



PRÉVISION DES ÉMISSIONS DE POLLUANTS DE VÉHICULES PARTICULIERS D'ICI 2020

Alain SAUVANT

Pour mieux apprécier l'étendue de la réduction des émissions de polluants atmosphériques locaux dues aux véhicules particuliers, un modèle de projection à l'horizon 2020 du parc des véhicules particuliers, de la longueur des parcours qu'ils effectuent et de leurs émissions de polluants a été construit.

Les principaux enseignements du modèle sont les suivants :

- les durées de vie moyennes des véhicules particuliers s'allongent significativement à partir des modèles construits en 1985 ;
- les quantités de polluants atmosphériques locaux émis par les véhicules particuliers ont diminué fortement depuis 1985 et continueront de diminuer jusqu'à 2020 et au delà ;
- 20 % des circulations sont responsables de près de 60 % des émissions de polluants atmosphériques locaux.

Du fait de leur nombre, les véhicules particuliers représentent plus de 85 % de l'ensemble des émissions de polluants atmosphériques liées aux transports.

Les émissions de polluants dépendent beaucoup de la génération des véhicules

La quantité d'émissions de polluants atmosphériques locaux par kilomètre parcouru dépend très fortement de la norme qui était en vigueur au moment de la mise en service du véhicule. De ce fait, la connaissance de l'évolution du parc de véhicules particuliers (VP) constitue une base indispensable pour projeter l'évolution des émissions de polluants atmosphériques locaux liées aux transports.

Dans ce but, un modèle de projection de la structure par âge et par motorisation du parc des véhicules particuliers et de leurs émissions a été construit au département des études économiques du SES. La démarche a comporté les étapes suivantes :

- reconstitution du volume total de ce parc, de sa structure par âge et par type de motorisation et de l'évolution de cette structure depuis 1980 ;
- prévision de la structure par âge et par type de motorisation du parc de véhicules particuliers d'ici 2020 tenant compte de l'évolution de la durée de vie des véhicules particuliers ;
- prévision de la structure par âge et par motorisation des circulations des véhicules particuliers d'ici 2020 ;
- prévision des volumes d'émissions totales de polluants atmosphériques locaux et de dioxyde de carbone des véhicules particuliers d'ici 2020 ;
- estimation des structures par âge des véhicules pour le parc, les circulations, et les émissions de polluants atmosphériques locaux et de dioxyde de carbone.

Ces prévisions ont été faites en cohérence avec les hypothèses de parc et de circulation des véhicules particuliers retenues pour le scénario B (tendanciel) des schémas de services collectifs de transports. La première étape consiste à modéliser le parc des véhicules particuliers. Pour apprécier la fraction du parc survivant à un âge donné, des lois de mortalité log-normales sont généralement utilisées. L'allongement des durées de vie constatées du parc a amené à construire un modèle de parc de voitures particulières qui tient compte du fait que les véhicules les plus récents durent plus longtemps que les véhicules plus anciens. Les paramètres (médiane, écart type) de ces lois sont ainsi supposés varier en fonction des dates d'immatriculations des véhicules.



Modèle de parc

Présentation du modèle de parc utilisé

L'équation de base de la modélisation du parc est la suivante :

$$\text{Parc}(\text{carb}, t, i) = \text{Immatriculations}(\text{carb}, i) * (1 - \text{cumul.loi.lognormale}(a, m(\text{carb}, i), s(\text{carb}, i)))$$

où :

- carb est le type de motorisation (essence, diesel)
- t est l'année où l'on veut modéliser la structure du parc (année de circulation)
- i est l'année de première immatriculation
- Parc(carb, t, i) est le parc de motorisation c, circulant l'année t et immatriculé pour la première fois l'année i
- a est l'âge moyen du parc à l'année t des véhicules immatriculés en i, (d'où $a = t - i - 0,5$)
- m(carb, i) est la médiane de la loi lognormale utilisée, dépendant du type de motorisation et de l'année d'immatriculation
- s(carb, i) l'écart type de la loi log-normale utilisée, dépendant du type de motorisation et de l'année d'immatriculation
- cumul.loi.lognormale(a, m, s) est le cumul de la distribution log-normale de médiane m et d'écart type s entre 0 et l'âge a

On suppose par ailleurs que l'écart type s(carb, i) est proportionnel à la médiane m(carb, i), soit $s(\text{carb}, i) = k * m(\text{carb}, i)$.

