



TRANSPORT ET POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE : L'ÉTAT DU DISPOSITIF D'OBSERVATION STATISTIQUE

Michel HOUÉE

Face à la montée des préoccupations environnementales interpellant le secteur des transports, une nouvelle formation a été constituée dans le cadre du Comité d'évaluation et de développement de l'information dans les transports (CEDIT) en janvier 1994 pour effectuer un diagnostic du système d'observation des impacts du transport sur l'environnement. Ce groupe a, dans un premier temps, concentré son attention sur la mesure de la pollution atmosphérique, en étendant à l'amont son investigation à la mesure de la consommation d'énergie.

Cette note rend compte des principaux constats et recommandations du groupe.

Les mesures de concentration de polluants atmosphériques

Une première approche de l'impact des transports sur la pollution atmosphérique consiste à mesurer la concentration (ou immission) de polluants dans l'air en des lieux exposés à l'activité des modes de transport. C'est ce qu'a notamment entrepris l'observatoire des réseaux de mesure de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME).

Ce dispositif de surveillance national comprend environ 900 analyseurs automatiques de SO₂, NO_x, CO, HC₁, O₃ et particules en suspension, 190 préleveurs de fumées noires et de plomb et environ 500 stations de prélèvement et de mesure des poussières sédimentables, du fluor, des précipitations et d'aérosols radioactifs. Les substances toxiques (composés aromatiques, hydrocarbures aromatiques polycycliques, hydrocarbures chlorés, aldéhydes, cadmium...) et les composés organiques primaires à l'origine de la pollution photochimique ne sont pas mesurés.

Les agglomérations à l'intérieur desquelles les mesures sont effectuées sont principalement concentrées dans la partie est du territoire. C'est dans cette zone géographique que l'urbanisation et l'industrialisation sont les plus intenses ; en outre, les vents n'y ont pas les mêmes effets de dissipation des polluants qu'à proximité du littoral atlantique.

A l'origine, en 1987, les mesures portaient principalement sur les concentrations de dioxyde de soufre provenant en majorité de l'activité industrielle. Depuis, l'observation a été renforcée sur les oxydes d'azote, dont 70% des émissions sont imputables à l'automobile d'après le Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (CITEPA), et sur l'ozone, aucune tendance nette d'évolution n'apparaissant en ce qui concerne ces deux polluants.

En revanche, la pénétration des voitures Diesel et catalysées a fait chuter la concentration d'oxyde de carbone, cependant que l'essence sans plomb a diminué la teneur en plomb de l'air.

Un travail de mise au point d'un traceur permettant de mesurer les immissions de particules des véhicules diesel est en cours. On projette également de développer une mesure des BTX.

ENVIRONNEMENT

Les bilans énergie-polluants

La seconde voie consiste à établir des bilans énergie-polluants à partir des inventaires disponibles. Une des difficultés provient de la multiplicité de ces inventaires, tant au niveau international à l'initiative de l'ONU, de l'OCDE et de l'Union européenne, qu'au niveau régional (budgets énergie-émissions des déplacements INRETS/ADEME).

L'inventaire CORINAIR-COPERT* réalisé par le CITEPA semble toutefois faire l'objet d'un relatif consensus au plan européen. L'inventaire CORINAIR FRANCE 1990 décrit les émissions de 8 polluants dans l'atmosphère (SO₂, NO_x, COVNM, CH₄, CO, CO₂, N₂O, NH₃), polluants qui sont les principales substances impliquées dans les phénomènes d'acidification, de pollution photochimique et d'accroissement de l'effet de serre. Cet inventaire prend en compte plus de 500 types d'émetteurs incluant 350 sources étudiées spécifiquement et une résolution géographique correspondant au département. Il est disponible à l'échelon national chaque année à partir de 1990 et à l'échelon départemental tous les 4 ans, également à partir de 1990. L'inventaire relatif à 1994 est en cours de réalisation. Il devrait porter sur 27 polluants au lieu de 8 (9 métaux lourds et 10 composés organiques persistants en plus).

Les inventaires CORINAIR s'inscrivent dans le cadre du programme Coopération de l'information sur l'environnement (CORINE) d'harmonisation des données d'émissions de polluants des états de la Communauté européenne lancé par une décision du Conseil en 1985. L'inventaire CORINAIR constitue une référence en France, les données utilisées au niveau international par le ministère de l'Environnement ou par d'autres instances administratives en découlant le plus souvent.

L'incertitude accompagnant les estimations dépend des substances considérées. Sans pouvoir précisément chiffrer cette incertitude, elle est estimée à quelques pourcents pour les émissions de SO₂ et de CO₂ et atteint probablement 50% pour les émissions de COV, de N₂O et de NH₃.

