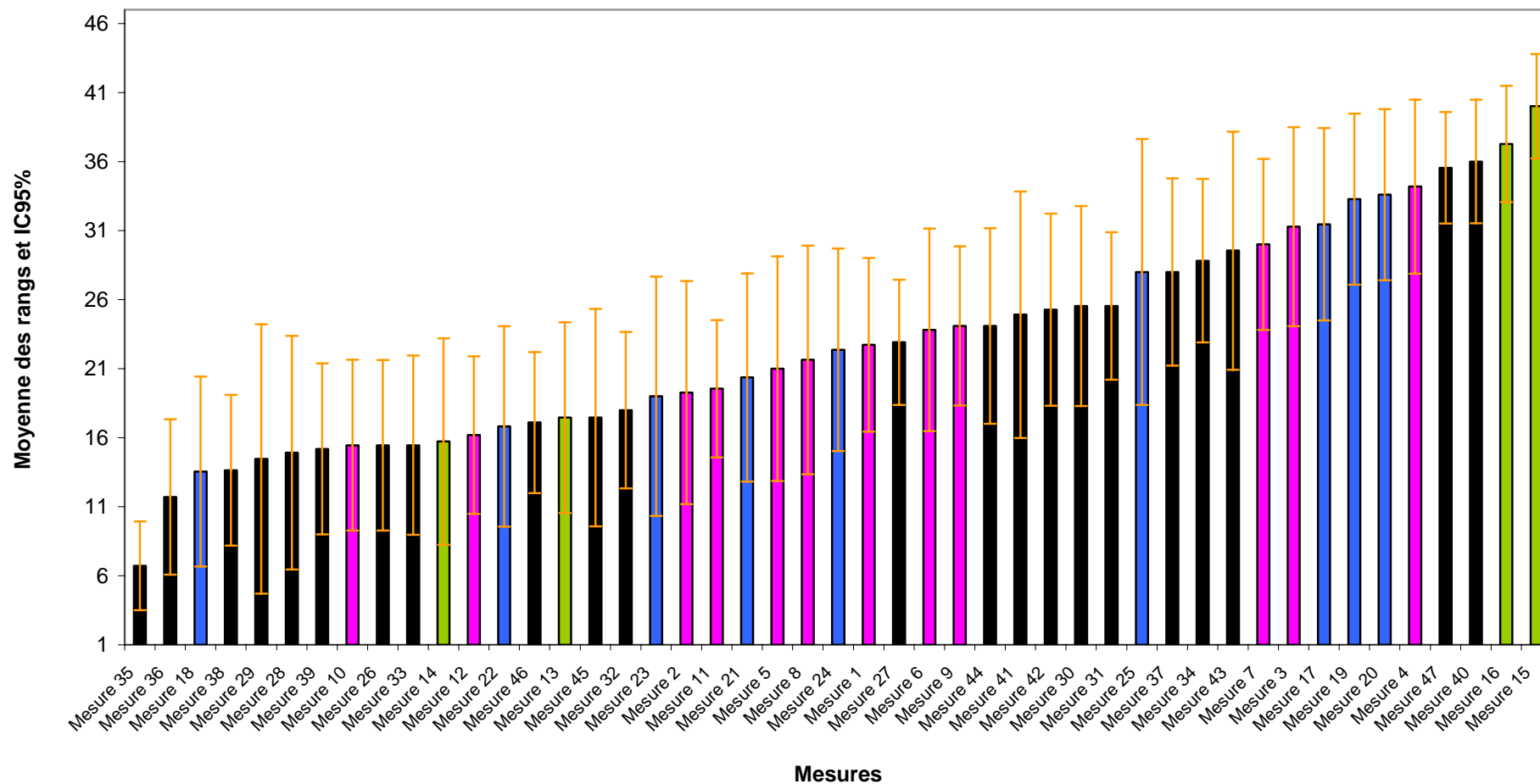
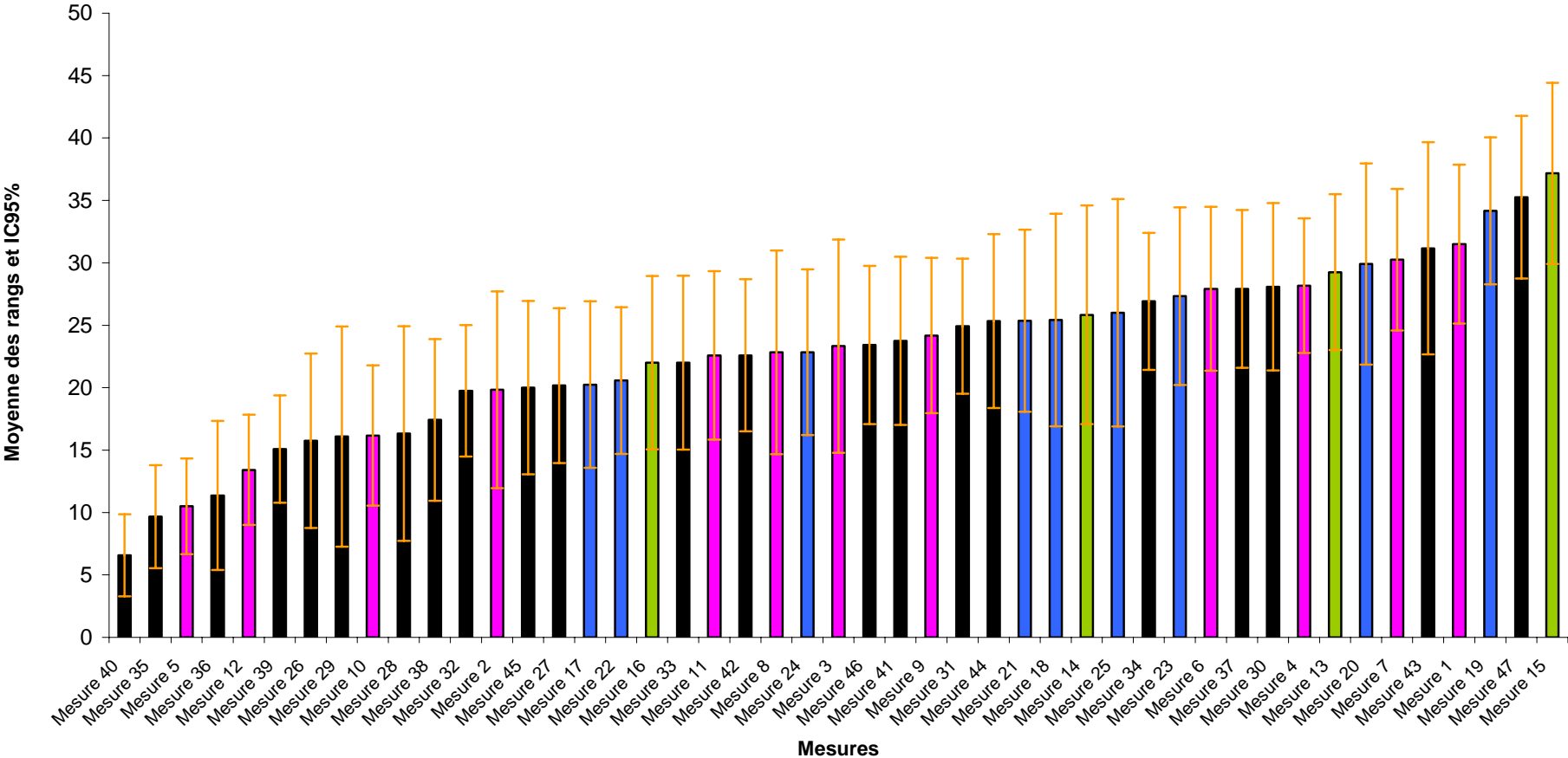


Figure 4

Benzène
Classement des mesures : de la moyenne des rangs la plus faible (mesure jugée prioritaire) à la moyenne des rangs la plus forte (mesure jugée non prioritaire)

Mesures : **générales** - **sources fixes** - **air intérieur** - **sources mobiles**



X- Conclusions et recommandations

Il a été procédé à une étude des principales mesures de réduction de la pollution atmosphérique urbaine proposées, programmées ou actuellement mises en œuvre.

