

CONCLUSION

Les pollutions accidentelles majeures ont toujours un côté bénéfique : elles font progresser les connaissances et permettent ainsi d'accroître l'efficacité des contre-mesures.

Depuis 1967, il survient une pollution majeure tous les onze ans. En 1967, l'accident du TORREY-CANYON a servi de révélateur et a suscité la prise de conscience, par l'opinion publique internationale, du danger que représentaient les cargaisons de pétrole pour l'environnement marin.

Les premiers plans d'intervention voient le jour après cette catastrophe ; les compagnies pétrolières suivies par les instances internationales, jettent les bases de l'indemnisation des dommages provoqués par les pollutions.

En 1978, la catastrophe de l'AMOCO CADIZ survient alors que la Conférence sur le Droit de la Mer est réunie à Genève.

A l'initiative de la délégation française, le texte de la Convention renforce les droits des Etats côtiers ; en France, un certain nombre de dispositions sont prises pour améliorer la prévention. Les plans POLMAR sont élaborés, le CEDRE est créé, les équipements et les techniques d'intervention progressent.

Les conséquences de l'échouement de l'EXXON VALDEZ en Alaska, en mars 1989, ne sont pas encore entièrement perceptibles. D'ores et déjà, la profession pétrolière s'organise pour mettre sur pied un dispositif d'intervention puissant et structuré. D'autres mesures seront certainement étudiées et prises, et la coopération internationale devrait en être renforcée.

Beaucoup a donc déjà été fait et les résultats sont encourageants ; la diminution de la pollution des mers, même si elle s'explique partiellement par la réduction du trafic pétrolier à partir

de 1974, doit être portée au crédit des mesures de prévention prises dans le monde. Beaucoup reste encore à faire, d'autant qu'à côté du risque pétrolier grandit un autre danger : le trafic des substances chimiques. C'est l'un des nouveaux domaines de recherche du CEDRE.

Marthe MELGUEN
Jean SPARFEL
C.E.D.R.E.

BIBLIOGRAPHIE

- *Le savoir-faire français en matière de prévention et de lutte contre les pollutions accidentelles par hydrocarbures.* Gilles BERGOT (CEDRE 1986)
- *Le transport maritime français en 1989.* Comité des Armateurs de France.
- *La sécurité des approvisionnements de l'Europe.* (Colloque international de Brest, 1988) J. ABEN et J.P. MAURY

La part des transports routiers dans les pollutions urbaines, transfrontières et planétaires

par Alain MILHAU et Olivier BOULHOL

L'automobile, et plus largement **les transports routiers**, sont une **source de pollution majeure**.

Ils participent de façon importante à la dégradation de la qualité de l'air, essentiellement par leurs rejets de monoxyde de carbone (CO), d'hydrocarbures (HC), d'oxydes d'azote (NOx) et de particules (en provenance des Diesels). (1)

Les effets des polluants automobiles sur la santé sont **surtout sensibles dans les villes** : niveaux de pollution élevés et nocifs dans les voies de circulation denses ou étroites, épisodes de forte pollution lors de conditions défavorables à la dispersion des polluants : CO, Pb, Nox, certains HC.

Au-delà des villes, les polluants automobiles, transportés à grande distance, sont impliqués dans les phénomènes de dépérissements forestiers : hydrocarbures et oxydes d'azote sont des précurseurs de l'ozone. (2)

Enfin, à l'échelle planétaire, les transports routiers contribuent à l'augmentation de l'effet de serre par leurs émissions de gaz carbonique mais aussi de polluants classiques (CO, HC, Nox). (3)

L'objet du présent article est de faire le point sur la part de l'automobile dans les pollutions urbaines, à la lumière de ces nou-

velles données, et d'en tirer des conclusions sur l'orientation à donner aux stratégies de prévention.

DES INVENTAIRES D'ÉMISSIONS PLUS FIABLES

La lutte contre la pollution atmosphérique nécessite de connaître, aussi précisément que possible, les émissions des différentes sources fixes ou mobiles, ne serait-ce que pour quantifier les résultats que l'on peut attendre d'une politique de réduction de la pollution, en fonction des performances des technologies de prévention disponibles ou en développement.

Ces inventaires sont très difficiles à faire, compte tenu du grand nombre de paramètres qui influent sur les émissions. Par exemple, les émissions d'une voiture dépendent des émissions du véhicule neuf (dont les différences pour des véhicules identiques sont dues aux dispersions de fabrication), des réglages, de l'entretien, de l'âge et du kilométrage, du type de parcours (ville, route, autoroute), du mode de conduite (calme, nerveuse).