La somme totale du parc de motorisation « carb » à l'année t s'écrit ainsi :

$$\text{Parctotal}(\text{carb}, t) = \sum_{i=1955}^{t-1} \text{Parc}(\text{carb}, t, i)$$

Procédure de calage

Le modèle est calé sur les estimations de parc de voitures particulières circulant du comité des constructeurs français automobiles (CCFA) par motorisation, à partir de 1980.

Un filtrage dans le parc total modélisé des véhicules de plus de 25 ans, du fait de l'absence de données suffisamment fiables concernant cette tranche d'âge.

Les paramètres des médianes des lois log-normales de survie m(carb, i) ont été ajustés pour rapprocher au mieux la série de parc total de moins de 25 ans et celle du parc de voitures particulières établie par le CCFA, en minimisant la somme des carrés des écarts.

Les contraintes imposées sont les suivantes :

- pour toutes les années d'immatriculations i, la médiane m(carb, i+1) est supérieure ou égale à la médiane m(carb, i). Cette contrainte traduit le fait que les véhicules plus récents résistent de mieux en mieux à l'épreuve du temps que des véhicules plus anciens ;
- la loi m(carb, i) à motorisation (« carb ») donnée, est supposée affine par morceaux en fonction de l'année d'immatriculation, avec des pas de cinq ans.

Limites d'utilisation

Compte tenu du calage du parc sur des séries de nombre de véhicules en circulation qui commencent en 1980, on ne peut estimer, pour les années d'immatriculations antérieures à 1970 (essence), qu'un ordre de grandeur de la médiane (qui se situe autour de 10,8 années). Du fait de la valeur des durées de vie, les estimations précédentes ne donnent qu'une valeur par défaut des durées de vie médianes pour les véhicules immatriculés de 1986 à 1995.

Aucune estimation ne peut valablement être faite pour les véhicules immatriculés après 1995, en raison de l'insuffisance de recul disponible.

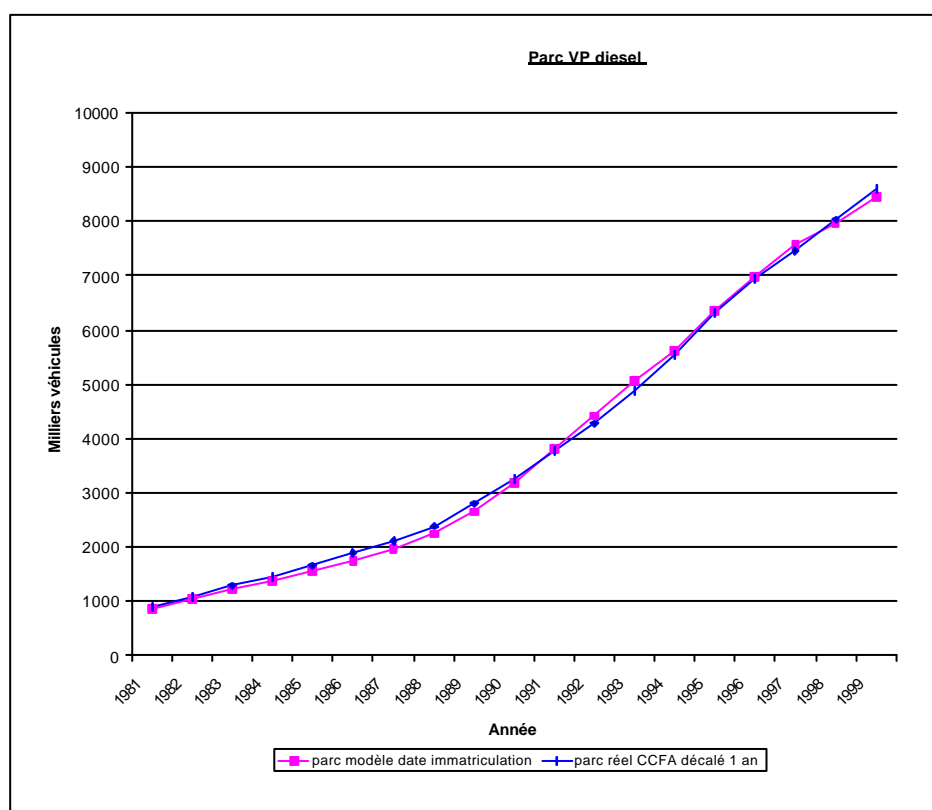
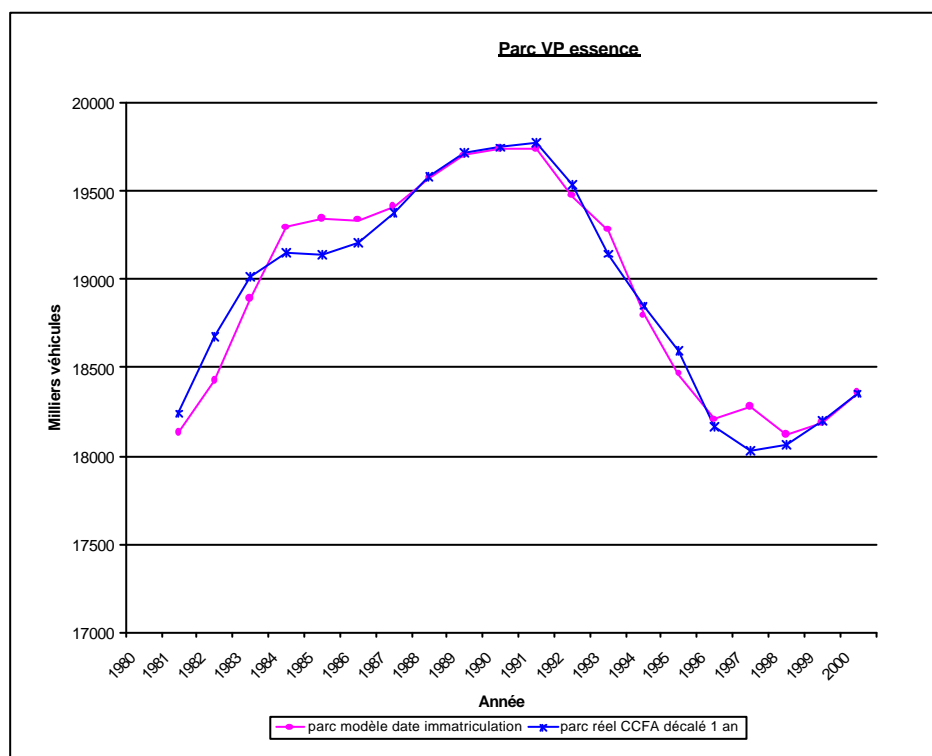
Pour les véhicules immatriculés après 1990, l'insuffisance de recul ne permet d'ailleurs pas, à la différence de ce que l'on peut faire pour les véhicules plus anciens, de valider la persistance de la forme log-normale des courbes de survie. On peut aussi se demander si des lois de survie suivant une forme de type exponentielle décroissante ne serait pas plus adaptées à des sorties de parc découlant de plus en plus de phénomènes aléatoires de type accidents que de l'usure elle-même des véhicules.



