

DES NORMES ANTIPOLLUTION DE PLUS EN PLUS RIGOUREUSES DANS LES TRANSPORTS

Dominique GARDIN, Maurice GIRAULT, Michel FOSSE*

Si les mesures de type réglementaire (limitation de vitesse ou de circulation) ou fiscal sont régulièrement évoquées en matière de pollution atmosphérique due à la circulation des véhicules routiers, les évolutions de la situation en la matière, au cours des dernières années, sont pour beaucoup liées à la réglementation européenne relative aux véhicules neufs et aux carburants, qui impose des normes « antipollution » depuis les années soixante-dix. Il en va de même en matière de transport aérien, où les règles sont de plus en plus contraignantes.

Cet article fait le point, polluant par polluant, sur l'évolution passée et à venir de la réglementation des émissions des véhicules routiers neufs et en particulier sur les normes dites Euro I et Euro II de 1991 et 1994, qui s'appliquent depuis 1992 et 1997, les normes Euro III et Euro IV qui concerneront les véhicules neufs en 2000-2002 et 2005-2007 étant également connues. Bien que de nature très différente, l'engagement volontaire des constructeurs automobiles à limiter les émissions de gaz carbonique s'apparente à cette démarche. La pollution due aux avions dans les aéroports est également abordée dans une deuxième partie.

La pollution automobile est restée d'actualité cet été. Des dépassements de tel ou tel seuil de pollution ont été observés dans plusieurs villes, notamment pour l'ozone pour lequel les polluants automobiles sont des précurseurs. Le déclenchement de mesures d'information ou de diminution des vitesses autorisées des véhicules pour faire face à ces problèmes laisse penser qu'ils deviennent de plus en plus aigus. La population a découvert cette situation et lui accorde une grande importance d'autant plus que les médias s'en font largement l'écho ou que telle étude de l'organisation mondiale de la santé en souligne les dangers.

Mais on ne souligne pas assez que l'évolution de la situation est, pour une bonne part, la conséquence des normes « antipollution » qu'impose la réglementation européenne aux véhicules neufs et aux carburants depuis les années soixante-dix. Ainsi la pollution par le plomb a déjà considérablement diminué avec les moteurs « propres » et les pots catalytiques ; de même les carburants ne contiennent pratiquement plus de soufre. Un récent rapport de l'Agence européenne de l'environnement indique que la qualité de l'air dans les villes s'améliore.

Les pics de pollution de l'air imputables aux transports demeurent un problème à traiter notamment par les collectivités locales. Lors de l'élaboration d'un plan de déplacement urbain tel que prescrit par la loi sur l'air, la réduction de la circulation dans les centres ville est importante pour des questions de sécurité et d'agrément et pour réduire ces pics de pollution. En outre, la lutte contre l'effet de serre impose de maîtriser la croissance de la circulation.

Toutefois le plus important et le plus efficace pour diminuer les émissions de polluants est d'agir à la source. C'est pourquoi, depuis 1970, des directives européennes réglementent les niveaux d'émission des nouveaux véhicules routiers. Elles portent sur les émissions d'oxyde de carbone (CO), les composés

organiques volatils assimilés à des hydrocarbures (HC), les oxydes d'azote (NO_x) ainsi que sur les particules émises par les moteurs Diesel : elles imposent des diminutions importantes des rejets de polluants des véhicules neufs qui se diffusent progressivement à l'ensemble du parc, au fur et à mesure de son renouvellement.

Le service économique et statistique a demandé au centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (CITEPA) de réaliser une étude¹ portant sur deux aspects :

- d'une part, un recensement des textes réglementaires relatifs aux émissions de polluants des véhicules routiers ;
- d'autre part, la fourniture d'éléments permettant d'en prévoir l'impact sur les émissions dues à la circulation du parc automobile en prenant en compte l'âge et les réglementations auxquelles étaient soumises les différentes catégories de véhicules. Pour les camions, les directives de 1987 et 1991 ont été complétées en décembre 1998, sans être prises en compte dans l'étude du CITEPA de 1998 (Cf. la note de synthèse du SES de mai-juin 1999).

