

Coefficients d'émission des véhicules à moteur

Autor(en): **Evéquo, Roger**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Ingénieurs et architectes suisses**

Band (Jahr): **113 (1987)**

Heft 9

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-76375>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Coefficients d'émission des véhicules à moteur

par Roger Evéquo, Berne

Sous le titre « Gaz d'échappement des véhicules à moteur » est paru, dans *Ingénieurs et architectes suisses*, N° 8/87, un article présentant les résultats principaux d'une étude approfondie, publiée par l'Office fédéral de la protection de l'environnement, sur l'évolution des émissions polluantes du trafic routier privé de 1950 à 2000. Son auteur annonçait alors que les deux paramètres de base les plus importants pour une telle étude – les coefficients d'émission et les prestations de circulation des diverses catégories de véhicules – feraient l'objet de présentations ultérieures.

Le présent article développe quelques-uns des aspects relatifs aux coefficients d'émission.

Introduction

Les *coefficients d'émission* correspondent à la quantité effective de gaz nocifs émise par kilomètre parcouru (g/km) en fonction des conditions de charge et de régime du moteur ou, de façon plus générale, en fonction de la vitesse moyenne du véhicule.

Par *vitesse moyenne* du véhicule, on entend le rapport entre une distance donnée et le temps total nécessaire pour la parcourir, compte tenu des conditions de trafic effectives rencontrées. Elle englobe les accélérations, les ralentissements ou les arrêts involontaires, aux carrefours par exemple. Elle est dès lors le reflet du comportement moyen des conducteurs sur un trajet déterminé et correspond à la vitesse de déplacement effective, appelée aussi vitesse commerciale.

Les coefficients d'émission et de consommation dépendent de toute une série de paramètres. Le tableau 1 en présente une liste non exhaustive.

Parmi ces nombreux paramètres, le genre de moteur et parallèlement la catégorie de véhicules, les prescriptions sur les gaz d'échappement en liaison avec les systèmes de réduction des émissions utilisés, ainsi que la vitesse moyenne du véhicule jouent incontestablement un rôle primordial.

Méthode de travail

Les coefficients d'émission et de consommation «moteur chaud» ont été déterminés de façon différenciée pour les diverses catégories de véhicules et genres de moteur, en fonction des étapes successives des normes à l'échappement et en fonction de la vitesse moyenne. Pour les véhicules à essence, les charges polluantes supplémentaires résultant des départs à froid et les pertes d'hydrocarbures par évaporation du carburant ont été calculées séparément.

La détermination des coefficients d'émission a porté sur les polluants suivants:

monoxyde de carbone (CO)
hydrocarbures (HC)
oxydes d'azote (NO_x)
plomb (Pb)
anhydride sulfureux (SO₂)
suie.

Compte tenu de la composition du parc automobile suisse, les coefficients d'émission et de consommation ont été établis de façon différenciée pour les *catégories de véhicules*:

voitures de tourisme (VT)
voitures de livraison (VL)
camions (Cam.)
autocars (Car)
motocycles (Moto)
cyclomoteurs (Vélo.).

En regard des émissions, les autocars sont assimilables aux camions puisque des moteurs semblables sont utilisés dans les deux cas. Pour la détermination des coefficients d'émission, ces deux types de véhicules ont donc été regroupés dans la catégorie commune des poids lourds.

Les émissions polluantes dépendent aussi du *genre de moteur* utilisé (moteur à essence à 2 ou 4 temps, moteur diesel); ce dernier peut varier à l'intérieur d'une même catégorie de véhicules. Les divers genres de moteur et catégories de véhicules finalement retenus sont présentés dans le tableau 2. Notons que la catégorie des voitures de tourisme équipées d'un moteur à essence à 2 temps (inexistante aujourd'hui mais dont la part maximale a atteint presque 4 pour cent vers 1960) n'a pas pu être prise en compte par manque de données suffisamment détaillées s'y rapportant.

