

### Pollution atmosphérique, effet de serre et circulation routière en Île-de-France : des améliorations notables, des efforts à poursuivre

En matière de transports terrestres, la circulation routière est responsable de la quasi-totalité des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en Île-de-France. Normes européennes et progrès techniques sont à l'origine des baisses de pollution. Cependant, certains niveaux restent encore préoccupants, notamment pour le dioxyde d'azote, le benzène et les particules fines. D'autres réductions sont attendues à moyen terme, grâce au renouvellement du parc et aux améliorations techniques. Une réduction notable des émissions de gaz carbonique – gaz à effet de serre – sera beaucoup plus difficile à obtenir à cet horizon par la seule technologie.

#### Une responsabilité majeure de la circulation routière

Au sein du secteur des transports terrestres franciliens, la circulation routière est responsable de la quasi-totalité des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre : 100 % des émissions de méthane (CH<sub>4</sub>), 99,9 % de celles de monoxyde de carbone (CO), 99,8 % de celles des composés organiques volatils non méthaniques (COVNM), 99,4 % de celles des micro-particules (PM10), 99,4 % de celles de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), 99,3 % de celles de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) et 98,3 % de celles des oxydes d'azote (NOx)<sup>(1)</sup>.

Par rapport aux autres secteurs d'activité, elle est le premier émetteur de monoxyde de carbone (CO) avec 77 % du total, d'oxydes d'azote (NOx) avec 52 % du total, de micro-particules (PM10) avec 36 % du total et le second pour les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) avec 29 % du total et le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) avec 28 % du total.

Elle joue un rôle minime dans les émissions de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) et de méthane (CH<sub>4</sub>), dont il ne sera pas fait état par la suite.

#### Les émissions des transports terrestres franciliens sont de trois sortes

##### Les polluants atmosphériques primaires qui sont émis directement à l'échappement

Le monoxyde de carbone (CO) est dû à une combustion rapide et incomplète des carburants.

Prenant la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang, il provoque un



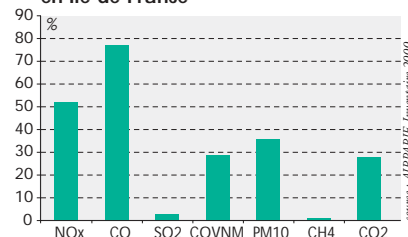
M. Lacombe / IAUURIF

manque d'oxygénation des organes conduisant à des intoxications chroniques (maux de tête, vertiges, vomissements...). Il peut être mortel ou laisser des séquelles irréversibles.

Les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM), dont les hydrocarbures (HC), et plus particulièrement le benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), proviennent également d'une combustion incomplète du carburant et de l'huile. L'effet sur la santé est variable selon le polluant, allant de la simple gêne olfactive à une irritation ou diminution de la capacité respiratoire. Le benzène est cancérigène à fortes concentrations.

Les oxydes d'azote (NO et NO<sub>2</sub>) résultent de l'association de l'azote et de l'oxygène à haute température. À la sortie du pot d'échappement, le mélange est de l'ordre de 90 % de NO (qui se transforme ensuite en NO<sub>2</sub>) et 10 % de NO<sub>2</sub>, gaz irritant qui provoque une hyper-réactivité bronchique chez les asthmatiques et augmente la sensibilité des bronches aux infections

Part du transport routier dans les émissions de polluants en Île-de-France



(1) Source : inventaire 2000 d'AIRPARIF

Pollution atmosphérique, effet de serre et circulation routière en Île-de-France : des améliorations notables, des efforts à poursuivre

chez l'enfant. L'Observatoire régional de la santé (ORS) a estimé que la pollution à l'oxyde d'azote pouvait augmenter de 7,9 % les hospitalisations pour asthme des moins de 15 ans, de 3,3 % celles pour maladies de l'appareil circulatoire et de 2 % la mortalité, toutes causes non accidentelles<sup>(2)</sup>.

Les composés soufrés sont principalement émis par les véhicules diesel. Irritants des voies respiratoires, ils altèrent la fonction pulmonaire chez l'enfant et provoquent des crises d'asthme chez les asthmatiques.