Des normes anti-pollution des véhicules routiers neufs depuis 1970

Les seuils d'émissions retenus dans les premières directives européennes s'appliquent aux voitures à moteur à essence dès 1972 et aux autres véhicules à partir de 1983 ; les diminutions correspondant à ces premiers seuils n'apparaissent pas explicitement ci-après. De même, une meilleure prise en compte des surémissions à froid dans les tests de mesure rend les normes plus sévères pour les constructeurs mais elle n'apparaît pas non plus dans les chiffres indiqués ci-dessous.

La directive Euro I du 26 juin 1991 s'applique à partir de fin 1992 pour les voitures neuves à moteur à essence et fin 1994 pour les voitures Diesel. Pour les véhicules utilitaires légers et les poids lourds, la directive 88/77 du 3 décembre 1987 concerne les véhicules neufs à partir du 1^{er} octobre 1990. La directive « camion propre » d'octobre 1991 prévoit une première étape pour octobre 1993, puis une deuxième étape pour octobre 1996. Pour les deux-roues motorisés, la réglementation de juin 1997 s'applique à partir de juin 1999.

La réglementation Euro III a été votée en 1997. Bien que non encore applicable, puisqu'adoptée par le Parlement européen mais en attente de conciliation avec le Conseil, Euro IV a été prise en compte par le CITEPA dans son étude. Les dates de mise en œuvre sont variables selon les types de véhicules : de 2000 à 2002 pour Euro III et de 2005 à 2007 pour Euro IV.

Les émissions de monoxyde de carbone (CO) diminuent de 80 % à 90 %

L'évolution de la réglementation impose une forte baisse des émissions d'oxyde de carbone. C'est pour les véhicules Diesel que celles-ci diminuent le plus : d'Euro I à Euro IV, elles sont divisées par six pour les voitures Diesel et les cyclomoteurs, par neuf pour les utilitaires légers Diesel et par trois pour les voitures et les véhicules utilitaires à essence.

Les diesels moins polluants

Le tableau ci-dessous montre que les véhicules Diesel émettent deux à quatre fois moins de monoxyde de carbone que les motorisations consommant de l'essence. A motorisation comparable, les utilitaires sont plus polluants que les voitures.

¹ « Estimation de l'évolution des émissions de polluants du trafic routier en France de 1990 à 2020 », CITEPA, Nadine ALLEMAND ; juillet 1998. L'ADEME a également publié, fin 1998, un document intitulé : « Emissions de polluants et consommation liées à la circulation routière ».

POLLUTION

Seuils d'émissions de CO des voitures et utilitaires légers

g/km

| NORMES | | | Valeurs limites de conformité à la production | | | |
|------------------|----------|--------------------|-----------------------------------------------|-----------------|-------------------------|---------------------------|
| Ref | Nom | Date d'application | Voitures essence | Voitures Diesel | Utilitaires légers ess. | Utilitaires légers Diesel |
| Directive 91/441 | Euro I | 01/01/1993 | 3,16 | | | |
| Directive 93/59 | | 01/10/1994 | | | 6,90 | 6,90 |
| Directive 91/441 | Euro I | 01/01/1995 | | 3,16 | | |
| Directive 94/ 12 | Euro II | 01/01/1997 | 2,20 | 1,00 | | |
| Directive 96/69 | | 01/10/1997 | | | 5,00 | 1,50 |
| Conseil 40/97 | Euro III | 01/01/2000 | 2,30 | 0,64 | | |
| JOCE/04/04/97 | Euro III | 01/01/2002 | | | 5,22 | 0,95 |
| | Euro IV | 01/01/2005 | 1,00 | 0,50 | | |
| JOCE/04/04/97 | Euro IV | 01/01/2007 | | | 2,27 | 0,74 |