Influence des normes à l'échappement

L'influence prépondérante des *prescriptions sur les gaz d'échappement*, en liaison avec les systèmes de réduction des émissions utilisés, permet de subdiviser une même catégorie de véhicules en fonction des étapes successives des normes en la matière et de déterminer leurs coefficients d'émission à une vitesse de référence donnée. Cette façon de procéder présente l'avantage, par rapport à une approche individuelle par modèle ou par année de construction, d'accroître la taille de l'échantillonnage des véhicules pour lesquels des résultats de mesure sont disponibles.

La méthode de travail utilisée pour déterminer les coefficients d'émission en

TABLEAU 1. – Exemples de paramètres ayant une influence sur les coefficients d'émission et de consommation.

Paramètres	Exemples
- catégorie de véhicule	voiture, camion, ...
- genre de moteur	moteur à essence, moteur diesel
- prescriptions sur les émissions	sévérité, méthode de mesure, ...
- syst. de réduction des émissions	recirculation des gaz, catalyseur, ...
- vitesse moyenne	détermine la charge et le régime du moteur
- état mécanique	avant ou après un service mécanique, kilométrage, ...
- température de fonctionnement	moteur froid ou chaud
- conditions climatiques	température, humidité de l'air, ...
- conditions topographiques	profil, pente
- composition du combustible	indice de cétane, teneur en aromates, ...

TABLEAU 2. – Subdivision en catégories de véhicules et genres de moteur.

Catégorie de véhicules	Moteur à essence		Moteur diesel
	à 4 temps	à 2 temps	
Voitures de tourisme	×	-	×
Voitures de livraison (<3500 kg)	×	-	×
Poids lourds ¹ (>3500 kg)	×	-	×
Motocycles	×	×	-
Cyclomoteurs	-	×	-

¹ Y compris les autocars.

TABLEAU 3. — Etapes successives des prescriptions suisses sur les gaz d'échappement des voitures de tourisme.

Règlement		Valeurs limites ¹			Méthode de mesure				
Désignation	Date d'entrée en vigueur	CO [g/km]	HC [g/km]	NO _x [g/km]	Cycle			Appareillage	
					Désignation	Vitesse moyenne [km/h]	Vitesse maximale [km/h]	Prélèvement	Mesure des HC
CEE 1500	1.01.1974 ²	30 ± 65	2,6 ± 4,1	-	CEE 15	18,8	50	CEE	NDIR
CEE 1501	1.10.1975	24 ± 52	2,2 ± 3,5	-	CEE 15	18,8	50	CEE	NDIR
CEE 1502	1.03.1977	24 ± 52	2,2 ± 3,5	3,0 ± 4,7	CEE 15	18,8	50	CEE	NDIR
CEE 1503	1.10.1979	19 ± 42	1,9 ± 3,1	2,5 ± 4,0	CEE 15	18,8	50	CEE	NDIR
OGE 1982	1.10.1982	24,2	2,1	1,9	FTP 72	31,7	91,2	CVS	FID
OGE 1986	1.10.1986	9,3	0,9	1,2	FTP 72	31,7	91,2	CVS	FID
USA 1983	1.10.1987	2,1	0,25	0,62	FTP 75	34,1	91,2	CVS	FID

¹ Règlement CEE 15 : conformité à la production.

² RFA : 1.10.1971.

Abréviations : FTP = Federal Test Procedure.

CVS = Constant Volume Sampling.

NDIR = Analyseur à infrarouge non dispersif.

FID = Détecteur à ionisation de flamme.

fonction des étapes successives des normes à l'échappement est présentée brièvement ci-après à l'exemple des voitures de tourisme avec moteur à essence.

En Europe, les premières prescriptions ont été édictées au début des années 1970 dans le cadre de la Commission économique européenne de l'ONU (Règlement CEE 15); la Suisse les a introduites en 1974. Ce règlement a été renforcé à plusieurs reprises par la suite. Par le biais de l'Ordonnance sur les gaz d'échappement (OGE), la Suisse s'est dotée dès 1982 de normes plus sévères en deux étapes (OGE 82 et OGE 86). Au 1^{er} octobre 1987 seront introduites en Suisse des prescriptions correspondant à celles en vigueur aux Etats-Unis depuis les modèles 1981 (désignation usuelle : USA 83).