Des facteurs d'émissions, définis comme la quantité de polluants émise par un véhicule moyen (donnée en g./km), sont la base de ces inventaires.

Jusqu'à présent, les facteurs d'émissions utilisés venaient d'études étrangères, dont on ne connaissait pas toujours les hypothèses (type et nombre de véhicules testés, parcours simulés sur banc, moyens d'essai et de mesure) ou dont les hypothèses prises montrent qu'ils ne représentent pas les émissions réelles, par exemple parce qu'ils sont établis à vitesse stabilisée.

La spécificité de l'étude effectuée par l'INRETS porte sur un nombre important de véhicules, choisis à partir d'une image précise du parc automobile français, et sur la définition des cycles cinématiques représentatifs des conditions réelles de circulation.

L'échantillon retenu reproduit les caractéristiques du parc roulant de 1988 - marques, modèles, cylindrée, âge - tant pour les voitures à essence (cinquante) que pour les voitures Diesel (vingt).

Les cycles de conduite sont issus des cinématiques enregistrées lors de l'enquête sur l'utilisation réelle des véhicules (EUREV) faite par l'INRETS.

Les dix cycles obtenus, dont les vitesses moyennes s'étagent de 3,7 à 94,5 km/h permettent de simuler quatre types de circulation : urbaine lente, urbaine fluide, routière, autoroutière.

Tableau 1 : Emissions totales des véhicules légers en milliers de tonnes pour 1988
Source : campagne de mesure AQA-INRETS.

	VL essence	VL Diésel
Nombre	22 millions	3,6 millions
Monoxyde de carbone CO	8 556	112
Hydrocarbures HC	1 302	32
Oxydes d'azote NOx	562	76
Gaz carbonique CO ²	48 835	24 129

Les véhicules testés suivent ces cycles à l'aide d'un banc à rouleaux où les gaz sont prélevés et analysés.

PART DE L'AUTOMOBILE DANS LA POLLUTION CLASSIQUE

A partir des facteurs d'émissions ainsi établis, les émissions du parc français des véhicules légers (voitures particulières et petits

véhicules commerciaux dérivés) ont été calculées à l'aide du programme POLLEN (modèle d'inventaire des émissions du trafic routier) créé par l'INRETS.

Le modèle a été validé par le calcul de la consommation d'essence qui s'élève à 20,7 millions de tonnes. L'écart, inférieur à 10 % avec la consommation réelle pour l'année 1988 peut être considéré comme acceptable.

Par rapport aux inventaires existants, les résultats de cette nouvelle étude conduisent à réviser la contribution des véhicules légers à la pollution classique : à la hausse pour le CO et les HC (doublement), légèrement à la baisse pour les NOx (moins 1/3).

EMISSIONS EN ZONE URBAINE : UNE ESTIMATION ENCORE IMPRECISE

Les émissions en zone urbaine ont également été calculées. On constate qu'une forte part du CO et des HC est émis **en ville**, ce qui confirme la nécessité d'actions de prévention spécifiques modifiant les conditions urbaines de circulation (réduction et fluidification du trafic, plans de circulation, amélioration des transports en commun), en plus des actions générales permettant de réduire, comme les pots catalytiques, les émissions à l'échappement.

Il ne s'agit ici que **des émissions à l'échappement des véhicules légers**. Pour obtenir un inventaire complet de la contribution des transports routiers à la pollution

atmosphérique, il faudrait ajouter les émissions des HC **par évaporation** des véhicules à essence ainsi que les émissions des **deux roues**, des **autobus** et des **ponds-lourds**. Ces émissions sont importantes, bien que leur estimation reste encore imprécise, car elles n'ont pas fait l'objet d'études analogues à celles menées par l'INRETS.

PREMIERES CONCLUSIONS DE NOUVELLES ETUDES EN COURS

Toutes les valeurs mentionnées dans cet article n'ont pas de caractère absolu et définitif et devront être modifiées au fur et à mesure que seront mieux connus les différents paramètres entrant dans les calculs.

Par exemple, l'étude de l'INRETS a mis en évidence la surconsommation et la "surpollution" lors des **départs à froid**, surtout sensibles pour les véhicules à essence (plus du double pour le CO, le triple pour les HC). La notion de moteur froid, définie comme la période pendant laquelle l'eau de refroidissement du moteur n'a pas atteint 70°C, est l'un des axes prioritaires de la nouvelle étude confiée à l'INRETS par l'AQA afin de mieux connaître la part des kilomètres parcourus à froid, ce qui pourrait entraîner des modifications de l'inventaire des émissions de CO et des HC.