Seuils d'émissions de CO des poids lourds

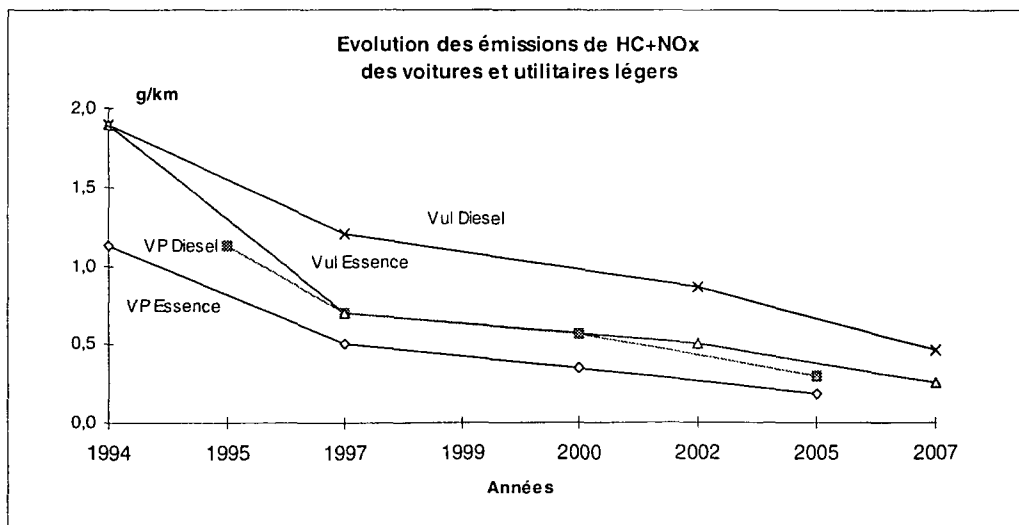
g/kWh

| NORMES | | | Valeurs limites de conformité à la production |
|----------------------|--------------------------|--------------------|-----------------------------------------------|
| Ref | Nom | Date d'application | CO |
| Directive 88/77 | | 01/07/1988 | 12,30 |
| Directive 91/542/CEE | Camion propre 1ère étape | 01/10/1993 | 4,90 |
| | Camion propre 2ème étape | 01/10/1996 | 4,90 |
| Com 97 627 modifiée | | 01/10/2001 | 2,10 |

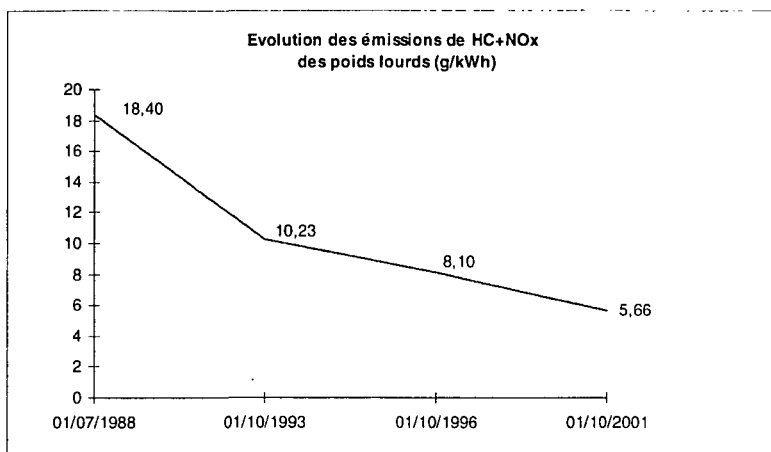
Les maxima d'émission d'hydrocarbures et d'oxydes d'azote diminuent considérablement

Même si, pour simplifier la présentation, elles sont considérées globalement dans la suite de cet article, les émissions d'hydrocarbures (HC) et d'oxydes d'azote (NO_x) font l'objet de réglementations séparées. La directive Euro I de 1991 imposait une limite maximale aux émissions de 1,13 g/km pour les voitures et de 1,90 g/km pour les véhicules utilitaires légers. Euro IV limite ces émissions à respectivement 0,18 g/km et 0,30 g/km pour les voitures à motorisation essence ou Diesel et à 0,26 g/km et 0,16 g/km pour les véhicules utilitaires légers essence ou Diesel : les émissions diminuent ainsi de 75 % à 85 %.