Sur cette base, a été proposée une hiérarchisation selon un ensemble de critères que les experts ont voulu explicites. Ils se sont fixé comme objectif de mettre en lumière les mesures de nature à lutter de manière efficace à la fois contre la pollution atmosphérique aux échelles locale (les indicateurs de pollution retenus pour guider ces efforts sont les particules et le benzène), régionale (avec comme cible la réduction des niveaux d'ozone) et globale (visant à la réduction des émissions de CO₂). A cet effet, le regard posé est principalement technico-scientifique mais aussi citoyen. D'autres systèmes de hiérarchisation (par exemple donner une priorité aux mesures donnant un résultat à court terme ou relevant des seules décisions nationales d'ordre réglementaire ou fiscal) auraient sans doute conduit à la sélection d'autres priorités. Les principaux enseignements qui peuvent en être tirés sont les suivants :

1. Anticiper, accélérer et étendre le plan d'action gouvernemental.

Parmi les mesures jugées prioritaires, certaines sont aujourd'hui appliquées, tandis que d'autres sont soit prévues, soit déjà inscrites dans la réglementation qui vise à réduire les différentes sources, fixes ou mobiles, d'émission des polluants dans l'air ambiant ou dans l'air intérieur. Le groupe de travail souligne, cependant, que la mise en œuvre de quelques unes de ces mesures peut être anticipée ou accélérée (comme le respect des plafonds d'émission). D'autres mesures peuvent voir leur objet étendu, telle l'obligation du captage des vapeurs d'essence élargie à toutes les stations, quelle que soit leur capacité).

Aux côtés des mesures existantes, quelques mesures complémentaires sont proposées, par exemple : accélérer l'équipement de tous les véhicules lourds en filtres à particules (FAP) et promouvoir cet équipement en première monte sur tous les véhicules légers. Le groupe d'experts insiste également, comme étant une mesure centrale, sur le développement des transports en commun des personnes à haute qualité de service, et sur le développement, sécurisé, de la marche et du vélo.

Tout en tenant compte des avantages et des inconvénients de telle ou telle mesure, le groupe de travail propose de poursuivre, en accélérant sa mise en œuvre, le partage de la chaussée dans toutes les agglomérations urbaines. Cela exige, d'une part, de ne pas

oublier la périphérie au seul profit du centre-ville et, d'autre part, de veiller à la qualité environnementale des modes de transport envisagés. C'est bien la plurimodalité qui est ici encouragée. Il est également proposé d'agir sur l'offre comme sur la demande grâce à un levier fort comme le stationnement. Au travers notamment de leur offre de stationnement sur le lieu de travail, les Plans de déplacement d'entreprise (PDE) représentent un enjeu important pour lequel le secteur public, par son indispensable exemplarité, pourrait jouer un rôle essentiel. PDE et transport de marchandises en ville sont deux thèmes qui devraient être concrètement mis en œuvre au sein des Plans de déplacement urbains (PDU) en France.

2. Réglementer de manière plus contraignante les sources mobiles.

L'ensemble des mesures techniques concernant les sources mobiles, qui restent à l'heure actuelle beaucoup moins contrôlées que les sources fixes et qui sont différentes selon la substance envisagée, pourrait faire l'objet d'une réglementation plus contraignante afin d'être respectée.

Par exemple, fixer des valeurs d'objectifs d'émission nettement plus faibles pour les particules rendrait en pratique le FAP indispensable sur les véhicules à moteur diesel. Le « rétro-fit » (l'installation de filtres sur des véhicules déjà en circulation) est possible et recommandé à courte échéance pour les bus et les poids lourds. Il pourrait faire également l'objet d'essais pour les engins non routiers, après diminution des teneurs en soufre du fioul qu'ils utilisent.

Dans le cas spécifique des engins de chantier, l'étude Suisse (OFEFP, 2002 et 2003) montre que le rétro-fit est d'ores et déjà possible. L'équipement en première monte pourrait être étendu à toutes les gammes de véhicules légers (pour lesquels le rétro-fit est actuellement impossible d'après les tests de l'ADEME). Le groupe de travail recommande vivement l'accélération d'une telle démarche, au vu des conclusions qui suivent sur les particules (point 5).

Pour les NOx, et sur la base des données parisiennes, la source la plus importante d'émission en zone urbaine provient essentiellement des véhicules utilitaires diesel lourds. La proposition consistant à encourager une politique incitative visant à équiper les taxis, les petits véhicules utilitaires et les flottes captives de motorisations moins polluantes gagnerait donc à être étendue à l'ensemble des véhicules utilitaires.

De plus, la toute récente innovation d'un constructeur, dont la technologie des filtres jouerait à la fois sur la réduction de l'émission des particules mais aussi des NOx, justifie un complément d'information.

Pour les COV, bien qu'il y ait de nombreuses autres sources diffuses dont le contrôle devrait être renforcé (industries de la peinture et de l'imprimerie, stations-service, produits de construction et d'usage courant etc.), selon l'inventaire dressé par le CITEPA, les deux-roues contribuent de façon significative aux émissions urbaines. En plus des risques d'accidents et des autres formes de nuisances qu'ils génèrent (problèmes majeurs qui méritent d'être traités par ailleurs), il semble important de mieux réglementer le pouvoir émissif des deux-roues et de favoriser le passage du 2 temps au 4 temps.

Globalement, l'accès au centre-ville ne serait envisagé que pour les véhicules respectant les valeurs d'objectifs d'émissions fixées, régulièrement actualisées.

Enfin, bien qu'il soit important d'agir sur le moteur et l'épuration des effluents, l'amélioration de la qualité des carburants et de leur distribution reste encore nécessaire : le groupe recommande donc d'accélérer le captage des vapeurs d'essence dans les stations-service (et de l'étendre aux stations de plus petite capacité) et de garantir un carburant de qualité maximale qui puisse contribuer à atteindre les objectifs fixés⁸.

3. Infléchir les émissions de CO₂.

La question du CO₂ n'est pas spécifiquement approfondie dans ce rapport, qui se focalise sur les expositions des populations en site urbain : on se réfèrera aux autres programmes nationaux et internationaux en cours, dont le Plan national de lutte contre le changement climatique.

Toutefois, les prospectives de l'OMS des émissions liées au transport montrent que, si on ne l'infléchit pas, la part des émissions de CO₂ de ce secteur va augmenter et contribuer de plus en plus significativement à l'accroissement de l'effet de serre et donc, aux graves effets sur la santé liés aux changements climatiques qui en découleront indirectement ou directement.