Les micro-particules (PM10)<sup>(3)</sup> ont la même provenance que les composés soufrés et pénètrent jusqu'aux bronchioles, en y véhiculant d'autres polluants toxiques : irritations et altération de la fonction respiratoire, surtout chez l'enfant, même à des concentrations relativement basses. Elles augmentent la mortalité pour causes respiratoires et cardio-vasculaires.

L'ORS a estimé que la pollution par les particules fines pouvait augmenter de 5,1 % les hospitalisations pour maladies respiratoires des moins de 15 ans, de 4,7 % la mortalité pour cause respiratoire et de 2,4 % la mortalité pour causes cardio-vasculaires<sup>(4)</sup>.

### Les polluants atmosphériques secondaires qui résultent de la transformation chimique des premiers, dans l'atmosphère

Sous l'action des ultraviolets, les oxydes d'azotes et des composés organiques volatils non méthaniques se transforment en ozone (O<sub>3</sub>). Ce gaz irritant altère la fonction pulmonaire, accroît les symptômes respiratoires (toux, oppression thoracique), notamment chez les sujets sensibles, et exacerbe les crises d'asthme, surtout en cas d'exercice marqué.

L'ORS a estimé que la pollution par l'ozone pouvait augmenter de 1,9 % les hospitalisations pour broncho-pneumopathies chroniques obstructives (BPCO)<sup>(5)</sup>.

### Estimation de la contribution des grandes catégories de véhicules aux émissions relatives au transport routier en 2000 (%)

	NOx	CO	PM10	COVNM	CO <sub>2</sub>
Voitures particulières essence non catalysées	22	46	0	31	10
Voitures particulières essence catalysées	4	17	0	3	18
Voitures particulières diesel	19	4	37	4	28
Véhicules utilitaires légers < 3,5 T essence	1	5	0	2	1
Véhicules utilitaires légers < 3,5 T diesel	15	3	26	2	18
Poids lourds > 3,5 T et bus	38	3	21	8	24
Motocyclettes et motos < 50 cm <sup>3</sup>	0	3	0	11	0,1
Motos > 50 cm <sup>3</sup>	1	19	0	10	1
Évaporation d'essence	0	0	0	29	0
Autre (pneus, freins, chaussée)	0	0	16	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

(Source : DRIRE Île-de-France / AIRPARIF)

L'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) est formé à partir des composés soufrés, contenu dans les pluies acides qui menacent la vie des forêts et des eaux, des cultures et des bâtiments, voire la santé humaine.

L'acide nitrique (HNO<sub>3</sub>) provient des oxydes d'azote, également contenu dans les pluies acides.

### Les gaz à effet de serre

Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), qui émane de la combustion des carburants carbonés (carburants d'origine fossile, biocarburants), est le seul à prendre en compte, car très largement dominant. Le méthane (CH<sub>4</sub>), qui vient principalement des véhicules fonctionnant au gaz naturel, est émis en quantités négligeables.

d'environ 35 % à 43 %, tandis que la part des véhicules à essence non catalysés est passée de 27 % à environ 10 %.

Toutefois, on constate que :

- Le parc diesel (voitures particulières, véhicules utilitaires et poids lourds) était à l'origine de 72 % des émissions de NOx du trafic routier, les voitures particulières à essence non catalysées représentant à l'époque 22 % du total. On peut estimer que, aujourd'hui, l'essentiel des émissions provient du parc diesel.
- Près de la moitié des émissions de CO (46 %) était imputable aux voitures particulières à essence non catalysées. Leur disparition progressive ne devrait laisser subsister que deux sour-

(2) ERPURS 1987-2000, ORS Île-de-France, janvier 2003. Les valeurs mentionnées correspondent à une augmentation de la pollution de fond d'un niveau de base (celui non dépassé par les 5 % de jours les moins pollués de l'année) à un niveau médian (celui atteint ou dépassé la moitié des jours de l'année).

(3) PM vient de l'anglais Particulate Matter ; 10 indique que l'on ne considère que les micro-particules d'un diamètre inférieur ou égal à 10 microns pouvant atteindre les poumons (dont celles inférieures à 2,5 microns qui peuvent pénétrer dans les alvéoles pulmonaires).