Les véhicules utilitaires, et en particulier les Diesel, sont plus polluants que les voitures. De même, les deux-roues restent plus polluants que les véhicules légers, malgré la réglementation apportée par Euro III et la forte baisse des émissions des cyclomoteurs, ramenées à 1,20 g/km à partir de juin 2000.



POLLUTION



Les émissions de particules diminuent de plus des trois quarts

La réglementation porte sur les émissions de particules (ou de poussières) produites par les véhicules Diesel : voitures, véhicules utilitaires légers et poids lourds. Les valeurs seuils récapitulées dans les tableaux ci-dessous pour les véhicules légers diminuent de 75 % à 85 %.

Les émissions de poussières par les camions diminueront de 75 % entre 1993 et 2001 pour les plus puissants et de 85 % pour les poids lourds de moins de 85 kW.

Emissions de particules par les voitures et les véhicules utilitaires légers Diesel

| NORMES | | Valeurs limites de conformité à la production | | |
|------------------|----------|-----------------------------------------------|-----------|------------|
| Ref | Nom | Date d'application | VP Diesel | VUL Diesel |
| Directive 93/59 | | 01/10/1994 | | 0,25 |
| Directive 91/441 | Euro I | 01/01/1995 | 0,18 | |
| Directive 94/ 12 | Euro II | 01/01/1997 | 0,08 | |
| Directive 96/69 | | 01/10/1997 | | 0,17 |
| Conseil 40/97 | Euro III | 01/01/2000 | 0,05 | |
| | Euro IV | 01/01/2002 | | 0,11 |
| | Euro IV | 01/01/2005 | 0,03 | |
| JOCE/04/04/97 | Euro IV | 01/01/2007 | | 0,06 |

Emission de poussières par les poids lourds

| NORMES | | Valeurs limites de conformité à la production | | |
|----------------------|--------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Ref | Nom | Date d'application | Poussières pour vehic. < 85 Kw | Poussières pour vehic. > 85 Kw |
| Directive 91/542/CEE | Camion propre 1ère étape | 01/10/93 | 0,68 | 0,40 |
| Directive 91/542/CEE | Camion propre 2ème étape | 01/10/96 | 0,255 | 0,15 |
| Com 97 627 modifiée | | 01/10/01 | 0,100 | 0,100 |

Les émissions de gaz carbonique vont diminuer de 25 %

L'accord volontaire des constructeurs automobiles européens les engage à diminuer les émissions moyennes de gaz carbonique des voitures neuves par kilomètre de 24 % d'ici 2008 ; un objectif de 35 % d'ici 2012 a également été envisagé mais n'a pas fait l'objet d'un engagement formel, pour le moment. Cet accord a des similitudes avec une norme en ce qu'il comporte un engagement ; mais il en diffère car il s'applique à la moyenne des véhicules neufs immatriculés et non à chaque véhicule.

La baisse des émissions unitaires du parc en circulation est moindre que celle des véhicules neufs. Pour le gaz carbonique, elle n'est pas suffisante pour compenser la hausse de la circulation, alors que pour les différents polluants mentionnés ci-dessus elle l'emporte très largement et les émissions globales chutent de 60 % à 80 %, comme cela est analysé dans le rapport « Eléments d'évaluation environnementale des schémas de services ».

La réglementation des émissions des réacteurs d'avion

Les émissions des réacteurs d'avion font l'objet de normes depuis 1982. En raison du caractère international de l'aviation civile, ces normes sont fixées par l'Organisation internationale de l'aviation civile (OACI). Elles figurent dans l'annexe XVI de la convention sur l'aviation civile internationale. Elles ont été amendées à différentes reprises pour tenir compte des exigences croissantes en matière de pollution atmosphérique et des progrès techniques réalisés.