Le tableau 3 présente les valeurs limites exprimées en grammes par kilomètre (g/km) pour les étapes successives des prescriptions helvétiques ainsi que les méthodes de mesure correspondantes. Les émissions sont déterminées dans des cycles spécifiques après un départ à froid. Compte tenu des différences au niveau de la méthodologie, les valeurs ne sont pas toujours directement comparables entre elles.

C'est pourtant dans les méthodes respectives d'homologation que les résultats de mesure de véhicules en circulation (après un départ à froid et un service mécanique) sont les plus nombreux et, par conséquent, les mieux à même de définir l'évolution des émissions en fonction des étapes successives des prescriptions. Ces résultats obtenus selon des méthodes de mesure parfois différentes n'étant pas directement comparables entre eux, il convient de trouver un dénominateur commun. La méthode américaine, avec son cycle FTP 75 d'une vitesse moyenne de 34 km/h, est la plus appropriée à cet effet; elle reflète également le mieux les conditions réelles de circulation rencontrées en Europe.

La figure 1 présente les divers résultats de mesure convertis dans la méthode de référence FTP 75 ($v_m = 34$ km/h), de

façon différenciée en fonction des étapes successives des normes à l'échappement; les valeurs moyennes respectives ainsi que leurs écarts standards y sont représentés. Les véhicules antérieurs à 1970 n'étant soumis à aucune prescription sur les gaz d'échappement, ils peuvent être regroupés dans une classe unique: celle des véhicules «non dépollués».

L'évolution des émissions moyennes en fonction des étapes successives a pu être définie par le biais de deux régressions linéaires distinctes, l'une regroupant les véhicules non dépollués (avant l'introduction des normes CEE) ainsi que ceux soumis au Règlement CEE 15, l'autre spécifique à ceux soumis aux normes OGE et USA 83. La méthode utilisée est celle dite des «droites de régression des moindres carrés». Le résultat de ces deux calculs portant sur près de 550 véhicules est représenté en traits pleins à la figure 1.

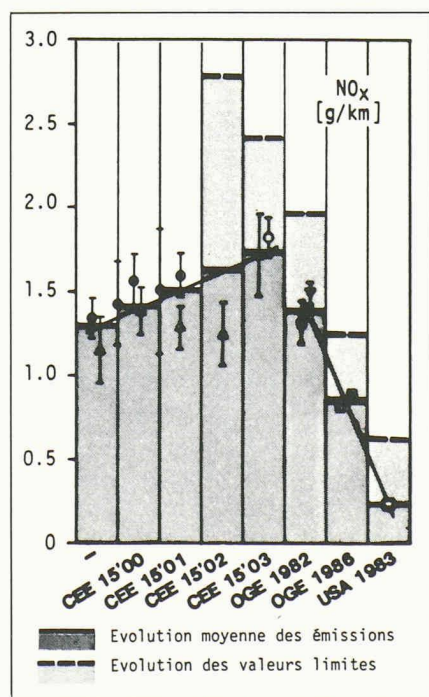


Fig. 1. — Evolution des émissions d'oxydes d'azote et des valeurs limites en fonction des étapes successives des prescriptions (méthode de référence : FTP 75).

En plus des résultats de mesures d'émission et à titre purement comparatif, l'évolution des valeurs limites est également indiquée dans cette figure (traits pointillés). Les valeurs limites (conformité à la production et classe d'inertie de 1020 à 1250 kg dans le cas du Règlement CEE 15) ont été converties de la même façon que les résultats de mesures d'émission dans la méthode de référence FTP 75. On constate que l'évolution des émissions des véhicules en circulation ne correspond pas forcément à celle à laquelle on pourrait s'attendre au vu de l'évolution des prescriptions.