POLLUTION

Ce modèle est différent de celui présenté dans l'article intitulé « une estimation du parc automobile à l'aide des durées de vie des véhicules » (cf. l'article de François Jeger, notes de synthèse du SES janvier/février 2001). En effet, l'hypothèse faite ici est que l'évolution de la durée de vie des véhicules dépend davantage de la qualité de construction de ceux-ci que du soin apporté par leurs propriétaires à l'entretien de leurs véhicules.

L'hypothèse faite ici paraît plus adaptée à des prévisions de long terme (horizon 2020).



POLLUTION

Les durées de vie des véhicules immatriculés s'allongent significativement à partir de 1985

Ce constat rejoint le diagnostic qui avait été effectué dans les travaux de François Jeger cités ci-dessus.

Le modèle décrit ici permet d'estimer l'allongement des durée de vie des véhicules en fonction de leurs dates de première immatriculation et de projeter dans l'avenir l'évolution des durées de vie.

Durées de vie médianes (années)

	Essence	Diesel
VP immatriculés de 1970 à 1975	10,8	10,5
VP immatriculés de 1976 à 1980	10,8 à 11,1	10,5
VP immatriculés de 1981 à 1985	11,4 à 12,8	10,5
VP immatriculés de 1986 à 1990	plus de 14,8	11,5 à 15,5
VP immatriculés de 1990 à 1995	plus de 14,8	environ 15,5

Les résultats ne sont pas très différents d'un type de motorisation à l'autre sur la plage de validité des estimations. Ils montrent toutefois clairement un allongement des durées de vie des véhicules particuliers, s'amorçant à partir du début des années quatre-vingt pour les véhicules à moteur à essence et très marqué sur la période 1985 à 1990 pour les deux types de motorisation.

Parmi les hypothèses explicatives possibles de l'allongement des durées de vie, on citera la systématisation des châssis monoblocs, l'amélioration de la durabilité des moteurs et les importants progrès dans la qualité des automobiles, notamment les françaises.