Les résultats en matière d'émissions de polluants par les transports montrent l'écrasante part du transport routier qui constitue pour les NO_x, le CO, le COVNM la principale source en France et par ailleurs une source significative en ce qui concerne le CO₂ et à un degré moindre le SO₂.

Emissions du transport par mode en 1990

Polluants	Routier	Ferroviaire	Fluvial	Maritime	Aérien	Total	Total (% émissions totales)
SO ₂	145,3 (93,7)	1,9 (1,2)	1,5 (1,0)	5,3 (3,4)	1 (0,6)	155,0	12,0
NO _x	1 037,8 (95,3)	11,4 (1,0)	3,5 (0,3)	27,7 (2,5)	8,7 (0,8)	1 089,1	68,6
COVNM	1 169,8 (98,5)	2,3 (0,2)	0,5 (0,0)	1,3 (0,1)	13,3 (1,1)	1 187,1	41,5
CH ₄	22,3 (97,4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,6 (2,6)	22,9	0,6
CO	6 812,2 (99,4)	5,7 (0,1)	2 (0,0)	3,8 (0,1)	29,4 (0,4)	6 853,0	62,9
CO ₂	97 444,0 (96,2)	1 022,0 (1,0)	293,0 (0,3)	1 484,0 (1,5)	1 014,0 (1,0)	101 257,0	21,1
N ₂ O	3,8 (91,4)	0,03 (0,8)	0 (0)	0,04 (1,0)	0,28 (6,7)	4,2	2,0
NH ₃	0,8 (100)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,8	0,1

Les valeurs pour chaque mode sont exprimées en milliers de tonnes.

Les valeurs entre parenthèses indiquent la part relative de chaque mode.

* Programme informatique d'estimation des émissions du trafic routier (Computer programme to estimate road traffic emissions - COPERT).

ENVIRONNEMENT

Les estimations pour le mode routier

Les émissions du transport routier sont estimées à partir du modèle COPERT. Celui-ci applique à chaque catégorie élémentaire du parc, telle qu'estimée à partir de la confrontation des sources existantes par le sous-modèle Ordonnement du parc automobile en liaison avec les émissions (OPALE), une fonction de consommation établie à partir d'une compilation de données européennes. Une comparaison de ces consommations calculées avec les ventes de carburant fournies par le Comité professionnel du pétrole (CPDP) permet de valider l'ensemble des hypothèses et données. Si les balances avec les statistiques de vente ne sont pas satisfaisantes on retourne à la première étape et on modifie les hypothèses.

Lorsque les bouclages sont corrects, le modèle calcule les émissions à partir de facteurs d'émissions unitaires propres à chaque type de véhicule et aux trois modes de conduite (vitesses de référence associées à des voies types en ville, sur route et sur autoroute). Ces facteurs sont, dans le cas de la France, proposés par défaut dans le modèle (compilation d'un ensemble de données européennes) mais peuvent être changés par l'utilisateur. Les résultats et les données détaillées sont ensuite regroupés selon le format requis par CORINAIR, les facteurs d'émission pondérés correspondants sont calculés et l'ensemble est incorporé à CORINAIR.

La classification retenue par OPALE pour les voitures particulières (correspondant aux différentes étapes de la réglementation communautaire en matière d'émissions polluantes) sera étendue prochainement aux véhicules utilitaires, autobus et autocars qui ont récemment fait l'objet d'une réglementation spécifique.

Pour ce qui concerne les motocycles et les voiturettes, les informations caractérisant les immatriculations des huit dernières années seront fournies par la Chambre syndicale nationale du motocycle (CSNM) et traitées par le CITEPA.

Le parc de véhicules spécifiques (administration ; tracteurs agricoles et forestiers ; véhicules électriques, GPL*, GNV** ; engins de chantier et autres véhicules automoteurs spéciaux) doit encore faire l'objet d'un examen approfondi. Le contrôle technique des véhicules en circulation devrait contribuer à l'enrichissement de la banque de données du CITEPA.

Les facteurs d'incertitude de l'inventaire concernent principalement :

- la représentativité statistique des mesures d'émissions préjudant à l'élaboration des facteurs,
- l'estimation du parc circulant compte tenu de l'incertitude qui pèse sur les taux de survie des véhicules,
- la compensation entre les émissions des véhicules étrangers en France et des véhicules français à l'étranger.

Les estimations pour les autres modes

Les estimations d'émissions des autres modes, compte tenu du caractère relativement marginal de leur contribution au bilan global, n'ont pas fait l'objet d'un examen aussi attentif que pour le transport routier et doivent donc être considérées avec une certaine prudence.

Pour le transport ferroviaire, elles s'appuient sur les évaluations de consommation d'énergie publiées par la SNCF, auxquelles sont appliqués les coefficients d'émission habituellement reconnus.

Pour le transport fluvial, une distinction est faite en fonction du gabarit des voies navigables, supposé corrélé au gabarit des péniches qui les empruntent.