L'évolution des émissions ainsi déterminée s'applique à des véhicules dont les émissions ont été mesurées après un service mécanique et après un départ à froid. Ces conditions ne sont toutefois pas caractéristiques de l'ensemble des véhicules en circulation. Il s'est alors posé la question de savoir s'il existe une relation constante entre l'évolution des émissions précédemment déterminée (véhicules venant de subir un service mécanique et mesurés après un départ à froid) et celle de véhicules effectivement en circulation (avant service mécanique et mesurés moteur chaud). Pour cela, l'influence des paramètres «moteur froid/moteur chaud» et «après/avant service mécanique» a été analysée. L'incidence éventuelle du «kilométrage» a par ailleurs aussi été étudiée.

Ces analyses ont permis de constater que les paramètres «moteur froid/moteur chaud», «après/avant service mécanique» et «kilométrage» restent dans leur ensemble pratiquement constants, indépendamment de l'étape des prescriptions. On peut donc en déduire qu'il existe une relation constante entre l'évolution des émissions «à froid/après service mécanique» et celle «à chaud/avant service mécanique»: l'évolution relative des émissions est la même dans les deux cas.

Comme mentionné plus haut, les émissions et la consommation effectives sont caractérisées en pratique par les coeffi-

cients «moteur chaud» des véhicules en l'état mécanique dans lequel ils circulent (avant service mécanique). La République fédérale d'Allemagne est le seul pays européen à avoir réalisé des mesures systématiques sous ces conditions, mesures qui ont porté sur quelque 155 véhicules à essence. A la fin de 1985, les résultats de ces travaux étaient disponibles pour les modèles de 1964 à 1978. Pour les modèles plus récents, les valeurs ont été extrapolées.

Pour ce faire, on a recouru à l'évolution relative des émissions «à froid/après service mécanique» établie précédemment (fig. 1) étant donné qu'elle est la même que celle concernant les émissions «à chaud/avant service mécanique». Les valeurs déterminées en Allemagne à la même vitesse de référence de 34 km/h ont servi de base à ce calcul.

Les coefficients d'émission et de consommation des voitures de tourisme à essence à la vitesse de référence de 34 km/h ont ainsi pu être établis pour chacune des étapes successives des prescriptions sur les gaz d'échappement. Une méthode de travail similaire a été utilisée pour les autres catégories de véhicules et genres de moteur.

Influence de la vitesse

Les mesures réalisées à ce jour démontrent que la vitesse du véhicule joue un rôle déterminant sur les coefficients d'émission et de consommation.

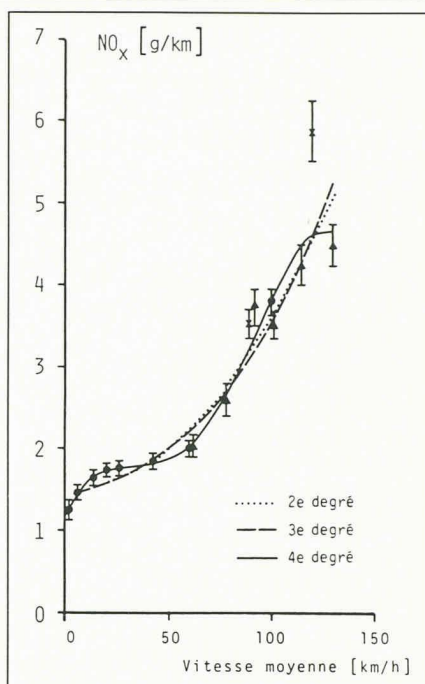


Fig. 2. — Influence de la vitesse moyenne sur les coefficients d'émission d'oxydes d'azote des voitures de tourisme (régressions polynomiales des 2^e, 3^e et 4^e degrés).