L'ordre de grandeur des durées de vie médianes pour les véhicules immatriculés après 1990 paraît cependant élevé et devrait être validé par des données supplémentaires (par exemple une photographie récente de la structure par âge du parc).

Les chiffrages proposés ici ne sont qu'une première estimation qui devra être confirmée lorsque l'on disposera de plus de recul par rapport à un phénomène intervenu vers la fin des années quatre-vingt.

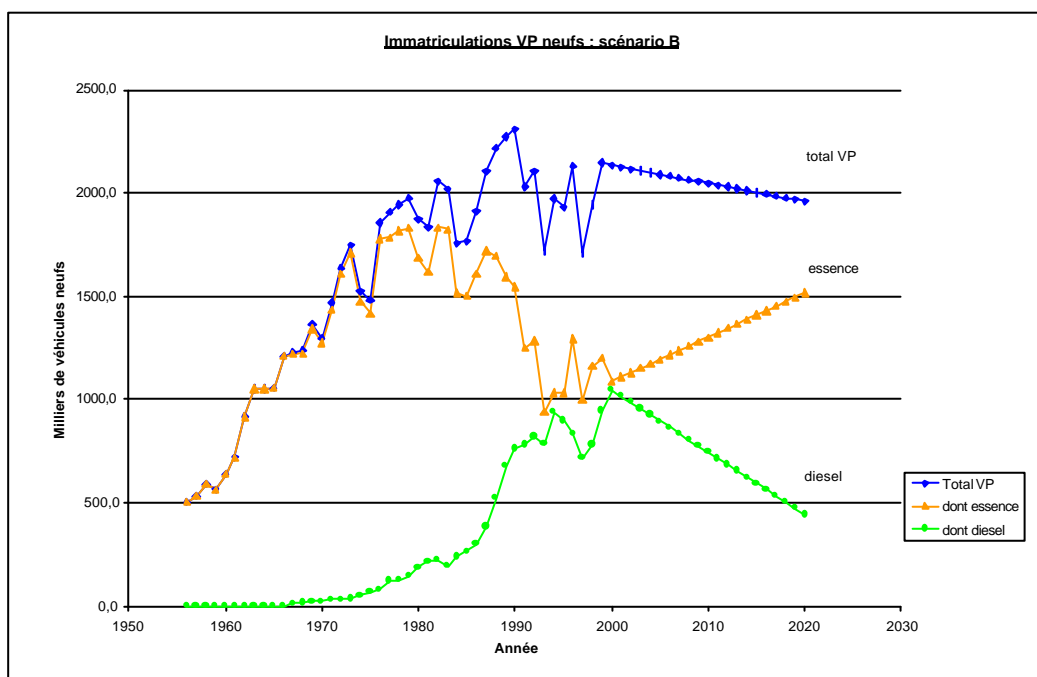
Très forte baisse des volumes d'émissions de polluants atmosphériques locaux liées aux véhicules particuliers

En fonction des normes d'émission en vigueur ou prévisibles des véhicules particuliers, ainsi que des données de consommations de carburant et de parcours moyen par type de motorisation et par classe d'âge, il est possible d'effectuer des prévisions d'émissions de polluants atmosphériques locaux (hydrocarbures, oxyde d'azote, particules) et de dioxyde de carbone liées à ces véhicules.

Dans un premier temps, une estimation du niveau des immatriculations des voitures particulières neuves est effectuée, en cohérence avec les hypothèses de parc retenues pour chaque type de motorisation dans le scénario B (tendanciel) des schémas de services collectifs de transport à l'horizon 2020.