Une autre priorité de la nouvelle étude est la connaissance des **émissions réelles des véhicules équipés de catalyseurs** trois-

Tableau 2 : Emissions des véhicules légers en ville en milliers de tonnes pour 1988
Source : campagne de mesure AQA-INRETS.

	Monoxyde de carbone CO	Hydrocarbures HC	Oxydes d'azote NOx	Gaz carbonique CO ₂
Emissions en ville des VL essence	5 682	964	196	25 495
Part des émissions en ville par rapport aux émissions totales	66 %	74 %	35 %	52 %
Emissions en ville des VL Diesel	61	21	32	10 246
Part des émissions en ville par rapport aux émissions totales	54 %	66 %	42 %	42 %

Tableau 4 : Contribution à l'effet de serre de l'ensemble des véhicules légers en équivalent CO₂ (milliers de tonnes)

Milliers de tonnes CO ₂ eq.	Nombre	20 ans	100 ans
VL essence	22 millions	233 400	111 300
VL Diesel	3,6 millions	37 300	27 900
VL Total	25,6 millions	270 700	139 200

Tableau 3 : Comparaison de l'efficacité thermique des gaz intervenant dans l'effet de serre.
Source : GIEC (Groupe Intergouvernemental sur l'Evolution des Climats - Nations Unies).

Gaz	Potentiel de réchauffement global sur une période de	
	20 ans	100 ans
Gaz carbonique : CO ₂	1	1
Méthane : CH ₄	63	21
Protoxyde d'azote : N ₂ O	270	290
Oxydes d'azote : NOx (par formation O ₃)	150	40
Monoxyde de carbone : CO		
CO (par formation O ₃)	5	1
CO (par formation CO ₂)	2	2
Total CO	7	3
Hydrocarbures non méthaniques		
NMHC (par formation O ₃)	28	8
NMHC (par formation CO ₂)	3	3
Total NMHC	31	11

Les tableaux 4 et 5 donnent la contribution à l'effet de serre des véhicules légers.

Tableau 5 : Equivalent CO² des émissions des véhicules légers (milliers de tonnes)

POLLUANT	EQUIVALENT CO ² EN MILLIERS DE TONNES (%)			
	20 ans		100 ans	
	VL essence	VL Diesel	VL essence	VL Diesel
Monoxyde de carbone CO	59 892 (26)	784 (2)	25 668 (23)	336 (1)
Hydrocarbures HC	40 362 (17)	992 (3)	14 322 (13)	352 (1)
Oxydes d'azote NOx	84 300 (36)	11 400 (31)	22 480 (20)	3 040 (11)
Gaz carbonique CO ²	48 835 (21)	24 129 (64)	48 835 (44)	24 129 (87)
Total CO² eq. arrondi	233 400 (100)	37 300 (100)	111 300 (100)	27 900 (100)

voies, qui permettra d'affiner les prévisions d'émissions futures et qui donnera des informations utiles aux constructeurs d'automobiles et aux fabricants de catalyseurs.

EMISSIONS DUES AUX AUTOMOBILES ET EFFET DE SERRE

Le gaz carbonique (CO₂) émis par les véhicules intervient directement dans l'effet de serre. Mais les autres polluants (CO, HC, NOx), qui ne sont pas directement des gaz à effet de serre, participent aussi à ce phénomène car leur évolution chimique conduit à la formation de gaz carbonique et d'ozone dans les basses couches de l'air. Ceci peut aussi contribuer à l'accumulation du méthane car les réactions chimiques mises en jeu consomment le radical hydroxyle OH, espèce naturelle qui joue un rôle déterminant

NOTES

(1) D'autres polluants sont rejetés, comme le plomb, le dioxyde de soufre (SO₂), dû à la présence de soufre dans les carburants, les aldéhydes...

(2) L'ozone a également des effets importants sur la santé.

(3) Depuis peu, de nouvelles données permettent de mieux apprécier la part de responsabilité de l'automobile dans les phénomènes de pollutions :

* évaluation plus précise des émissions réelles du parc automobile grâce à des campagnes de mesure confiées par l'Agence pour la Qualité de l'Air à l'INRETS (Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité), portant sur les HC, CO, NOx et particules.

* estimation de la part des différents polluants dans l'effet de serre à partir de tableaux d'équivalence élaborés par le groupe intergouvernemental sur l'évolution des climats (GIEC).