Pour déterminer cette influence, on s'est servi des résultats de mesure de trois collectifs distincts de véhicules en circulation qui couvrent, ensemble, la totalité de la plage des vitesses allant de 1 à 130 km/h. Jusqu'à environ 90 km/h, les valeurs se réfèrent à des mesures insta-

tionnaires (cycles de conduite comprenant des accélérations et des décélérations); au-delà de cette vitesse, seuls des résultats de mesures réalisées à divers régimes stabilisés étaient disponibles. A partir de ces données, des courbes moyennes d'émission et de consommation en fonction de la vitesse ont été établies à l'aide de régressions polynomiales du type:

$$y = a + bx + cx^2 + \dots + mx^n$$

Les résultats de ces calculs portant sur quelque 260 véhicules en circulation sont présentés à la figure 2, à l'exemple des oxydes d'azote, pour des polynômes des deuxième, troisième et quatrième degrés. On constate de façon générale que l'influence de la vitesse sur les émissions d'oxydes d'azote peut être caractérisée de façon tout à fait satisfaisante par une régression polynomiale; le choix du degré de régression (2^e, 3^e ou 4^e degré) n'est pas critique à cet égard.

Ces calculs ont permis d'établir des facteurs de correction rapportés à la vitesse de référence de 34 km/h, pour chacun des polluants considérés et pour la consommation d'essence. En multipliant ces facteurs de correction par les coefficients d'émission déterminés précédemment à la même vitesse de référence de 34 km/h, on obtient les émanations recherchées pour chacune des étapes successives des prescriptions et pour l'ensemble de la plage des vitesses entre 10 et 130 km/h. Il a été procédé de façon analogue pour les

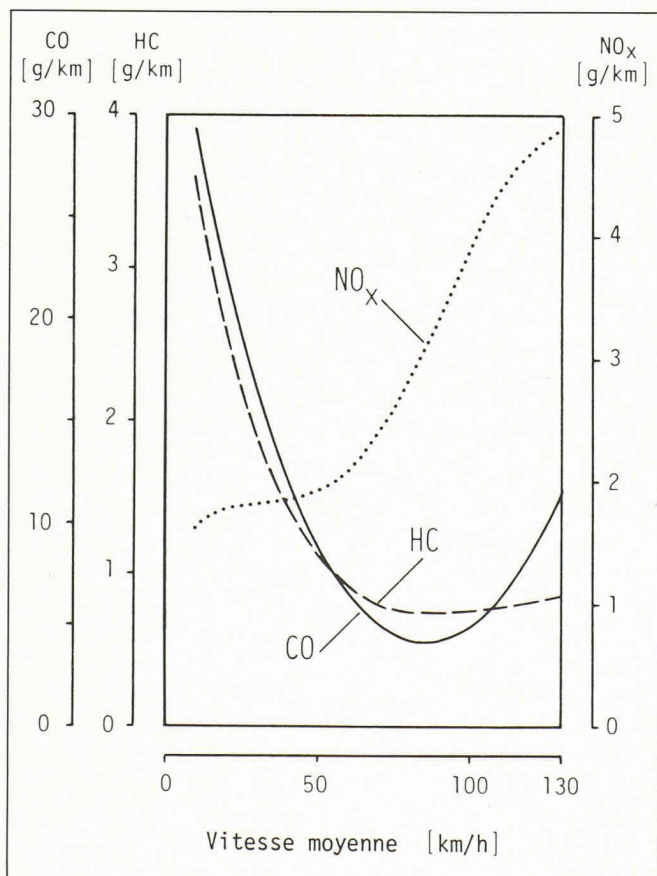


Fig. 3. — Coefficients d'émission des voitures de tourisme, pondérés pour l'année de référence 1984 (99% de moteurs à essence, 1% de moteurs diesel).