Ces normes portent sur les polluants émis par les réacteurs d'avion : les fumées, les hydrocarbures imbrûlés, le monoxyde de carbone et les oxydes d'azote (NO_x). Les quantités correspondantes sont mesurées pendant un cycle de référence à l'atterrissage, au roulage, au décollage et à la montée, en dessous d'une hauteur de 3 000 pieds. Cette hauteur a été choisie parce que ce sont les émissions dans la couche atmosphérique située en dessous de ce niveau qui contribuent à la pollution locale estimée la plus gênante.

Les niveaux de pollution certifiés correspondant aux quatre catégories de polluants mentionnées ci-dessus sont indiqués par type de moteur dans une base de données de l'OACI qui est maintenant consultable sur Internet.

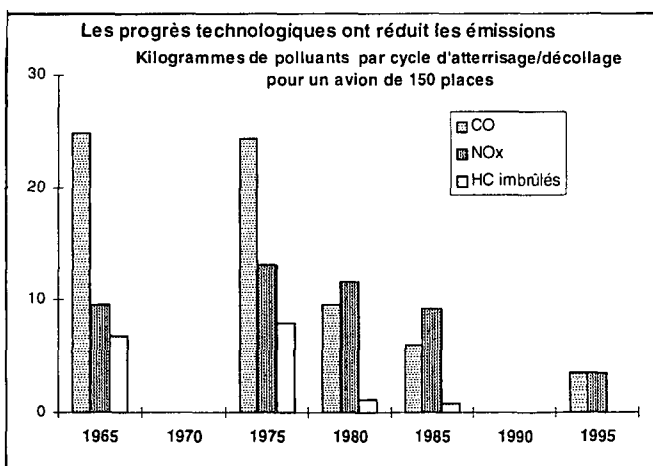
Pour être complet, il faut ajouter que les quantités d'oxyde de soufre émis par les moteurs sont relativement faibles. L'oxyde de soufre résulte, en effet, du soufre contenu dans le kérosène dont la teneur est maintenant en France de 0,05 % en moyenne, bien en dessous de la norme de 0,30 %.

Les progrès réalisés par l'aviation civile

Au cours des dernières décennies, les progrès technologiques ont permis de réduire la consommation de kérosène par siège-kilomètre de près de 60 % avec la mise sur le marché de nouvelles générations d'avions équipés de nouveaux moteurs.

L'amélioration des performances des moteurs (rendement thermique et rendement propulsif) dépasse 30 % lorsque l'on compare les motorisations d'un Boeing 707 ou d'un DC8 du début des années 1960 avec celles plus récentes d'un A330 ou d'un B777. A ces gains se sont ajoutés ceux, sensiblement équivalents, qui résultent de l'amélioration des cellules (performances aérodynamiques, allègements) ; les Airbus A330-300 et les Boeing 747-400, par exemple, bénéficient de tels progrès, à la fois sur les cellules et sur les moteurs. Les émissions de gaz carbonique et de vapeur d'eau, qui contribuent à l'effet de serre, croissent ainsi beaucoup moins vite que le trafic.

Les émissions spécifiques d'oxydes de soufre par siège-kilomètre ont presque disparu en raison de la diminution de la consommation de kérosène et de l'abaissement simultané de la teneur en soufre du kérosène. Quant aux émissions d'hydrocarbures imbrûlés et de monoxydes de carbone, elles ont été, comme le montre le graphique suivant, divisées par dix et par six environ pour un cycle atterrissage - décollage d'un appareil de taille donnée. Les émissions de fumées, mesurées par réflectométrie, ont été réduites de plus de 50 % et celles d'oxydes d'azote de plus de 60 %.