(4) et (5) ERPURS 1987-2000, ORS Île-de-France, janvier 2003. Les valeurs mentionnées correspondent à une augmentation de la pollution de fond d'un niveau de base (celui non dépassé par les 5 % de jours les moins pollués de l'année) à un niveau médian (celui atteint ou dépassé la moitié des jours de l'année).

## Une responsabilité différente selon la nature du polluant et la catégorie du véhicule

Le tableau ci-dessus fournit une estimation de la contribution des grandes catégories de véhicules aux émissions du transport routier en l'an 2000.

Ce tableau n'est pas tout à fait représentatif de la situation actuelle : entre 2000 et 2005, le taux de véhicules diesel dans le parc particuliers est passé

Pollution atmosphérique,  
effet de serre et circulation  
routière en Île-de-France :  
des améliorations notables,  
des efforts à poursuivre

ces principales : les automobiles à essence catalysées qui, à kilométrage égal, émettent actuellement (EURO 4) 7 fois moins de CO que leurs homologues non catalysées, et les motos qui, à kilométrage égal, émettent actuellement (EURO 2) 5,5 fois plus de CO que les voitures à essence catalysées (EURO 4).

- La majorité des émissions de micro-particules (PM10) provenait de l'échappement des véhicules diesel (84 %). Le reliquat (16 %) émanait de l'usure des pneus, de la chaussée et des freins. Comme la diésélisation du parc se poursuit, on mesure l'intérêt du développement du filtre à particules sur les motorisations diesel.
- Les trois principales sources d'émissions des COVNM étaient l'échappement des voitures particulières à essence non catalysées (31 %), l'évaporation d'essence (29 %) et les deux-roues motorisés (21 %). Comme pour le CO, ces derniers émettent proportionnellement beaucoup plus que leur part dans les déplacements des ménages (3,1 %). Il est donc urgent de renforcer les normes d'émissions des deux-roues motorisés et de développer des technologies de dépollution à l'échappement. En revanche, la généralisation du pot catalytique a conduit à réduire considérablement la première source (voitures particulières à essence).
- Enfin on remarque que les véhicules diesel émettaient 70 % du CO<sub>2</sub> du transport routier, les véhicules à essence 29 %. Le reliquat (1 %) était attribuable aux deux-roues motorisés. Comme les émissions de CO<sub>2</sub> sont directement liées à la consommation de carburant fossile, leur diminution ne pourra s'obtenir que par une meilleure efficacité énergétique des moteurs thermiques, alliée à des politiques de limitation de la circulation routière, dans l'attente de la percée des solutions alternatives aux carburants conventionnels (essence, gazole).

## L'indice ATMO, une information quotidienne diffusée par AIRPARIF

Défini, ainsi que son mode de calcul, au niveau national, ATMO est déterminé à partir des niveaux de pollution mesurés au cours de la journée par les stations de fond urbaines et périurbaines et prend en compte les polluants atmosphériques traceurs des activités de transport, urbaines et industrielles : le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), les micro-particules (PM10), le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), et l'ozone (O<sub>3</sub>).

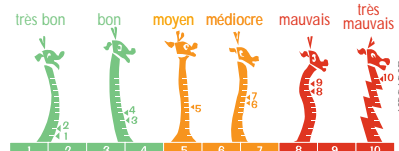
En 2004, l'indice ATMO a été de bon à très bon pour plus de 300 journées et n'a été mauvais qu'une seule journée. En revanche, les conditions climatiques de 2003 ont conduit à un indice ATMO mauvais durant dix journées.

## Des évolutions encourageantes, mais des niveaux encore préoccupants de pollution atmosphérique

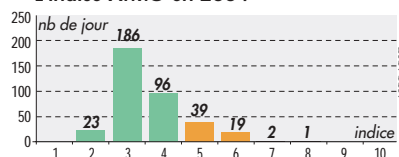
L'évolution des concentrations de polluants porte sur des moyennes annuelles qui peuvent être largement dépassées en cas de pic de pollution. Les mesures de concentrations peuvent se faire en station de fond (loin du trafic) ou en station trafic (proche du trafic).