⁸ La question de la présence de benzène dans le carburant (à une teneur actuellement de l'ordre de 1%), sans être identifiée par un étiquetage « substance dangereuse », alors qu'il s'agit d'un cancérigène notoire interdit dans tout autre produit de consommation grand public, a été largement débattue sans pourtant faire l'objet de recommandation spécifique. En effet, la suppression du benzène dans les essences semble techniquement faisable quoique à un coût jugé très élevé par l'industrie pétrolière (on se rappellera que la même objection était avancée lorsqu'il s'agissait de l'abaisser en dessous d'un taux de 5%). De plus, le benzène est de toute façon émis au pot d'échappement même sans être présent dans le carburant.

4. Donner une priorité aux mesures permettant de réduire les expositions.

Pour les experts, le critère qui a le plus de poids, du point de vue de l'établissement des priorités, est celui du potentiel de réduction des émissions et des expositions. Or, bien que certaines mesures soient quantitativement évaluées quant à leur potentiel de réduction des émissions (il y a d'ailleurs peu d'études de ce type en France par rapport, par exemple, à la Suisse, l'Allemagne etc.), ce n'est pas le cas pour leur impact sur les expositions. Si émission et exposition sont corrélées, la relation entre ces deux notions n'est pas nécessairement proportionnelle, comme l'illustre à l'extrême le cas de l'ozone, dont les relations avec les précurseurs (COV et NOX) sont très complexes.

Des travaux sont recommandés pour améliorer la connaissance des impacts des différentes stratégies de réduction des émissions polluantes sur les expositions étant entendu que, du point de vue sanitaire, c'est la réduction de l'exposition (pour laquelle les concentrations dans l'air ambiant fournissent le plus souvent une estimation) qui sert de clé pour déterminer les progrès à réaliser.

5. Fixer des objectifs quantifiés de réduction de la pollution atmosphérique et des expositions.

Les outils de planification issus de la LAURE, tels que les PDU, abordent encore la problématique de la qualité de l'air de manière trop succincte. Sauf rares exceptions, ils ne comportent pas d'objectifs précis et quantifiés en termes de réduction de la pollution atmosphérique et des expositions.

Cela explique certainement pourquoi les mesures relatives aux outils locaux et régionaux de planification sont, le plus souvent, classées par le groupe de travail dans la deuxième moitié de la liste des priorités, alors même que des mesures plus spécifiques intégrées aux PDU arrivent en tête (promotion des TC, de la marche et du vélo). La façon dont les PDU sont aujourd'hui mis en œuvre n'encourage pas, dans la grande majorité des agglomérations françaises, une politique volontariste efficace, cohérente, lisible par tout un chacun, en synergie avec d'autres politiques sectorielles de santé publique.

La mise en place obligatoire de procédures d'évaluation, dans les PRQA et les PDU de nouvelle génération, en termes de réduction de la pollution atmosphérique et de l'exposition de la population, est donc fortement appuyée par le groupe de travail. Elle pourrait faire l'objet d'une méthodologie harmonisée au plan national (mise au point d'indicateurs etc.), avec des objectifs clairs et des échéances précises.

6. Mieux prendre en compte les particules dans l'élaboration des stratégies de réduction de la pollution atmosphérique.

Paradoxalement, les particules sont très peu prises en compte encore, à l'heure actuelle en France, dans l'élaboration et l'évaluation des stratégies de réduction des polluants atmosphériques (on notera que c'est également le cas dans les procédures d'information du public, seule la région Alsace ayant, à ce jour, un seuil d'information fondé sur les particules).

Pourtant, l'état d'avancement des connaissances sur leur dangerosité le justifierait. Les résultats de l'évaluation du risque conduite en parallèle de ce travail (AFSSE 2004) concernant le lien entre l'exposition au long cours aux particules en zone urbaine française et l'incidence du cancer du poumon ou de la mortalité cardio-respiratoire, plaident en faveur de la prise en compte rapide des particules comme une préoccupation majeure des politiques publiques de réduction de la pollution atmosphérique en France. Cela implique entre autres de travailler sur la prospective des émissions de particules : les inventaires d'émissions, comme les simulations, sont encore peu stables à ce jour, contrairement à ceux réalisés pour d'autres substances.

7. Evaluer l'impact des mesures de réduction de la pollution atmosphérique sur la santé.

L'impact sur la santé humaine des mesures de réduction de la pollution atmosphérique a été peu étudié. Toutefois, les résultats concluants de quelques études d'intervention au niveau international (ex. interdiction du charbon à Dublin, limitation des teneurs en soufre des combustibles à Hong Kong...) ont poussé certains pays, en particulier les États-unis, à réfléchir sur des méthodes d'évaluation de l'impact sur la santé des mesures de réduction de la pollution atmosphérique qui soient intégrées aux procédures réglementaires (ces travaux sont développés ci-après). Il n'existe pas d'études d'intervention en France ; à cet égard, le programme PSAS9 (« Programme de surveillance air et santé dans 9 villes » coordonné par l'InVS et qui, à ce jour s'est surtout attaché à quantifier l'impact sanitaire à court terme), est exemplaire au niveau européen. PSAS9 est complété par l'étude APHEIS (InVS 2003) dans laquelle les effets à long terme des particules n'étaient considérés encore récemment que par l'indicateur de la mortalité totale. Depuis APHEIS-3 (juillet 2004), les causes spécifiques de mortalité à long terme pour les particules sont désormais prises en compte.

Cette absence des études est regrettable tant elles sont essentielles pour apprécier la pertinence en termes de santé publique des efforts parfois très lourds visant à réduire la pollution atmosphérique. A souligner aussi le récent système de prévision Prev'air animé par l'INERIS. Cet outil de prévision, complémentaire aux réseaux de surveillance pour la qualité de l'air, a comme objectif (à côté de la prévision quotidienne des pics journaliers et l'alimentation d'une base de données de simulation) de réaliser des bilans et études de scénarios afin de simuler l'effet de mesures de réduction des émissions polluantes (ozone, NO₂ et bientôt particules), et permettre ainsi d'orienter les politiques environnementales.

Toutefois, ces prévisions visent en priorité à améliorer l'efficacité des mesures d'alerte. A ce jour, en France, le gain sanitaire des mesures de réduction de la pollution atmosphérique, en particulier à long terme, ne fait pas l'objet d'une évaluation systématique (*ni a priori ni a posteriori*).

8. Renforcer les actions destinées à améliorer l'éducation, la formation et l'information du public.

Le secteur public devrait donner l'exemple dans ces domaines. L'écart est en effet très fort en France entre les opinions, les sensibilités et les pratiques ; cette distance est encore plus délicate à réduire dès lors que les phénomènes qui nous intéressent ne sont plus seulement des pics de pollution, très médiatisés, mais des expositions insidieuses au long cours.

En témoigne le déficit d'explication et de compréhension des efforts qui restent à entreprendre pour réduire l'espace occupé par les transports motorisés individuels dans l'espace urbain et notre vie quotidienne. « Les contraintes proposées pour réduire ces pollutions (*insidieuses*) doivent donc être acceptées à partir de la peur et du risque sanitaire. Toutefois, peurs et responsabilité devront être invoquées et conjuguées pour la construction d'une ville durable et solidaire reposant sur une participation dynamique des habitants. En effet, la réglementation, sans de profonds changements culturels et comportementaux ne pourra, seule, être efficace. » (I. Roussel)

Les membres du groupe de travail sont conscients que les mesures recommandées, pour être mises en perspectives, doivent faire l'objet d'une véritable analyse socio-économique. Aussi, ces propositions doivent-elles encore être passées au crible de la faisabilité et de l'acceptabilité par les différentes parties prenantes dans l'action en faveur de la réduction atmosphérique.