* Gaz de pétrole liquéfié.

** Gaz naturel pour véhicules.

ENVIRONNEMENT

Pour le transport maritime, l'estimation est restreinte au seul trafic « national », considéré comme étant le trafic reliant deux ports français quel que soit le pavillon de l'opérateur (à l'exclusion donc du trafic international). Ceci a notamment pour conséquence de négliger la pollution, particulièrement sensible en ce qui concerne le SO₂, occasionnée par les « bunkers » (approvisionnements des soutes internationales en carburants hors taxes brûlés en haute mer).

S'agissant du transport aérien, l'estimation ne porte que sur les mouvements d'aéronefs à proximité et au sein des aéroports, à l'exclusion des croisières en altitude et des mouvements d'engins auxiliaires sur les aéroports. Le trafic est estimé d'après les mouvements déclarés par la direction générale de l'aviation civile, décomposés en quatre catégories d'avions (très gros, gros, moyens et hélicoptères) supposées représentées dans des proportions définies au niveau de chaque aéroport. Les facteurs d'émission sont quant à eux issus des travaux de la fin des années 1980 de l'agence pour la protection de l'environnement américaine (Environment protection agency - EPA), ce qui a sans doute pour effet de surestimer les émissions du fait de la prise en compte de caractéristiques aéroportuaires peu représentatives de la situation française, en terme de congestion notamment. En outre, la variabilité forte des émissions en fonction du couple avion-moteur est un paramètre évolutif qui nécessiterait une révision fréquente des estimations pour tenir compte des progrès technologiques.

La répartition spatiale des émissions

Mais un inventaire national ne peut rendre compte de l'extrême diversité des émissions selon la zone géographique et le type d'usage. C'est pourquoi l'ADEME s'est livrée à un exercice d'évaluation de la répartition dans l'espace du bilan énergie-pollution des transports terrestres de marchandises et de voyageurs, en fonction de trois types de zones :

- les zones urbanisées, correspondant au transport urbain ou transport en agglomération, pour lesquelles les véhicules routiers sont confrontés à des conditions de circulation de type ville,
- des zones de dimension moyenne s'apparentant à la notion de bassin de vie ou de région correspondant au transport régional entre des villes proches ou entre les villes et leur bassin d'emploi¹,
- une zone correspondant aux consommations lors des liaisons à grande distance, qu'elles aient une envergure interrégionale, internationale ou de transit.

Les facteurs d'émissions unitaires de polluants utilisés sont issus des inventaires CORINAIR et les résultats globaux par type de mode sont très proches de ceux issus des mêmes inventaires.

Ce travail de ventilation du bilan énergie-polluants a été l'occasion d'identifier un certain nombre de lacunes dans les données disponibles pour effectuer un zonage pertinent :

- les informations existantes relatives aux types de réseaux empruntés ne sont pas suffisamment représentatives de la réalité des performances énergétiques et environnementales des véhicules selon les conditions de circulation rencontrées,
- l'absence d'études sur la circulation des véhicules utilitaires en ville et le flou de la frontière transport de voyageurs/transport de marchandises des petits véhicules utilitaires ne permettent pas de traiter correctement le cas du transport de marchandises en zone urbaine.

¹ Pour le transport de marchandises (> 3t de charge utile), le concept de distance parcourue a été jugé plus significatif que celui de région administrative. L'examen des statistiques disponibles et la localisation des différentes villes nous ont amené à considérer comme transport régional le transport réalisé sur une distance inférieure à 100 km.

ENVIRONNEMENT

Les premiers résultats, qui doivent donc être considérés comme entachés d'incertitude, font apparaître une prédominance en matière de consommation d'énergie et d'émissions de polluants, du transport urbain et au sein de ce dernier, de la voiture particulière. L'autre grande partie des émissions de polluants est imputable aux véhicules utilitaires pour lesquels les émissions sont réparties plus uniformément sur le territoire avec une dominante interrégionale pour les NO_x et les particules.

Les recommandations

Au terme de ce diagnostic, la formation énergie-environnement du CEDIT a émis plusieurs recommandations majeures relatives au système d'information, en vue :

- d'assurer sa pérennité lorsqu'elle existe et fait l'objet d'un consensus sur son utilité et sa fiabilité,
- de faire des arbitrages lorsqu'elle est sur un même sujet diverse et éparse,
- de développer des enquêtes spécifiques lorsqu'elle est inexistante ou peu fiable.

Tout d'abord, compte tenu du nombre important de travaux d'inventaires d'émissions de polluants réalisés et de la diversité des résultats produits, il serait nécessaire de rechercher un consensus quant aux données de base, hypothèses et autres spécifications méthodologiques à considérer en vue d'estimer les émissions de polluants dans l'atmosphère.