Alors que la tendance générale est à la décroissance des concentrations de polluants atmosphériques locaux (hors CO<sub>2</sub>), certains niveaux restent encore préoccupants, notamment pour le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), le benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) et les particules fines (PM10). La concentration d'ozone tend à augmenter, mais c'est un phénomène

Grille de couleurs de l'indice ATMO



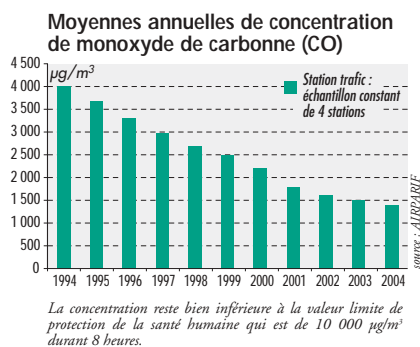
L'indice ATMO en 2004



complexe qui ne dépend pas uniquement des émissions locales de polluants. Pour le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), il n'existe que l'inventaire 2000 d'AIRPARIF, mais un calcul effectué à partir des ventes de carburants suggère que les émissions auraient baissé à partir de 1997 pour retomber au niveau de 1990.

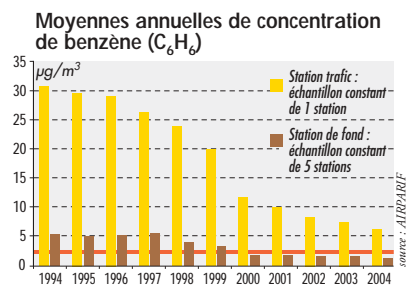
**En moyenne annuelle, la concentration de certains polluants respecte les normes sanitaires de qualité de l'air et ne cesse de diminuer.** C'est le cas du monoxyde de carbone (CO), mesuré dans les stations trafic, où les valeurs sont actuellement en deçà de l'objectif de 10 000 µg/m<sup>3</sup>. Ce résultat, dû en partie à l'amélioration de la combustion dans les moteurs, est à mettre en relation avec l'évolution de la composition du parc automobile des particuliers, qui compte une proportion de plus en plus faible de véhicules à essence sans pot catalytique, progressivement remplacés soit par des véhicules à essence catalysés – qui émettent actuellement (EURO 4) sept fois moins de CO au km –, soit par des véhicules diesel – qui émettent actuellement (EURO 4) quinze fois moins de CO au km.

Pollution atmosphérique,  
effet de serre et circulation  
routière en Île-de-France :  
des améliorations notables,  
des efforts à poursuivre

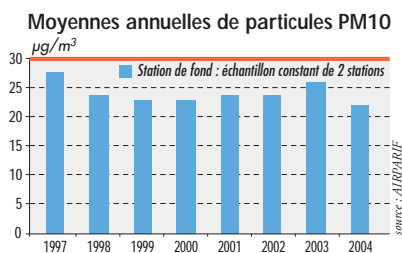


**Pour d'autres polluants, la concentration baisse mais ne respecte (en moyenne annuelle) les normes sanitaires de qualité de l'air qu'en station de fond.**

C'est le cas du benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) et des micro-particules (PM10), pour lesquels l'objectif français de qualité de l'air est respecté en station de fond, mais largement dépassé en station de trafic.



Bien que, depuis 2000, l'objectif français de qualité de 2 µg/m<sup>3</sup> soit respecté en station de fond, il est très largement dépassé à proximité du trafic. Ce polluant provient de deux sources principales : l'évaporation d'essence et l'échappement des véhicules à essence non catalysés. La diffusion des véhicules à essence catalysés (11 fois moins polluants en COVNM + NO<sub>x</sub>) et des véhicules diesel (environ 7 fois moins polluants en COVNM + NO<sub>x</sub>) a permis une réduction substantielle des concentrations.



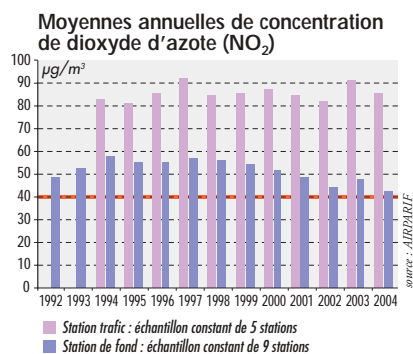
Depuis 2000, la hausse pourrait être liée au développement de la motorisation diesel, unique source d'émission de ce polluant. Alors que l'objectif de qualité de 30 µg/m<sup>3</sup> est respecté en station de fond, il ne l'est pas en station trafic. Par exemple, selon AIRPARIF, le taux moyen annuel sur le boulevard périphérique (porte d'Auteuil) était de 46 µg/m<sup>3</sup> en 2003.