Même si la dimension sociétale des mesures avancées n'a pas été développée dans les conclusions de ce rapport, elle reste présente dans l'esprit du groupe de travail. Ainsi, il leur apparaît fondamental que les « points chauds », les zones les plus polluées, soient rapidement identifiées, évaluées en termes d'impact sur la santé et réduites, voire supprimées, dans un souci de santé publique mais aussi de cohésion et de justice sociales.

L'impact des politiques de gestion de la qualité de l'air sur l'amélioration de la santé publique fait l'objet actuellement d'un effort, au plan international, visant à évaluer les performances de toutes les politiques environnementales (appelé « accountability ») (Health Effects Institute accountability working group 2003). Pour une bonne partie, en effet, l'amélioration de la qualité de l'air a pu être obtenue, pour certaines familles de polluants, grâce à des politiques de plus en plus exigeantes qui ont souvent nécessité des efforts, assortis de mesures de contrôle, qui sont difficiles à mettre en oeuvre. Il est légitime, dès lors, que les acteurs de ces politiques (responsables politiques, industriels, citoyens) demandent qu'en regard des efforts réalisés par le passé pour réduire la pollution de l'air, soient apportés des éléments démontrant leur impact pour la santé publique.

Si les travaux d'évaluation du risque estiment que la pollution de l'air, aux niveaux ambiants actuels est encore à l'origine d'un nombre élevé de décès prématurés et de maladies respiratoires et cardiaques, tout particulièrement, rares sont *les preuves directes* d'une amélioration de la santé liée aux mesures de maîtrise mises en place.

Pour procéder à cette démonstration, il faut au préalable évaluer l'efficacité des réglementations sur la réduction des émissions ; il s'agit de vérifier si ces réductions affectent bel et bien les concentrations dans l'air ambiant. Les évaluations doivent étudier ensuite si les effets néfastes pour la santé de la pollution de l'air ont été réduits. Bien que cette démarche n'en soit qu'à ses débuts, l'anticipation, dès aujourd'hui, des évaluations de l'impact sur la santé des politiques futures de réglementation de la qualité de l'air apparaît indispensable (Health Effects Institute accountability working group 2003). En effet, les réglementations sont promulguées pour prendre effet sur des périodes différentes, avec plusieurs niveaux de responsabilité : les acteurs sont divers, de même que les échelles des actions engagées. De fait, des approches variées et intégrées sont nécessaires pour évaluer l'impact des interventions réglementaires sur les expositions et la santé humaine aux niveaux local, régional et national, et sur différentes périodes de temps. Une mesure d'intervention peut résulter ou non en une amélioration la qualité de l'air ; elle peut aussi impliquer des changements d'activité et de comportement ou des modifications économiques qui peuvent eux aussi, en ricochet, avoir des effets sur la santé. De façon générale, plus le temps est long entre la promulgation d'une réglementation et la manifestation de ses effets,

plus est grande la possibilité d'interférence d'autres phénomènes qui rendent difficile l'appréciation des impacts de ces mesures sur la santé. Un cadre conceptuel est donc nécessaire pour systématiser l'estimation des bénéfices pour la santé des réglementations visant à améliorer la qualité de l'air. Aux Etats-Unis, celui promulgué par le NRC en 1998 pour l'étude des effets sur la santé des particules dans l'air ambiant est retenu (Health Effects Institute accountability working group 2003). Il permet d'identifier les principales questions à se poser :

- 1- Des mesures de contrôle des sources d'émission ont-elles été mises en place ?
- 2- Le contrôle des sources a-t-il permis de réduire les émissions ? Y a-t-il eu d'autres conséquences non anticipées ?
- 3- Les concentrations dans l'air des polluants ont-elles diminué du fait des mesures de contrôle à la source et des réductions d'émissions ?
- 4- L'exposition à la pollution de l'air a-t-elle diminué ? Pour quelle(s) fraction(s) de la population ? Dans l'évaluation des modifications de l'exposition, deux facteurs doivent être considérés : quelle a été l'évolution des concentrations ambiantes en regard de celles des émissions, et comment la mesure pourrait-elle avoir changé le comportement (et donc l'exposition) des populations qu'elle était censée protéger ?
- 5- Les réductions de l'exposition ont-elles permis de diminuer la dose ?
- 6- Les risques pour la santé ont-ils été réduits ? La recherche doit identifier quels effets et quelles techniques de mesure sont les plus directement attribuables à l'exposition à la pollution atmosphérique.

Les estimations du nombre de cas de décès ou de maladie pouvant être évités en réduisant l'exposition à la pollution de l'air sont sujettes à de nombreuses controverses. Or, elles sont très importantes dans le processus d'analyse décisionnelle. C'est sur ce constat que le NRC (National Research Council 2002) a évalué, à la demande du Sénat américain et de l'agence de protection de l'environnement américaine (EPA), les méthodes utilisées pour dériver les estimations des bénéfices pour la santé des mesures de réduction de la pollution atmosphérique et a formulé des recommandations de bonnes pratiques pour ce type d'analyse afin qu'une méthodologie commune puisse être systématiquement suivie par l'EPA dans ses analyses réglementaires futures. Parmi les recommandations, on note : (i) comparer les estimations des bénéfices de différentes options donnant une image réaliste des choix disponibles pour le politique, (ii) identifier si d'autres impacts que ceux attendus sont possibles pour la santé humaine ou l'environnement (négatifs ou positifs), (iii) estimer les bénéfices tous les 5 ans, (iv) présenter les hypothèses utilisées pour estimer les émissions dans les 2 scénarios : avec et sans mesure, (v) identifier clairement les

statistiques de base utilisées pour la prospective des émissions, de la qualité de l'air et des effets sur la santé, (vi) évaluer les degrés d'adéquation entre prédictions du modèle et observations mesurées, (vii) mieux présenter et communiquer sur les changements de morbidité et de qualité de vie, (viii) ne pas se référer uniquement aux nombres absolus d'effets néfastes évités mais aussi aux projections du nombre total de cas et des tailles de population, (ix) évaluer les incertitudes etc. Un effort de présentation de l'analyse des bénéfices est ainsi souhaitable. A cette fin, le NRC propose un tableau permettant de la résumer (figure 5).

Dans la Déclaration de Belfast sur les villes-santé, en date du 22 octobre 2003 (www.who.dk) appelant à action les responsables politiques, figure le point suivant : « promouvoir l'évaluation de l'impact sur la santé comme moyen pour l'ensemble des secteurs de concentrer leur action sur la santé et la qualité de vie ». Il y est rappelé que les villes ne peuvent agir seules : les gouvernements nationaux sont appelés, entre autre, « à reconnaître que les politiques nationales en matière de santé et de durabilité ont une dimension locale et à prendre conscience de l'importante contribution que les villes peuvent avoir à cet égard ».

La France pourrait dès à présent suivre ces recommandations. Ce rapport, ainsi que celui qui le complète sur les estimations de l'impact sanitaire de la qualité de l'air dans les grandes agglomérations françaises, fournissent pour cela de nombreuses pistes. Les scénarios d'action qui y sont décrits et argumentés du point de vue de la sécurité sanitaire se veulent une contribution au nécessaire débat public et à la préparation du plan d'action gouvernemental, dans le fil des priorités définies par le comité d'orientation du Plan national santé environnement.