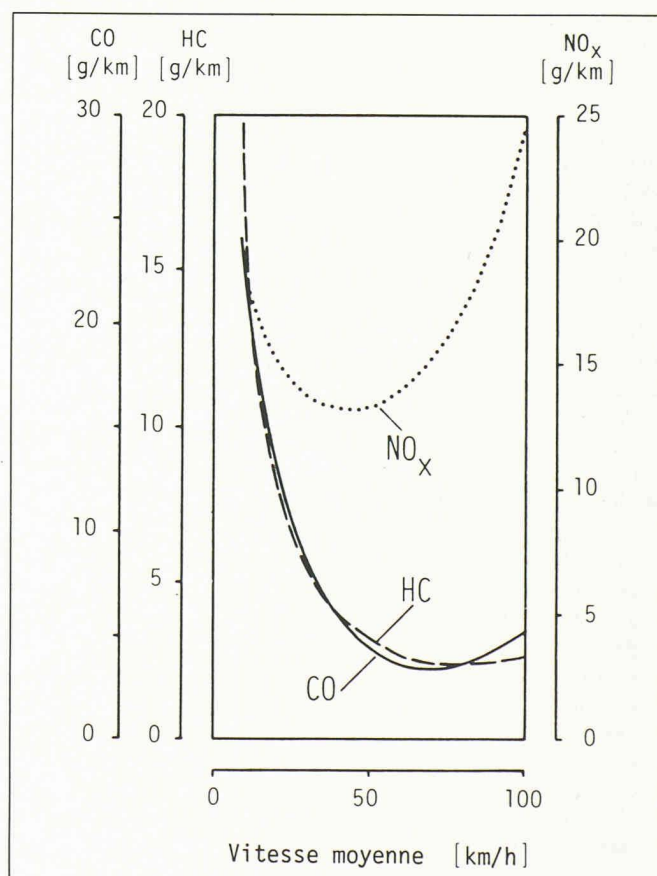


Fig. 4. — Coefficients d'émission des camions, pondérés pour l'année de référence 1984 (2,8% de moteurs à essence, 97,2% de moteurs diesel).

autres catégories de véhicules et genres de moteur.

Emissions supplémentaires

Les coefficients d'émission et de consommation présentés jusqu'ici s'appliquent à des véhicules dont le moteur a atteint sa température normale de fonctionnement (émissions à chaud).

Dans le cas des moteurs à essence, le mélange air-carburant est enrichi durant la phase du départ à froid. Les émissions et la consommation s'en trouvent augmentées durant cette période; il en résulte ainsi une charge plus importante pour l'environnement. Ces émissions supplémentaires résultant des *départs à froid* varient en fonction de la catégorie de véhicules et en fonction des étapes successives des normes à l'échappement. Elles ont été déterminées en conséquence.

En plus des polluants qu'il émet par le conduit d'échappement (moteur chaud ou froid), le véhicule est la source d'émissions supplémentaires d'hydrocarbures par suite de l'évaporation d'essence.

Les pertes par évaporation proviennent principalement du réservoir et du carburateur (réservoir uniquement pour les moteurs à injection), en raison des augmentations de température auxquelles est soumis le carburant, par exemple lors de l'arrêt du moteur chaud (augmentation de la température dans le compartiment moteur) ou lorsque le véhicule stationne au soleil. Ces pertes ont été déterminées séparément pour les diverses catégories de véhicules, compte tenu des mesures de réglementation édictées.

Résultats

Afin de calculer les émissions pour les années de références 1950 à 2000, les coefficients déterminés par année du modèle et genre de moteur doivent être pondérés pour chaque catégorie de véhicules en fonction de la composition effective du parc pour chacune de ces années de référence.

La pondération des coefficients d'émission et des émanations supplémentaires résultant des départs à froid et des pertes par évaporation a été faite sous deux angles différents:

- prise en considération de la composition effective du parc selon le *genre de moteur* utilisé (moteur à essence à 2 ou à 4 temps, moteur diesel);
- prise en considération de la distribution effective du parc en fonction de l'*âge des véhicules*. Cette dernière donnée indique le pourcentage de véhicules à être soumis à telle ou telle étape des prescriptions pour une année de référence déterminée. Il est ainsi tenu compte du fait que tout renforcement des normes à l'échappement ne s'applique qu'aux nouveaux véhicules à partir de l'année du modèle où ces normes sont en vigueur.