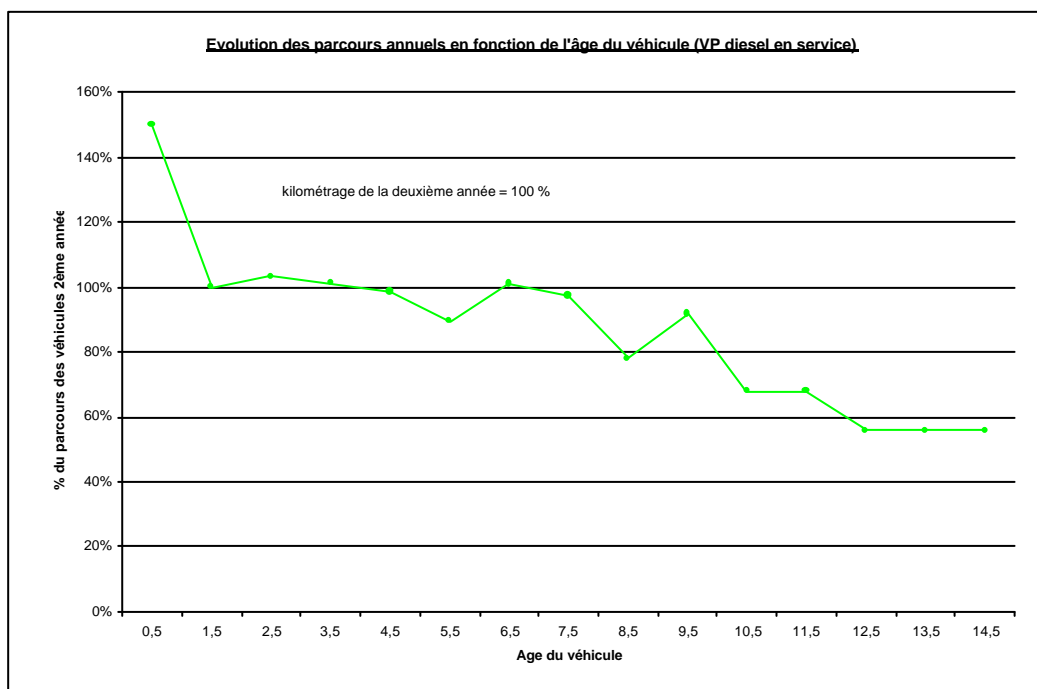
Compte tenu de l'augmentation des durées de vie des véhicules, le volume du parc projeté dans ce scénario à l'horizon 2020 correspond en première approximation à une stabilisation du niveau des immatriculations autour de deux millions de véhicules particuliers par an environ.

POLLUTION



Par ailleurs, les données issues du panel SECODIP permettent de simuler les parcours moyens des véhicules en fonction de leur âge.

Le graphique ci-dessous présente les kilométrages annuels moyens parcourus par des véhicules à motorisation Diesel en fonction de leur âge, exprimés en pourcentage du parcours moyen d'un véhicule d'âge compris entre un et deux ans. Il montre que le parcours moyen décroît en fonction de l'âge.

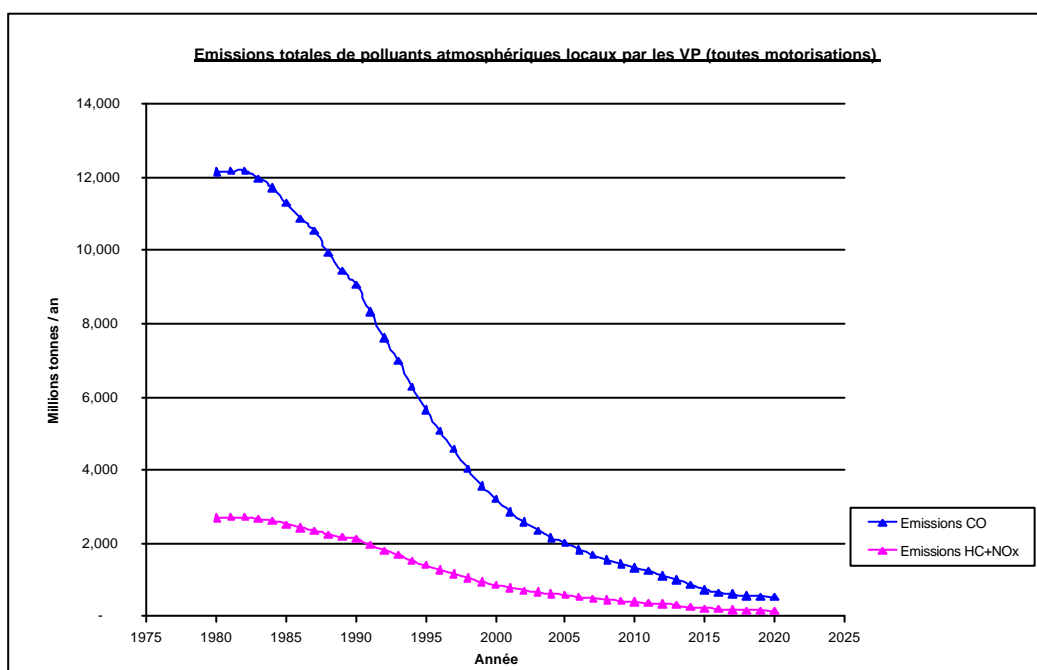


La connaissance des normes en vigueur aux différentes dates d'immatriculations des véhicules permet d'estimer la quantité de polluants atmosphériques locaux ou de CO₂ émis.