**Pour le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), la concentration est relativement stable et l'objectif français de qualité de l'air est dépassé en station de fond et très largement en station trafic.**

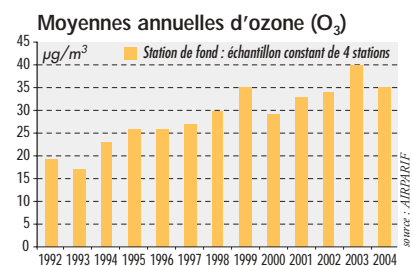
Le NO<sub>2</sub> est imputable à plus de 50 % au transport routier régional. L'introduction du pot catalytique a réduit considérablement les émissions dues aux véhicules à essence. Cependant, la diésélisation du parc, bénéfique pour d'autres polluants, a annulé en partie ces gains, puisque les véhicules diesel émettent actuellement (EURO 4) trois fois plus de NO<sub>x</sub> que les véhicules à essence catalysés récents (EURO 4).

**Pour l'ozone (O<sub>3</sub>), polluant secondaire dont la concentration est à la hausse, le phénomène est complexe.**

Les précurseurs en sont les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) et les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) présents dans l'air. La concentration d'ozone est amplifiée par certaines conditions météorologiques (été sec et ensoleillé, hiver doux) et par des apports transfrontaliers ou interrégionaux qui peuvent représenter de 30 % à plus de 50 % d'un total journalier.



Les concentrations de NO<sub>2</sub> restent préoccupantes : aucune amélioration sensible n'est visible, et l'objectif de qualité français, de 40 µg/m<sup>3</sup>, est dépassé, même en station de fond.



L'objectif de qualité de l'air (110 µg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une période de 8 heures) est respecté, mais l'orientation des températures à la hausse n'est pas favorable à une réduction de la formation d'ozone.

Le tableau ci-après synthétise le bilan des concentrations de monoxyde de carbone (CO), de benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), d'ozone (O<sub>3</sub>) et de micro-particules (PM10).

**Bilan des concentrations des principaux polluants atmosphériques liés aux transports franciliens en 2004.**

Polluant	Objectif français	Concentration moyenne	Évolution
CO stations trafic	10.000 µg/m <sup>3</sup>	1.400 µg/m <sup>3</sup>	de 1994 à 2004 : division par 2,8
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> stations de fond	2 µg/m <sup>3</sup>	1,3 µg/m <sup>3</sup>	de 1994 à 2004: division par 4,1
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> stations trafic	2 µg/m <sup>3</sup>	6,3 µg/m <sup>3</sup>	de 1994 à 2004: division par 4,9
NO <sub>2</sub> stations de fond	40 µg/m <sup>3</sup>	42 µg/m <sup>3</sup>	de 1994 à 2004: - 27%
NO <sub>2</sub> stations trafic	40 µg/m <sup>3</sup>	85 µg/m <sup>3</sup>	de 1994 à 2004: + 2%
O <sub>3</sub> stations de fond	110 µg/m <sup>3</sup> *	35 µg/m <sup>3</sup>	Tendance générale à la hausse.
PM10 stations de fond	30 µg/m <sup>3</sup>	22 µg/m <sup>3</sup>	de 1997 à 2004 : - 12%
PM10 station trafic Porte d'Auteuil (bd périphérique)	30 µg/m <sup>3</sup>	46 µg/m <sup>3</sup>	non disponible

\* : moyenne sur 8 heures

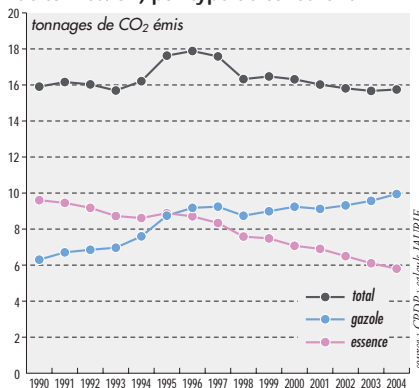
Source : AIRPARIF

Pollution atmosphérique,  
effet de serre et circulation  
routière en Île-de-France :  
des améliorations notables,  
des efforts à poursuivre

## Des émissions de gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) en baisse depuis 1997 suite à la diésélisation du parc automobile

La figure ci-dessous présente une estimation de l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> à partir des ventes de carburants en Île-de-France.