Figure 5 - Extrait de (National Research Council 2002)

TABLE 6-1 Items to Be Reported in the Summary of a Benefits Analysis of an Air Pollutant Control Regulation

| Framing the Analysis | Emissions and Air Quality | Health Benefits |
|--|--|--|
| <p>Describe each regulatory option</p> <ul style="list-style-type: none"> Geographic scope Timing Parties affected <p>Describe the boundaries of the analysis</p> <ul style="list-style-type: none"> Time period of benefits analysis Intervals at which benefits are calculated Pollutants evaluated Degree of compliance with regulation <p>Describe the regulatory baseline</p> <ul style="list-style-type: none"> Conditions without regulation, including other regulations in place and assumptions about the economy and population. <p>Highlight any assumptions that have a substantial impact on the results of the analysis</p> | <p>Summarize emissions at the national level by sector with and without the regulation</p> <ul style="list-style-type: none"> Compare baseline emissions to historical trends Present emissions changes associated with the regulation in absolute and in percentage terms <p>Summarize ambient air quality by region and at the national level with and without the regulation</p> <ul style="list-style-type: none"> Report as population-weighted annual averages Compare baseline air quality to historical trends Present pollution changes associated with the regulation in absolute and in percentage terms | <p>List health outcomes evaluated and describe each</p> <p>Indicate time path of avoided cases for each health outcome</p> <p>For quantified outcomes at each time period for which results are presented, the following information should be presented</p> <ul style="list-style-type: none"> Size of exposed population Baseline number of cases (cases/100,000) Coefficient of concentration-response function Number of avoided cases <p>For avoided mortality and chronic morbidity, information indicated above should be presented by age at onset and remaining life expectancy</p> |

Bibliographie

- ADEME (1998). Emissions de polluants et consommation liées à la circulation routière. Paris, ADEME.
- ADEME (2001a). Deux roues, émissions de polluants et consommations d'énergie, premier rapport d'essais. Paris, ADEME.
- ADEME (2001b). Les carburants : évolutions et perspectives. Paris, ADEME.
- ADEME (2001c). Véhicules : technologies actuelles et futures. Paris, ADEME.
- ADEME (2004 - à paraître). Votre plan de déplacements d'entreprise : connaître pour agir. Paris, ADEME: 92 pages.
- AFSSE (2004). Impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine. Estimation de l'impact lié à l'exposition chronique aux particules fines sur la mortalité par cancer du poumon et par maladies cardio-respiratoires en 2002, et projections d'ici 2020. Paris, AFSSE.
- Alm S., Mukala K. and Jantunen M. (2000). "Personal carbon monoxide exposures of preschool children in Helsinki, Finland : levels and determinants." Atmospheric Environment **34**(2): 277-285.
- Bachelot-Narquin R (2003). Plan air. Paris, Communication en Conseil des Ministres sur la pollution de l'air.
- Barbusse S. and Plassat G. (2003). Les particules de combustion automobile et leurs dispositifs d'élimination. Paris, ADEME: 36 pages.
- Beeson W.L., Abbey D.E. and Knutsen S.F. (1998). "Long-term concentrations of ambient air pollutants and incident lung cancer in California adults : results from the Ashmog study." Environmental Health Perspectives **106**(12): 813-822.
- Boiteux M. (2001). Transports : choix des investissements et coût des nuisances. Rapport remis au Commissariat général du plan :323 pages.
- Boström C.E., Almén J., Steen B. and Westerholm R. (1994). "Human exposure to urban air pollution." Environmental Health Perspectives **102**(4): 39-47.
- Boudet C., Zmirou D. and Vestri V. (2001). "Can one use ambient air concentration data to estimate personal and population exposures to particles ? An approach within the European EXPOLIS study." Sci Total Environment **267**(1-3): 141-150.
- Boudet C., Zmirou D. and Déchenaux J. (2000). "Personal exposure to fine particles (PM2.5) in the Grenoble population ; European EXPOLIS study." Rev Epidemiol Sante Publique **48**(4): 341-350.
- Brauer M., Hirtle R.D, Hall A.C. and Yip T.R. (1999). "Monitoring personal fine particle exposure with a particle counter." J Expo Anal Environ Epidemiol **9**(3): 228-236.
- Brignon J.M. and Soleille S. (2002). Etude de mesures économiques et structurelles pour réduire les émissions de NOx, SO2, COV et NH3. Verneuil-en-Halatte, INERIS: 192.
- Brunekreef B. and Holgate S.T. (2002). "Air pollution and health." The Lancet **360**: 1233-1242.
- Buffier D. (2003). "L'autoroute ferroviaire ouvre une nouvelle voie pour le fret à travers les Alpes." Le Monde: 12.
- Buffier D. (2003). "Les élus s'interrogent sur l'opportunité d'instaurer des péages urbains." Le Monde.
- Cabour C. (2003). "Taxe sur le tarmac ?" ParisObs: 14.
- Carrer P., Maroni M., Alcini D. et al (2000). "Assessment through environmental and biological measurements of total daily exposure to volatile organic compounds of office workers in Milan, Italy." Int J of Indoor Air Quality and Climate **10**(4): 258-268.
- CCFA (2003). Analyse et statistiques - L'industrie automobile française. Paris, CCFA.
- CERTU (2002). Bilan des PDU de 1996 à 2001 : de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie à la loi relative à la solidarité et au renouvellement urbains. Lyon, CERTU/ADEME.

- CERTU (2002). Evaluation de l'impact sur la qualité de l'air de scénarios de déplacements urbains : étude pilote de Saint Etienne. Lyon, CERTU.
- Chan L.Y. and Liu Y.M. (2001). "Carbon monoxide levels in popular passenger commuting modes traversing major commuting routes in Hong-Kong." Atmospheric Environment **35**(15): 2637-2646.
- Ciccone G. (2000). "Features of traffic near houses and respiratory damage in children : the results of SIDRIA (italian study on respiratory problems in childhood and the environment)." Am Ist Super Sanita **36**(3): 305-309.
- Clancy L., Goodman P., Sinclair H. and Dockery D.W. (2002). "Effect of air-pollution control on death rates in Dublin, Ireland : an intervention study." The Lancet **360**: 1210-1214.
- Clench-Aas J., Bartonova A., Kjaerboe R. and Kolbenstvedt M. (2000). "Oslo traffic study - part 2 : quantifying effects of traffic measures using individual exposure modeling." Atmospheric Environment **34**: 4737-4744.
- Conseil fédéral aux commissions parlementaires (2002). Rapport sur le transfert du trafic du 27 mars 2002, Conseil fédéral aux commissions parlementaires: 70 pages.
- Conseil national de l'évaluation (2002). Evaluation des politiques publiques en faveur du transport combiné rail-route. Paris, Conseil national de l'évaluation et Commissariat général du plan: 257 pages.
- Dab W. and Roussel I. (2001). L'air et la ville. Paris, Vincent Fleury, Hachette Littérature : 218 pages
- Delsey J (2002). Primequal-Predit 1995-2000 - Connaître pour agir sur la pollution atmosphérique à l'échelle locale. Paris, ADEME, MEDD.
- Ebelt S., Brauer M., Cyrus J., Tuch T., Kreyling W.G., Wichmann H.E. and Heinrich J. (2001). "Air quality in postunification Erfurt, East Germany : associated changes in pollutant concentrations with changes in emissions." Environmental Health Perspectives **109**(4): 325-333.
- Erhel C. (2003). "Exit les camions, on livre par wagons." ParisObs: 12-14.
- Friedman M.S., Powell K.E., Hutwagner M.S., Graham L.R. and Teague W.G. (2001). "Impact of changes in transportation and commuting behaviors during the 1996 summer olympic games in Atlanta on air quality and childhood asthma." JAMA **285**(7): 897-905.
- GART (2003). Les chiffres de référence des transports publics - Données au 31/12/2001. Paris, Groupement des Autorités Responsables de Transport: 23.
- GART (2003). Passant outre aux protestations des élus locaux, le gouvernement persiste dans sa volonté de supprimer les crédits pour les transports collectifs, GART.
- Gauvin S., Reungoat P., Cassadou S., Déchenaux J., Momas I., Just J. and Zmirou D. (2002). "Contribution of indoor and outdoor environments to PM2.5 personal exposure of children - VESTA study." Sci Total Environment **297**: 175-181.
- Giroult E. (2002). Pollution de l'air et transports : étude de l'interrelation réelle entre les émissions provenant des transports et la qualité de l'air, compte tenu des évolutions techniques prévisibles et la transposition des directives européennes sur la qualité de l'air. La Défense, Conseil Général des Ponts et Chaussées: 64 pages.
- Gorius A. (2003). "Régions : les bons voeux de Jean-Pierre Raffarin pour 2025." France Soir: 2.
- Haut Comité de Santé Publique (2000). Politiques publiques, pollution atmosphérique et santé : poursuivre la réduction des risques. Paris, HCSP.
- Health Effects Institute accountability working group (2003). Assessing health impact of air quality regulations : concepts and methods for accountability research. Boston MA, HEI: 99 pages.
- Hedley A.J., Wong C.M., Thach T.Q., Ma S., Lam T.H. and Anderson H.R. (2002). "Cardiorespiratory and all-cause mortality after restrictions on sulphur content of fuel in Hong Kong : an intervention study." The Lancet **360**: 1646-1652.
- Heinrich J., Hoelscher B., Frye C., Meyer I., Pitz M., Cyrus J., Wjst M., Neas L. and Wichmann E. (2002). "Improved Air Quality in Reunified Germany and Decreases in Respiratory Symptoms." Epidemiology **13**: 394-401.