Le graphique ci-dessous représente, par exemple, les prévisions d'émissions de monoxyde de carbone (CO) et de l'ensemble des hydrocarbures et des oxydes d'azote (HC+NO_x) par les véhicules particuliers.

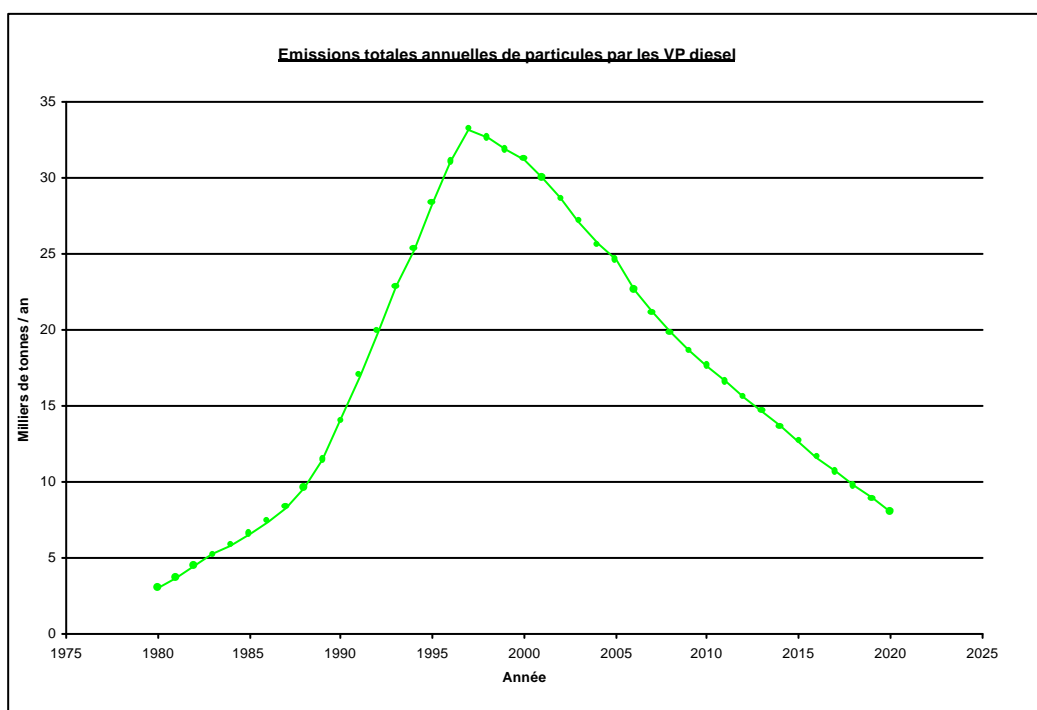


POLLUTION



On constate que les émissions de ces catégories de gaz ont fortement chuté depuis le début des années 1985 ; la chute devrait se poursuivre d'ici 2020 au moins, du fait de la sévérité croissante des normes d'émissions unitaires à la source.

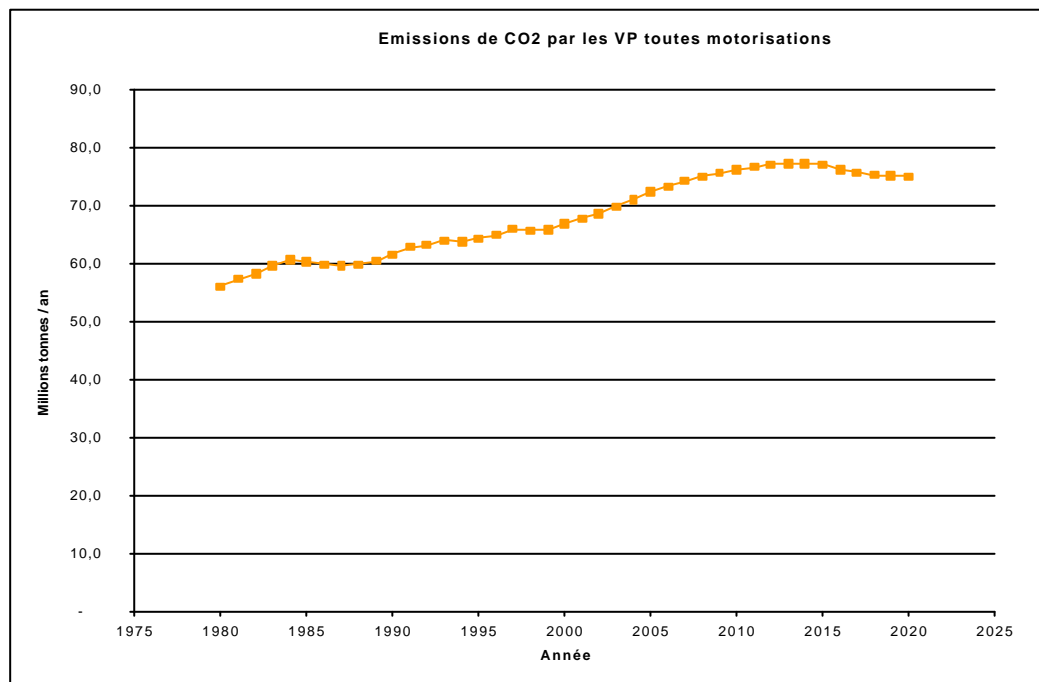
Les émissions de particules Diesel des véhicules particuliers sont passées par un point haut au milieu des années quatre-vingt-dix. Deux phénomènes contraires jouent : d'une part la proportion croissante de la motorisation Diesel dans les immatriculations neuves jusqu'à maintenant ; d'autre part, la sévérité croissante des normes d'émissions unitaires à la source.