(4) A titre d'exemple sur la base des travaux disponibles et notamment de l'importante étude effectuée par l'UTAC à la demande de l'Agence, de 1985 à 1987, on peut estimer que la mise en place de pots catalytiques sur l'ensemble du parc actuel permettrait de réduire de 80 % les émissions de CO, HC et NOx à l'échappement, ce qui conduirait à une diminution de 57 % de l'effet de serre additionnel dû aux véhicules à essence.

dans l'élimination du méthane de l'atmosphère. Ozone et méthane sont donc directement impliqués dans l'effet de serre.(4)

Les scientifiques réunis sous l'égide de l'ONU au sein du GIEC (Groupe Intergouvernemental sur l'Evolution des Climats) viennent de définir un facteur, le PRG (potentiel de réchauffement global) qui permet de comparer l'efficacité thermique des gaz intervenant dans l'effet de serre. Le PRG exprime la quantité de gaz carbonique qu'il faudrait émettre instantanément pour produire un effet identique, intégré sur une période donnée, au rejet instantané d'un kilogramme d'un autre gaz à effet de serre. Ainsi, le rejet instantané d'un kilogramme de méthane produit, pendant 20 ans, un effet identique au rejet instantané de 63 kilogrammes de gaz carbonique.

Il apparaît que, intégrée sur 20 ans, la contribution du trafic à l'effet de serre **provient plus fortement de ses émissions de polluants classiques (NOx, CO, HC) que de ses rejets de gaz carbonique (CO₂).**

La réduction des consommations de carburant permet de réduire les émissions de CO₂, mais n'est pas le seul moyen de lutter contre l'effet de serre. Elle peut, de plus, si on n'y prend garde, se traduire par une augmentation des émissions de certains polluants, en particulier les NOx, lorsqu'on agit sur certains paramètres de fonctionnement des moteurs.

Les techniques de dépollution des gaz d'échappement ont un rôle très important à jouer. A ce titre, le catalyseur trois-voies, malgré l'augmentation des émissions de CO₂ qu'il provoquera (puisqu'il transforme CO et HC en H₂O et CO₂), aura un impact très positif sur l'effet de serre par la **réduction très importante des émissions de CO, HC et surtout NOx** qu'il permettra.

Ainsi, une mesure prise pour protéger les forêts et la santé des citoyens permet également de limiter l'impact de ce phénomène planétaire qu'est l'effet de serre.

CATALYSEURS : DES PROBLEMES À RÉSOUDRE

Pendant des problèmes restent à résoudre.

L'adoption du catalyseur ne se traduira par une réduction **réelle** des émissions **que si les véhicules sont entretenus** selon les prescriptions des constructeurs et font l'objet d'un contrôle technique imposant la mise en conformité des organes défectueux.

Les performances du catalyseur doivent encore être améliorées pour augmenter son efficacité lors des départs à froid (température des gaz trop faible) et pour minimiser les émissions de NO₂ que peut entraîner la réduction des oxydes d'azote classiques NO et NO₂. Ce gaz a, en effet, un potentiel de réchauffement global 270 fois supérieur à celui du CO₂ et a une action potentielle importante dans la destruction de la couche d'ozone.

STRATÉGIES DE PRÉVENTION POUR L'AVENIR

Cette étude, qui porte sur les véhicules légers, montre que les émissions de CO et HC sont un phénomène essentiellement urbain.

L'amélioration de la qualité de l'air des villes passe par la réduction des émissions unitaires des véhicules, notamment par l'adoption du catalyseur. Mais, cette mesure seule ne sera pas suffisante compte tenu de l'augmentation prévisible du trafic ; une modification des conditions urbaines de circulation (réduction du trafic, plans de circulation) sera nécessaire, pour éviter d'avoir un jour à restreindre, voire à interdire, la circulation des véhicules à moteur thermique dans les zones urbaines les plus polluées.

Le gaz carbonique (CO₂) n'est pas le principal responsable de l'effet de serre pour le secteur des transports. En ce qui concerne les véhicules légers à essence, il ne contribue qu'à 21 % de l'effet de serre, après les oxydes d'azote (36 %) et le monoxyde de carbone (26 %).

La réduction de la consommation n'est pas le seul moyen de lutter contre l'effet de serre. La généralisation du catalyseur à tous les véhicules légers à essence devrait conduire à une réduction considérable de l'effet de serre additionnel, malgré un éventuel accroissement de la consommation de l'ordre de 3 % (non encore vérifié en circulation réelle), si tous les moyens sont mis en oeuvre pour assurer le bon fonctionnement du catalyseur et son remplacement en cas de défaillance.

Alain MILHAU
Olivier BOULHOL
AQA - Service Prévention des Pollutions

"Ce texte a été extrait du bulletin d'information de l'Agence pour la Qualité de l'Air, n° 10"