- Heinrich J., Hoelscher B. and Wichmann E. (2000). "Decline of ambient air pollution and respiratory symptoms in children." Am J Respir Crit Care Med **161**: 1930-1936.
- Hopquin B. (2002). "Une baisse minime de la pollution atmosphérique épargnerait 1561 décès anticipés par an." Le Monde.
- Ilgen E., Levsen K., Angerer J. et al (2001). "Aromatic hydrocarbons in the atmospheric environment. Part III : personal monitoring." Atmospheric Environment **35**(7): 1265-1279.
- InVS (2003). APHEIS : Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique dans 26 villes européennes - Synthèse des résultats européens et résultats détaillés des villes françaises issues du rapport paru en octobre 2002. Saint Maurice, InVS.
- Janssen N., Hoek G., Brunekreef B. et al (1998). "Personal sampling of particles in adults : relation among personal, indoor and outdoor air concentrations." Am J Epidemiol **147**: 537-547.
- Katsouyanni K., Touloumi G., Spix C., Schwartz J., Balducci F., Medina S. et al (1997). "Short term effects of ambient sulphur dioxide and particulate matter on mortality in 12 European cities : results from time series data from the APHEA project." British Medical Journal **314**: 1658-1663.
- Klaeboe R., Kolbenstvedt, Clench-Aas J. and Bartonova A. (2000). "Oslo traffic study - part 1 : an integrated approach to assess the combined effects of noise and air pollution on annoyance." Atmospheric Environment **34**: 4727-4736.
- Kruize H., Hanninen O., Breugelmans O., Leuret E. and Jantunen M. (2003). "Description and demonstration of the EXPOLIS simulation model : two examples of modeling population exposure to particulate matter." J Expo Anal Environ Epidemiol **13**(2): 87-99.
- Künzli N. (2002). "The public health relevance of air pollution abatement." Eur Respir J **20**: 198-209.
- Künzli N., Kaiser R., Medina S., Studnicka M., Chanel O., Filliger P., Herry M., Horak F., Puybonnieux-Textier V., Quénel P., Schneider J., Seethaler R., Vergnaud J.C. and Sommer H. (2000). "Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution : a European assessment." The Lancet **356**: 795-801.
- Kuo H.W., Wei H.C., Liu C.S. et al (2000). "Exposure to volatile organic compounds while commuting in Taichung, Taiwan." Atmospheric Environment **34**(20): 3331-3336.
- Lioy P.J., Waldman J.M., Buckley T. et al (1990). "The personal indoor and outdoor concentrations of PM10 measured in an industrial community during the winter." Atmospheric Environment **24**(B): 57-66.
- Marchand J.M. (2001). Rapport d'information sur la pollution de l'air. Paris, Assemblée Nationale.
- Martuzzi M., Faberi M. and Pirrami F. (2002). Feasibility study for the assessment of the health impact and social costs of mopeds in town settings. Rome, WHO Europe: 108 pages.
- Mosqueron L., Momas I., Le Moullec Y. (2002). Personal exposure of Paris Office workers to nitrogen dioxide and fine particles. Occup Environ Med **59**(8):550-555.
- Mosqueron L. and Nedellec V. (2001). Inventaire des données françaises sur la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments. Paris, Observatoire de la qualité de l'air intérieur: 173 pages.
- Nafstad P., Haheim L.L., Oftedal B., Gram F., Holme I., Hjerlmann I. and Leren P. (2003). "Lung cancer and air pollution : a 27 year followup of 16 209 norwegian men." Thorax **58**: 1071-1076.
- National Research Council (2002). Estimating the public health benefits of proposed air pollution regulations. Washington DC, The National Academies Press:170 pages.
- Nations Unies (2003). Elaboration et mise en oeuvre de plans urbains de transport viables du point de vue de la santé et de l'environnement, Commission économique pour l'Europe des Nations Unies et Organisation Mondiale de la santé - Europe, proposition de projet des secrétariats de mai 2002: 8 pages.