POLLUTION

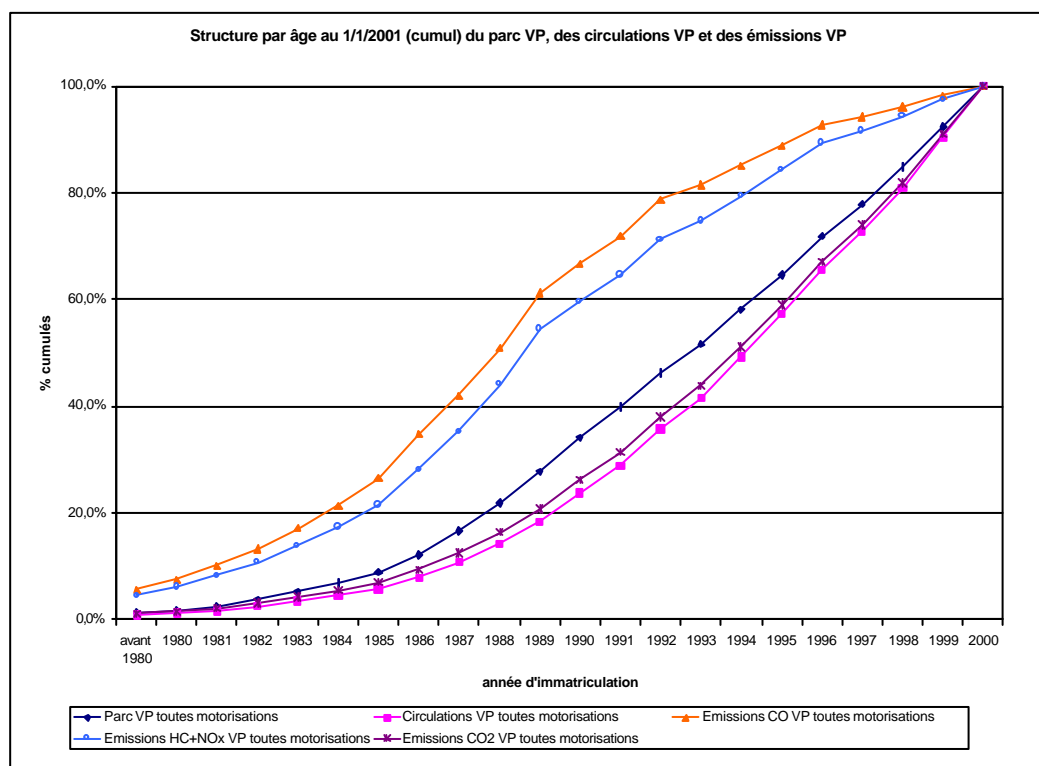
Des émissions de dioxyde de carbone (CO₂) qui restent orientées à la hausse malgré l'accord volontaire

Pour les émissions de dioxyde de carbone (CO₂), principal gaz responsable de l'effet de serre lié aux transports, la croissance des émissions va se poursuivre, car le rythme d'augmentation prévisible des circulations est plus fort que celui de la diminution des émissions unitaires prévue dans le cadre de l'accord volontaire ACEA (association des constructeurs européens automobiles).



Des structures par âge du parc très différentes pour les circulations et les émissions

Le graphique ci-dessous donne une estimation au 1^{er} janvier 2001 de la structure cumulée par âge (année de première immatriculation) du parc des voitures particulières, de leur circulation et des émissions de monoxyde de carbone, d'hydrocarbures et d'oxydes d'azote et de dioxyde de carbone.