Coefficients d'émission en 1984

Les coefficients d'émission de CO, HC, NO_x des voitures et des camions pondérés pour l'année de référence 1984 sont présentés aux figures 3 et 4. Ils correspondent aux émanations réelles par kilomètre parcouru d'un véhicule fictif «moyen» du parc 1984.

D'une manière générale, on constate que les coefficients d'émission varient notablement en fonction de la vitesse moyenne du véhicule.

Les émissions d'oxydes d'azote (NO_x) des voitures de tourisme augmentent sensiblement avec la vitesse moyenne et s'accroissent plus fortement à haute vitesse. Celles des camions sont par contre les plus faibles entre 40 et 50 km/h; elles augmentent fortement de part et d'autre de cette vitesse.

Les émissions de monoxyde de carbone (CO) et d'hydrocarbures (HC) atteignent généralement un minimum dans une plage oscillant entre 70 et 80 km/h. Elles augmentent faiblement lorsque la vitesse s'accroît, mais fortement lorsqu'elle décroît.

La comparaison des coefficients pondérés d'émission de NO_x entre les voitures de tourisme et les camions pour l'année de référence 1984 et une voiture de tourisme avec catalyseur, par exemple, permet de faire les constatations suivantes (fig. 5):

- les émissions de NO_x d'une voiture de tourisme équipée d'un catalyseur sont environ 7 fois inférieures à celles d'une voiture «moyenne» de l'année 1984;
- un camion «moyen» de l'année 1984 émet, par kilomètre parcouru et selon sa vitesse, de 5 à 11 fois plus de NO_x qu'une voiture de tourisme «moyenne» correspondante, et entre 40 et 80 fois plus qu'une voiture avec catalyseur.

Coefficients d'émission de 1950 à 2000

A titre d'exemple, les coefficients d'émission d'oxydes d'azote des voitures de tourisme pondérés pour les années de réfé-

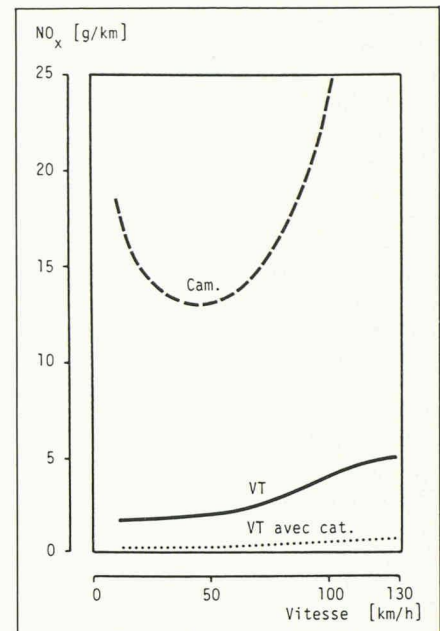


Fig. 5. — Comparaison entre les coefficients d'émission des voitures et des camions, pondérés pour l'année de référence 1984, et ceux d'une voiture avec catalyseur.

rence de 1950 à 2000 sont présentés au tableau 4 pour des vitesses moyennes allant de 10 à 130 km/h. Ils correspondent aux émissions d'un véhicule fictif moyen représentatif de sa catégorie (tous âges et genres de moteur confondus) pour l'année de référence indiquée.

Des tableaux similaires ont été établis pour chacun des polluants et chacune des catégories de véhicules mentionnés sous «Méthode de travail». Tout comme les coefficients d'émission «à chaud», les charges supplémentaires résultant du départ à froid et les pertes par évaporation du carburant ont été également pondérées pour les années de référence 1950 à 2000 et présentées sous forme de tableaux.

L'évolution relative de 1950 à 2000 des coefficients pondérés d'émission de NO_x des voitures de tourisme, des camions et des cyclomoteurs est représentée graphiquement à la figure 6.