Évolution des émissions de CO<sub>2</sub> (en millions de tonnes/an) par type de carburant



La meilleure efficacité énergétique du moteur diesel a permis, en dépit de la croissance de la circulation, de retrouver à partir des années 2000 les niveaux observés au début des années 1990.

## Les normes européennes et les progrès techniques sont à l'origine des baisses de pollution

Les diminutions des concentrations de polluants primaires d'origine automobile sont imputables, malgré la croissance de la circulation, aux énormes progrès des industries automobile et pétrolière, stimulées par l'évolution des normes européennes.

Comme l'indique une récente étude IAURIF<sup>(6)</sup>, une voiture neuve particulière à essence (EURO 4) émet 60 fois moins de monoxyde de carbone (CO) et d'hydrocarbures et d'oxydes d'azote (HC + NOx) qu'une voiture neuve d'il y a trente ans.

Une voiture neuve particulière diesel (EURO 4) émet 120 fois moins de monoxyde de carbone, 37 fois moins d'hydrocarbures et d'oxydes d'azote, et 11 fois moins de particules qu'une voiture neuve d'il y a trente ans.

Ce calcul est fait à partir des normes et ne tient donc pas compte d'équipements auxiliaires comme la climatisation et des conditions d'utilisation réelles des véhicules (type de conduite, fluidité du trafic, trajets courts à froid, etc.) Cependant, les résultats sur le terrain ne sont visibles qu'à long terme à cause de l'inertie importante de renouvellement du parc (13 ans pour 50 % du parc ; plus de 25 ans pour la totalité)<sup>(7)</sup>.

## Renouvellement du parc et améliorations techniques : des réductions supplémentaires à attendre à moyen terme pour les émissions de polluants primaires

Les travaux menés par AIRPARIF dans le cadre du plan de protection de l'atmosphère ont montré que, entre 2000 et 2010, la seule amélioration technologique, répercutée par le renouvellement du parc, permettrait de réduire de 73 % les émissions de COVNM et de 50 % celles de NOx, malgré une augmentation prévue de 10,75 % du trafic routier.

Si l'étude d'AIRPARIF ne fournit pas de résultats pour les PM10, on sait que les nouveaux filtres à particules sont très efficaces, quelle que soit la dimension des particules. Selon l'Ademe, ils réduiraient le nombre de particules émises d'un facteur 1 000 (voire 10 000) sur l'ensemble du spectre granulométrique, ramenant ainsi le niveau d'émission des véhicules légers diesel à celui de leur équivalent essence<sup>(8)</sup>.

## En revanche, une réduction notable des émissions de gaz carbonique sera beaucoup plus difficile à obtenir à moyen terme par la seule technologie

Ces émissions sont en effet proportionnelles à la consommation de carburants fossiles.

Leur réduction pourrait être obtenue à partir de trois évolutions technologiques.

### • L'amélioration du rendement des moteurs classiques à combustion interne :

Les motoristes améliorent déjà l'efficacité énergétique des moteurs grâce au procédé dit de *downsizing*<sup>(9)</sup>. De nouveaux moteurs à combustion interne HCCI (combustion homogène) et CAI (auto-inflammation contrôlée) pourraient être commercialisés dès 2010. Outre une réduction drastique des polluants locaux, ils pourraient apporter un gain de consommation de carburant de l'ordre de 30 % (et par suite un gain équivalent des émissions de CO<sub>2</sub>). Le véhicule hybride essence-électricité est commercialisé depuis 1997 (La Prius I de Toyota). Selon les conditions de circulation, on obtient des gains de consommation de 10 % à 30 %. Il est appelé à se développer et on devrait voir rapidement arriver un hybride diesel-électricité.

(6) Louis SERVANT, Amélie SEBEK, La pollution atmosphérique et les transports franciliens, IAURIF, octobre 2004.

(7) Voir Alain MORCHEOINE, «Les transports au XXIe siècle». Rencontre internationale de prospective du Sénat, 8 avril 2004.