Les progrès sont moins rapides en matière d'émissions d'oxydes d'azote car les modifications apportées aux moteurs pour augmenter leur rendement tendent, toutes choses égales par ailleurs, à en augmenter la production.

Les perspectives

Pour ces oxydes d'azote, des technologies récentes (notamment celle des chambres de combustion à double tête - CFM56 -) permettent des gains de l'ordre de 30 % par rapport aux normes applicables aux nouveaux moteurs depuis le 1er janvier 1996. De nouvelles technologies, encore au stade des recherches, offrent des possibilités de réduction plus importantes.

C'est pourquoi la France a proposé à l'OACI, à la fin de l'année 1995, d'abaisser à nouveau la norme d'émission des oxydes d'azote de 16 %. Après trois années de débats difficiles, cette nouvelle limite vient d'être adoptée par l'OACI, moyennant quelques ajustements de la proposition initiale, pour les nouvelles générations de moteurs construits à partir du 31 décembre 2003.

Selon le rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat « L'aviation et l'atmosphère planétaire », publié en 1999, la contribution mondiale de l'aviation civile au changement climatique était d'environ 3,5 % en 1992 et pourrait atteindre 5 % en 2050 en raison de la croissance du trafic. A la préoccupation de réduire la contribution à la pollution locale, à laquelle répondent les normes existantes, s'ajoute donc l'objectif de lutte contre l'effet de serre.

La contribution de l'aviation civile à l'effet de serre est principalement liée aux émissions de gaz carbonique et de vapeur d'eau, qui dépendent toutes deux de l'efficacité énergétique de l'avion considéré. Celle-ci n'est pas normalisée. Des études sont en cours à l'OACI pour tenter de définir une consommation type de kérosène pour une croisière de référence, par type de moteur et, si possible, par type d'avion.

La normalisation OACI constitue une référence particulièrement bien adaptée au problème des émissions de gaz à effet de serre car cette normalisation est prise en compte par les constructeurs sur l'ensemble de la planète.

La part de l'Europe dans les émissions mondiales dues au transport aérien va diminuer jusqu'à représenter moins de 10 %. Ce sont sans doute par les programmes de recherche et de développement que son industrie met en œuvre, pour continuer à augmenter les performances des appareils, qu'elle pourra le mieux contribuer à infléchir les effets de la croissance des transports aériens sur l'atmosphère planétaire.

Effets sur la santé des émissions de polluants

La part de la circulation routière dans les émissions de polluants, en France en 1995, est de 68 % des oxydes d'azote, 58 % de l'oxyde de carbone et 45 % des poussières et des composés organiques volatils.

Ces polluants atmosphériques ont des effets néfastes sur la santé. A partir de nombreuses études réalisées dans le monde sur les effets de la pollution atmosphérique, l'organisation mondiale de la santé (OMS) a publié, en matière de qualité de l'air, des recommandations relatives aux polluants les plus courants. Il s'agit de valeurs guides qu'il est souhaitable de ne pas dépasser. Elles associent une concentration et une durée d'exposition.

Le dépassement d'une valeur guide doit être considéré comme un signal à partir duquel des effets sont susceptibles de se produire sur la santé des personnes exposées.

Recommandations de l'OMS pour la protection de la population générale contre la pollution atmosphérique. Valeurs guides pour des polluants pris isolément et pour des effets autres que le cancer, les odeurs et la gêne.

| Indicateur de pollution | Unité | Durée de la mesure | | | | |
|----------------------------------|--------|--------------------|------|---------|---------|-----|
| | | 10-15 mn | 30mn | 1h | 8h | 24h |
| Dioxyde de soufre (SO2) | µg /m3 | 500 | | 350 | | |
| Particules totales en suspension | µg /m3 | | | | | 120 |
| Monoxyde de carbone (CO) | mg/m3 | 100 | 60 | 30 | 10 | |
| Dioxyde d'azote (NO2) | µg /m3 | | | 400 | | 150 |
| Ozone (O3) | µg /m3 | | | 150-200 | 100-120 | |