- Nyberg F., Gustavsson P., Järup L., Berglind N., Jakobsson R. and Pershagen G. (2000). "Urban air pollution and lung cancer in Stockholm." Epidemiology **11**(5): 487-495.
- OFEFP (2000). A 30 à l'heure dans les communes : avantages, expériences, démarche - mode d'emploi. Berne, OFEFP: 26 pages.
- OFEFP (2003). Equipement de machines de chantier en filtres à particules - Analyse des coûts et des bénéfices. Berne, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage: 52 pages.
- Oglesby L., Rotko T., Krutli P., Boudet C., Kruize H., Nen M.J. and Kunzli N. (2000). "Personal exposure assessment studies may suffer from exposure-relevant selection bias." J Expo Anal Environ Epidemiol **10**(3): 251-266.
- Oudart B. and Allemant N. (2002). Préparation à la mise en oeuvre de la directive communautaire sur les plafonds nationaux d'émissions et la ratification du protocole de Göteborg du 1er décembre 1999 à la convention de Genève de 1979 sur la lutte contre la pollution transfrontalière à longue distance. Paris, CITEPA: 177 pages.
- Özkaynak H., Xue J, Spengler J et al (1996). "Personal exposure to airborne particles and metals : results from the particle TEAM study in Riverside, California." J Expo Anal Environ Epidemiol **6**: 57-78.
- Pitz M., Kreyling W.G. and Hölscher B. (2001). "Change of the ambient particle size distribution in East Germany between 1993 and 1999." Atmospheric Environment **35**: 4357-4360.
- Pomonti V. (2003). Nuisances environnementales du trafic automobile et organisation de l'espace et des transports urbains. Etude comparée de trois métropoles européennes: Athènes, Amsterdam, Paris. Orléans, Orléans: 617 pages.
- Pope C.A. (1989). "Respiratory disease associated with community air pollution and a steel mill, Utah Valley." AJPH **79**(5): 623-628.
- Pope C.A. (1996). "Particulate pollution and health : a review of the Utah valley experience." J Expo Anal Environ Epidemiol **6**(1): 23-34.
- Pope C.A., Burnett R.T., Thun M.J., Calle E.E., Krewski D., Ito K., Thurston G.D. (2002). "Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution." JAMA **297**(9): 1132-1141.
- QUARG (1996). Airborne particulate matter in the United Kingdom. Third Report of the Quality of Urban Air Review Group. Londres, Department of the environment: 176 pages.
- Quénel P Zmirou D, Dab W et al (1999). "Premature deaths and long term mortality effects of air pollution." International Journal of Epidemiology **28**(2): 362.
- Raaschou-Nielsen O., Hertel O., Thomsen B.L. and Olsen J.H. (2001). "Air pollution from traffic at the residence of children with cancer." Am J Epidemiol **153**(5): 433-443.
- Reungoat P., Chiron M., Gauvin S., Le Moullec Y. and Momas I. (2003). "Assessment of exposure to traffic pollution using the ExTra index : study validation." Environ Res **93**(1): 67-78.
- Rijnders E., Janssen N.A., van Vliet P.H. and Brunekreef B. (2001). "Personal and outdoor nitrogen dioxide concentrations in relation to degree of urbanization and traffic density." Environmental Health Perspectives **109**(3): 411-417.
- SCAQMD (2003). 2003 Air quality management plan, South Coast Air Quality Management District.
- Service cantonal de protection de l'air (2003). Plan de Mesures 2003-2010 : Assainissement de la qualité de l'air à Genève. Genève, République et Canton de Genève - Département de l'intérieur, de l'agriculture et de l'environnement: 97 pages.
- TFL (2003). Annual Report 2002/03. Londres, Transport For London - Mayor of London: 50 pages.
- TFL (2003). Congestion charging : 6 months on. Londres, Transport for London - Mayor of London.
- Tsai F.C., Smith K.R., Vichit-Vadakan N. et al (2000). "Indoor/outdoor PM10 and PM2.5 in Bangkok, Thailand." J Expo Anal Environ Epidemiol **10**(1): 15-26.

- Wallace L., Thomas J., Mage D. et al (1988). "Comparison of breath CO, CO exposure and Coburn model predictions in the US. EPA Washington-Denver (CO) study." Atmospheric Environment **22**: 2183-2193.
- WEKA (2002). La pollution intérieure des bâtiments : la connaître pour la prévenir. Paris, WEKA.
- Wijnen van J.H., Verhoeff A.P., Jans H.W.A. et al (1995). "The exposure of cyclists, car drivers and pedestrians to traffic-related air pollutants." Int Arch Occup Environ Health **67**: 187-193.
- Wong C.M., Lam T.H., Peters J., Hedley A.J., Ong S.G., Tam A.Y.C., Liu J. and Spiegelhalter D.J. (1998). "Comparison between two districts of the effects of an air pollution intervention on bronchial responsiveness in primary school children in Hong Kong." J Epidemiol Community Health **52**: 571-578.
- Wylser C., Braun-Fahrlander C., Künzli N et al (2000). "Exposure to motor vehicle traffic and allergic sensitization. The Swiss study on air pollution and lung diseases in Adults (SAPALDIA) team." Epidemiology **11**(4): 450-456.
- Zmirou D.,Gauvin S.,Pin I.,Momas I.,Just J.,Sahraoui F.,Le Moullec Y.,Bremont F.,Cassadou S.,Albertini M.,Lauvergne N.,Chiron M. and Labbe A. (2002). "Five epidemiological studies on transport and asthma : objectives, design, descriptive results." J Expo Anal Environ Epidemiol **12**(3): 186-196.
- Zmirou D.,Gauvin S.,Pin I.,Momas I.,Just J.,Sahraoui F.,Le Moullec Y.,Bremont F.,Cassadou S.,Albertini M.,Lauvergne N.,Chiron M. and Labbe A. (2004). "Traffic-related air pollution and incidence of childhood asthma : resultats of the VESTA case study." J Epidemiol Community Health **58**: 18-23.

Liste des annexes

Annexe 1 : Principaux résultats de l'inventaire des données françaises sur la qualité de l'air intérieur

Annexe 2 : Pollution atmosphérique : réglementation, sources d'émissions et évolution du parc automobile français. Rétrospective et Prospective

Annexe 3 : Contribution écrite de M. Roy, IFEN : Quelques données d'opinion sur la pollution de l'air et les transports

Annexe 4 : Audition de Mme Poupinot, FNAU, du 17/11/2003 : Politiques d'aménagement de l'espace urbain - L'impact de cette évolution sur l'organisation des transports en commun

Annexe 5 : Contribution écrite de Mme Duchène, GART : Quelles sont les propositions du GART en matière de politiques publiques, au niveau national et local, de nature à renforcer la part des transports collectifs et « doux » ?

Annexe 6 : Audition de Mme Smolar, RATP, du 1/12/2003 : Transports et désynchronisation des temps de la ville

Annexe 7 : Audition de Mme Meunier, CERTU, du 17/11/2003 : Bilan des PDU : enseignements des PDU « 1^{ère} génération » et tendance PDU « nouvelle génération »

Annexe 8 : Audition de M Morcheoine, ADEME, du 17/11/2003 : Déplacements urbains – Voyageurs et Marchandises

Annexe 9 : Contribution écrite de Mme Bonard, ADEME : Contribution du chauffage urbain aux émissions atmosphériques aujourd'hui et prévisions pour la prochaine décennie.

Annexe 10 : Contribution de M Pouet, ADEME : Bilan de la Charte Flamme Verte et de la marque NF Bois de Chauffage

Annexe 11 : Audition de M Carré, ADEME, du 1/12/2003 : Chauffage et maîtrise de l'énergie dans le secteur du bâtiment

Annexe 12 : Audition de Mme Buchmann, Alsace Qualité Environnement, du 1/12/2003 : Le développement de la HQE en France

Annexe 13 : Contribution écrite de Mme Lemaire, ADEME : Quelle analyse peut-on faire des politiques d'économie d'énergie dans l'habitat sur la qualité de l'air intérieur pour le passé et le futur ?

Annexe 14 : Contribution écrite de M Alary, LCPP : Note concernant la création d'une police de l'Environnement

Les impacts sanitaires de la pollution atmosphérique urbaine

Glossaire

Mai 2004

Risque et excès de risque pour la santé humaine

La notion de « risque » est une notion statistique. Dans le domaine de la santé humaine, c'est la probabilité de survenue d'un problème de santé (avoir une maladie, décéder du fait d'une maladie, etc.). Le risque est inhérent à la vie : c'est un fait, nous sommes tous exposés au risque d'avoir une maladie, même sans exposition spécifique, et à la certitude (probabilité de 100 %) de mourir tôt ou tard. Ce risque inscrit dans la condition humaine est rarement celui auquel on fait référence quand on parle de risque. Sous le même mot, on évoque le plus souvent ce que les scientifiques appellent un « excès de risque ».