(8) Stéphane BARBUSSE, Gabriel PLASSAT, Les particules de combustion automobile et leurs dispositifs d'élimination. Données et références, ADEME, octobre 2003.

(9) Ce procédé consiste en la réduction de la cylindrée du moteur avec maintien des performances (d'où son nom).

Pollution atmosphérique,  
effet de serre et circulation  
routière en Île-de-France :  
des améliorations notables,  
des efforts à poursuivre

• **Le recours à des carburants alternatifs dont le bilan CO<sub>2</sub> serait plus favorable :**

Si l'on tient compte du cycle de vie, les biocarburants sont les plus intéressants, car une part importante du CO<sub>2</sub> émis lors de leur combustion a été consommée pendant la croissance des végétaux à partir desquels ils sont fabriqués (en outre, ils constituent une énergie renouvelable). Par rapport aux carburants classiques (essence, gazole), le gain global en émission de CO<sub>2</sub> est de l'ordre de 70 %. En revanche, ils coûtent de deux à trois fois plus cher à produire, à énergie égale (calcul effectué par l'IFP sur la base d'un prix du brut de 25 USD le baril)<sup>(10)</sup>. Leur intérêt socio-économique dépend de la valorisation attribuée au CO<sub>2</sub> non émis, à l'impact sur l'agriculture et au prix du baril de pétrole brut. À très long terme, et si le prix du pétrole brut devient durablement élevé, les carburants de synthèse à partir de la biomasse (bois, herbe, etc.) pourraient aussi être développés, à condition de réduire drastiquement leurs coûts de production<sup>(11)</sup>. Ce type de carburants présente les mêmes avantages que les biocarburants actuels en ce qui concerne le CO<sub>2</sub>.

**Pour en savoir plus :**

Louis Servant, Amélie Sebek, *La pollution atmosphérique et les transports franciliens*, IAURIF, novembre 2004. Cette étude est consultable sur le site Internet de l'IAURIF.

• **L'émergence d'une technologie de rupture :**

Cette technologie – le moteur électrique alimenté par une pile à combustible<sup>(12)</sup> – offrirait de grands espoirs, puisque son fonctionnement ne produit théoriquement que de l'eau. Toutefois, son bilan effet de serre repose sur le type d'énergie utilisée pour fabriquer, manipuler et stocker<sup>(13)</sup> l'hydrogène, carburant nécessaire à son fonctionnement. De grandes incertitudes pèsent par ailleurs sur sa date de commercialisation et son succès n'est pas encore garanti. De plus, ses effets n'apparaîtront que très progressivement, en raison de l'inertie de renouvellement du parc.

Selon les constructeurs automobiles, l'ensemble des nouvelles technologies envisageables ne devrait représenter que 14 % du marché à l'horizon 2020<sup>(14)</sup>. Les transports automobiles (y compris les deux-roues motorisés) seront donc largement dépendants des carburants fossiles pendant longtemps et le bilan global dépendra de l'évolution du trafic routier (actuellement toujours en progression, malgré un ralentissement ces dernières années). Dans ces conditions, si on veut obtenir des résultats à

la hauteur des objectifs nationaux de réduction d'émissions de gaz à effet de serre, il faudra également agir par le biais des politiques de transport et d'aménagement, sans oublier les changements de comportements de la population.

(10) «Les biocarburants en Europe», *Panorama 2004*, IFP.

(11) Aujourd'hui, ces coûts s'élèvent à 700-800 e par tonne, soit environ 15 fois le prix d'extraction du pétrole brut en mer du Nord (calcul effectué sur la base d'un prix d'extraction de 7,30 USD le baril et d'un taux de change de 1,2 USD pour 1 e).

(12) Pile à combustible : générateur d'électricité à partir de l'hydrogène et de l'oxygène, via une réaction électrochimique (réaction inverse à l'électrolyse de l'eau).

(13) Pour éviter les problèmes de stockage, il existe une filière de fabrication de l'hydrogène à bord du véhicule, grâce à un réformeur. Mais cette fabrication se fait à partir de méthanol ou d'hydrocarbures et dégage du CO<sub>2</sub>.

(14) Source : RENAULT. Dossier sur les émissions polluantes et gaz à effet de serre.