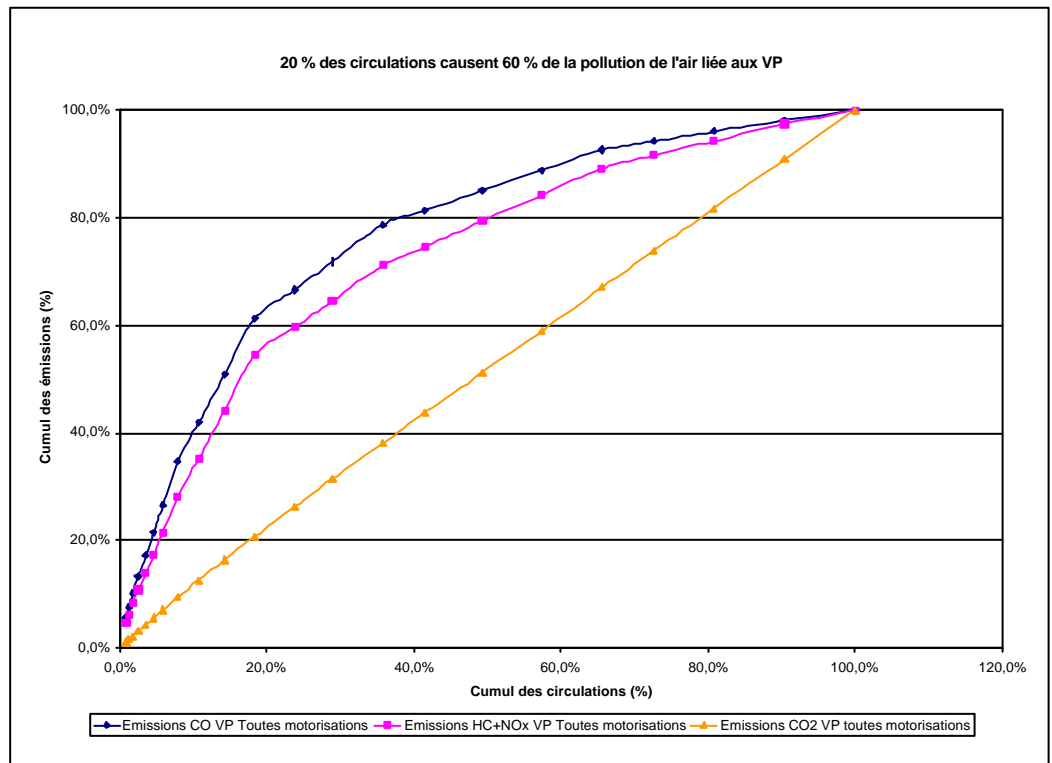


POLLUTION

Il montre que la structure par âge du parc et celle des émissions des polluants atmosphériques locaux sont très différentes.

En particulier, les véhicules immatriculés en 1989 ou avant, c'est-à-dire ceux de douze ans d'âge ou plus, sont responsables d'environ 60 % des émissions de monoxyde de carbone (CO) et de 55 % environ de celles d'hydrocarbures et d'oxydes d'azote (HC+NO_x), alors que ces véhicules représentent moins de 20 % de la circulation.

Il n'en va pas de même pour les émissions de dioxyde de carbone (CO₂), dont la répartition est très voisine de celle de la circulation.



Premières recommandations pour la politique des transports

En matière de recommandations pour réduire la quantité de polluants atmosphériques locaux liés aux transports, ce graphique montre que des mesures spécifiques de limitation des circulations des véhicules les plus anciens auraient des effets assez significatifs sur l'amélioration de la qualité de l'air, en touchant une proportion relativement faible du parc et des circulations.

Deux types de mesures pourraient être envisagées :

- des mesures visant la réduction de la pollution de l'air lors d'épisodes de pics de pollution. La limitation de circulation des véhicules anciens (plus de douze ans) les jours de pics dans les périmètres urbains exposés serait trois fois plus efficace, à des niveaux de réduction de trafic similaires, que des mesures de circulation alternée basées, par exemple, sur la parité du dernier chiffre de la plaque d'immatriculation ;
- des mesures visant la réduction de la pollution de l'air en moyenne annuelle. On pourrait penser à l'introduction de primes à la casse de véhicules anciens de plus de douze ans, ou à des contrôles antipollution renforcés de ces véhicules lors des contrôles techniques périodiques.