Chez les personnes exposées à une source de nuisance, certains risques pour la santé présents même faiblement chez les personnes qui ne sont pas exposés à cette source, se trouvent augmentés. On mesure cette augmentation du risque ou « excès de risque » en comparant la probabilité de développer telle pathologie chez les personnes exposées à une source de nuisance avec la probabilité de développer la même pathologie chez les personnes non exposés à cette même source : si l'écart ainsi mesuré traduit une augmentation du risque, on considère alors que l'exposition à la source de nuisance est un facteur de risque d'origine environnemental.

Par exemple, l'exposition à des substances cancérigènes présentes dans l'air dans un secteur fortement marqué par le trafic routier et par des activités industrielles polluantes peut accroître la probabilité de développer un cancer, par inhalation continue de ces substances dangereuses. On peut aussi comparer sur une période donnée l'écart entre le taux d'apparition du risque chez une population exposée et le taux d'apparition du même risque chez une population non exposée (voir risque relatif).

Exposition à un polluant

L'exposition d'un individu à un polluant peut être définie par la quantité de polluant en contact avec un individu au cours d'une période donnée (courte ou longue) ; on peut aussi la décrire comme la co-existence d'un individu et d'un polluant dans le même micro-environnement (le domicile, le lieu de travail, le véhicule etc.) au cours de cette période. L'effet biologique et sanitaire de cette exposition est liée à la nature du polluant (propriétés physico-chimiques ou (micro-)biologiques), à la susceptibilité propre de l'individu (personne ou moment d'exposition plus ou moins sensible), à l'intensité, à la durée (toute la vie ou pendant un laps de temps plus court) et à la fréquence (continue, répétée ou non dans le temps) de l'exposition.

Evaluation du risque sanitaire

Des « évaluations du risque sanitaire » sont conduites afin de déterminer l'excès de risque de développer une maladie du fait d'une exposition spécifique à un polluant (atmosphérique par exemple). L'évaluation du risque sanitaire (ERS) est un processus que l'on décompose par convention en 4 étapes.

1. L'identification du danger (qui traduit le danger potentiel du polluant considéré) décrit les troubles biologiques ou les pathologies susceptibles d'apparaître du fait des propriétés intrinsèques d'un polluant ; elle décrit aussi le degré de vraisemblance de la relation causale entre l'exposition au polluant et le développement de ces troubles et pathologies (le « poids de la preuve »).

2. La relation « dose-réponse » (on dit aussi « exposition-risque ») décrit mathématiquement l'association entre une dose d'exposition et la réponse observée (l'apparition d'un effet sur la santé, c'est-à-dire la présence d'un risque) sur une période de temps donnée.

3. L'importance des excès de risque pour la santé dépend non seulement du « danger » (tel que défini plus haut), mais aussi du niveau d'exposition et de sa durée (intensité de l'exposition) ainsi que de sa fréquence. La détermination de ces paramètres fait partie de l'évaluation de l'exposition.

4. La caractérisation du risque utilise les résultats des étapes précédentes afin de décrire le type et l'amplitude de l'excès de risque attendu du fait des conditions d'exposition au polluant identifié au sein d'une population, considérée dans sa diversité. Elle intègre également une discussion sur les incertitudes associées aux estimations du risque.

En France, la démarche d'évaluation du risque est réglementairement appliquée dans le domaine des sites et sols pollués comme dans celui des « études d'impact » auxquels sont soumis les installations industrielles classées pour la protection de l'environnement, les grands projets d'aménagement et les infrastructures routières. Des guides méthodologiques ont ainsi été publiés : guide du Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) pour les sites et sols pollués, guide de l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS) pour les installations classées et guide de l'Institut National de veille sanitaire (InVS) pour l'ensemble des installations soumises à étude d'impact.

Evaluation d'impact sanitaire

Une évaluation d'impact sanitaire (EIS) est une étude d'évaluation des risques visant à estimer les effets sur la santé des populations d'une situation d'exposition existante, passée ou future. Pour un niveau d'exposition, un type d'effet sanitaire (par exemple, le cancer du poumon) et une période donnée, l' EIS permet d'estimer le nombre de cas « attribuables » aux effets de la pollution (atmosphérique par exemple) à partir de relations exposition risque préalablement établies. Les cas attribuables sont exprimés par rapport à un niveau d'exposition de référence, et sont donc potentiellement évitables si les niveaux de pollution étaient ramenés à ce niveau de référence.

Probabilité

Une probabilité est un nombre compris entre 0 et 1. Une probabilité égale à 0 signifie que l'évènement (par exemple, la survenue d'un problème de santé du fait d'une exposition environnementale) est impossible. Une probabilité égale à 1 signifie que l'évènement est certain. Une probabilité de 0,5, par exemple, indique qu'il y a une « chance » sur 2 (c'est-à-dire 50 % de chance) que l'évènement qui nous intéresse (ou nous préoccupe) se réalise.

Excès de risque

Un *excès de risque* (ER) correspond au risque supplémentaire dû à une exposition spécifique (appelons la R_{expo}) par rapport au risque dans une population de référence (« non exposée » à ce facteur spécifique) soumise au « bruit de fond » (R_{fond}). Il convient le plus souvent de parler en terme d'excès de risque car, habituellement, un problème de santé résulte de la

combinaison d'un ensemble de facteurs de risque, et non de l'action exclusive d'un facteur unique. $ER = R_{\text{expo}} - R_{\text{fond}}$

Autrement dit, le « risque » en l'absence de l'exposition particulière qui nous intéresse est rarement nul (il y a d'autres facteurs qui contribuent à ce risque qui constituent ainsi le « bruit de fond » sur lequel se surajoute l'effet propre de l'exposition).

Risque relatif

Un *risque relatif* (RR) est un indicateur statistique utilisé en épidémiologie et mesurant la relation entre une exposition (à un facteur de risque, par exemple la pollution atmosphérique) et l'apparition d'une maladie ou autre problème de santé : c'est une mesure du risque. Il est calculé par *le rapport* du risque (c'est-à-dire du taux de la maladie - ou de décès) chez les individus exposés (T_{exp}) au facteur d'exposition étudié au taux de la maladie (ou de décès) chez des individus « non (ou peu) exposés » (T_0). $RR = T_{\text{exp}} / T_0$. Autrement dit, il s'agit du risque chez les exposés, rapporté au risque chez les non exposés, sur une période de temps donnée. Par exemple dire que les fumeurs ont 18 fois plus de "chances" d'avoir un cancer du poumon que les non fumeurs au cours de leur vie est équivalent à dire que le risque relatif est de 18.

Risque attribuable

Le *risque attribuable* (RA) est une mesure de l'impact sur la santé publique de situations environnementales, de pratiques collectives et/ou de comportements individuels. Il représente aussi le bénéfice attendu si l'on peut supprimer l'exposition dans la population. Il peut être calculé par *la différence* entre le taux de la maladie (ou de décès) chez les individus exposés (T_{exp}) au facteur d'exposition étudié (par exemple, la pollution atmosphérique) et le taux de la maladie chez des individus « non (ou peu) exposés » (T_0). $RA = T_{\text{exp}} - T_0$

Ce risque attribuable s'exprime souvent en pourcentage de cas de maladies (ou de décès) dû au(x) facteur(s) de risque considérés (on parle alors de « fraction attribuable » - FA). $FA = (T_{\text{exp}} - T_0) / T_0$



agence française de sécurité sanitaire environnementale
27-31 avenue du Général Leclerc
94704 Maisons-Alfort Cedex
Tél. +33 1 56 29 19 30
afsse@afsse.fr

www.afsse.fr

ISBN 2-11-095500-7