Ensuite, un certain nombre de dispositifs d'observation d'envergure nationale constituent des instruments de calibrage indispensables à l'établissement des bilans, sous réserve d'élucider les éventuelles incohérences entre sources :

- le fichier central des automobiles, dont l'absence de mise à jour systématique pourrait sans doute être palliée en recourant aux informations issues du contrôle technique des véhicules,
- l'enquête transport auprès des ménages 1993/1994 assurant un cadrage général de la mobilité et permettant certaines analyses approfondies (en fonction de la congestion par exemple), qui devrait faire l'objet d'une actualisation légère dans la période nous séparant de la prochaine enquête,
- l'enquête TRM renseignant sur la circulation et la consommation des poids lourds français,
- le panel SECODIP seul à fournir des estimations de consommation réelle de carburant à partir des relevés sur carnet, et dont la poursuite s'avère à ce titre hautement souhaitable,
- le panel SOFRES-INRETS fournissant notamment une décomposition des kilométrages parcourus par type de réseaux empruntés,
- les enquêtes ménages d'agglomération relatives à la mobilité urbaines, utiles pour l'établissement des bilans énergie-polluants,
- l'enquête DTT "maxicodes" indiquant la consommation unitaire moyenne des poids lourds français, malheureusement interrompue depuis 1993, et qui mériterait d'être relancée (à défaut, il conviendrait de tirer le meilleur parti de l'enquête STRAT du CNR),
- l'enquête transit permettant y compris de ventiler les circulations des poids lourds par types de véhicules, et par milieu traversé à partir de la reconstitution des itinéraires, dont la reconduction avec une périodicité quinquennale serait justifiée.

La connaissance de la circulation des poids lourds étrangers en France devrait être améliorée (flux, types de véhicules et de chargement) compte tenu de la forte croissance de ce type de trafic et de son poids non négligeable en terme de

ENVIRONNEMENT

consommation énergétique (environ 7% de la consommation du transport routier de marchandises des plus de 3t de charge utile). En complément du renouvellement de l'enquête transit, le développement d'enquêtes aux frontières assurant le suivi des achats de carburant à l'étranger peut améliorer la connaissance de la circulation des poids lourds étrangers acheminant le commerce extérieur français.

L'attention devrait être également portée sur la méconnaissance des coefficients d'occupation de certains transports collectifs (lignes régulières d'autocars notamment) et de la voiture particulière dans des conditions déterminées de circulation. Sur ce dernier point, l'enquête Transport 1993-1994 devrait apporter un éclairage.

Les données nécessaires à l'établissement des bilans consommation/pollution des avions semblent insuffisantes. On a notamment du mal à cerner la part des consommations et des émissions de polluants générées par le survol des appareils sur le territoire français (en particulier pour le transit, c'est-à-dire les avions survolant le territoire mais ne s'y avitaillant pas).

Un effort important devrait être fait pour une meilleure connaissance des conditions de circulation rencontrées par les véhicules ainsi que des consommations et coefficients d'émissions unitaires associés. L'approche par type d'infrastructure n'est pas représentative de la réalité des consommations et des émissions de polluants. Il faudrait pouvoir disposer pour un tronçon d'infrastructure d'une répartition de probabilité de type de circulation rencontrée en fonction du temps.

Sur le transport routier de marchandises, il est suggéré pour une meilleure connaissance des consommations unitaires dans certaines conditions de circulation de lancer des enquêtes par carnets de bord sur les caractéristiques des trajets type Enquête sur l'utilisation réelle des véhicules (EUREV). Il semble d'autre part indispensable d'obtenir une typologie des coefficients d'émissions en fonction des conditions de circulation (tests en laboratoires).

Il semble nécessaire pour l'évaluation des bilans de pouvoir disposer d'une typologie du parc des véhicules pertinente au regard des normes anti-pollution. Cette désagrégation du parc existe grâce au modèle OPALE du CITEPA pour les voitures particulières. Des problèmes se posent encore pour les véhicules utilitaires, les deux roues et les véhicules spéciaux.

Enfin, les réseaux de mesure de la pollution de l'air, ciblés à l'origine sur la pollution industrielle, évoluent depuis plusieurs années vers la mesure de la pollution automobile. Cependant la modernisation du dispositif national de surveillance de la qualité de l'air n'est pas terminée et un gros travail de reconfiguration des réseaux de mesure reste à faire. ■

GLOSSAIRE DES POLLUANTS

BTX	Benzènes, Toluènes, Xylènes
CH ₄	Méthane
CO	Monoxyde de carbone
CO ₂	Dioxyde de carbone
COVNM	Composés organiques volatils non méthaniques
HC _t	Hydrocarbures totaux
NH ₃	Ammoniac
NO _x	Oxydes d'azote
N ₂ O	Protoxyde d'azote
O ₃	Ozone
SO ₂	Dioxyde de soufre