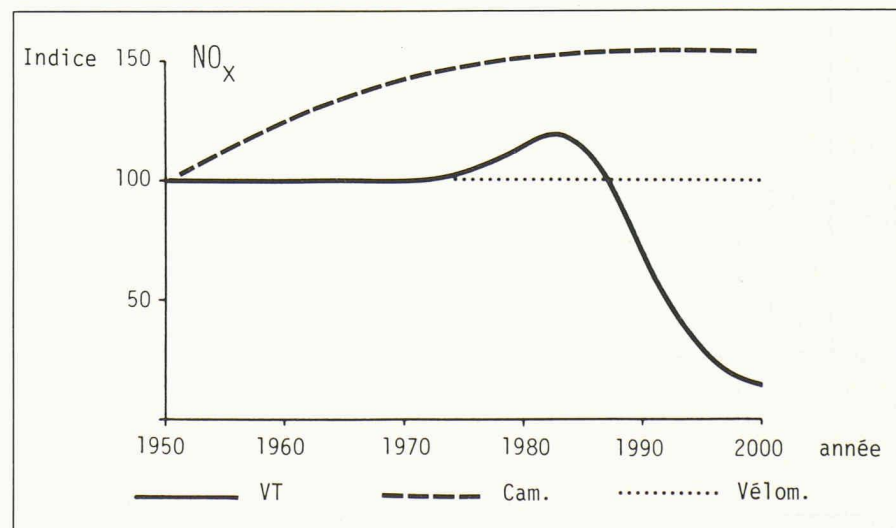


Fig. 6. — Evolution relative des coefficients pondérés d'émission de NO_x entre 1950 et 2000 (année de référence 1950 = indice 100; vitesse de référence = 30 km/h).

Le rapport de quelque 270 pages intitulé *Emissions polluantes du trafic routier privé de 1950 à 2000* est disponible en langues française et allemande. Il porte le N° 55 dans la série « Les cahiers de l'environnement » et peut être obtenu auprès du Service de documentation de l'Office fédéral de la protection de l'environnement, 3003 Berne.

En raison du renforcement successif des prescriptions en matière de gaz d'échappement, on constate pour les *voitures de tourisme* une forte réduction des émissions de NO_x dès les années 1980. L'augmentation passagère des coefficients d'émission de NO_x durant les années 1970 et le début des années 1980 s'explique par l'absence, puis par le manque de sévérité des normes relatives à ce polluant durant cette période.


Les *camions*, pour leur part, ne sont soumis à ce jour à aucune réglementation en matière d'émissions gazeuses; la courbe de leurs coefficients d'émission ne reflète dès lors que les modifications intervenues dans la composition du parc. Etant donné que la part des camions entraînés par un moteur diesel est en constante augmentation depuis 1950, et cela au détriment des camions équipés d'un moteur à essence qui, eux, disparaissent progressivement, les coefficients pondérés d'émission de NO_x sont en constante augmentation.

Les coefficients d'émission de NO_x des *cyclomoteurs* restent quant à eux constants, étant donné qu'aucune limitation n'est entrée en vigueur à ce jour pour ce polluant.

De plus amples informations concernant les coefficients d'émission et de consommation des véhicules à moteur sont contenues dans le rapport général mentionné en encadré.

Adresse de l'auteur:
R. Evéquoz
Office fédéral de la protection
de l'environnement
3003 Berne

TABLEAU 4. — Coefficients pondérés d'émission de NO_x des voitures de tourisme pour les années de référence 1950 à 2000.

NO _x	Coefficients d'émission des voitures de tourisme Oxydes d'azote [g/km]												
													
ANNEE DE REF.	VITESSE MOYENNE (KM/H)												
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
1950	1.38	1.51	1.54	1.57	1.63	1.79	2.06	2.43	2.87	3.34	3.77	4.03	4.18
1955	1.38	1.51	1.54	1.57	1.63	1.79	2.06	2.43	2.87	3.34	3.76	4.02	4.17
1960	1.38	1.51	1.54	1.57	1.63	1.78	2.05	2.42	2.86	3.33	3.76	4.02	4.17
1965	1.38	1.51	1.54	1.57	1.63	1.78	2.05	2.42	2.86	3.33	3.76	4.02	4.17
1970	1.38	1.51	1.54	1.57	1.63	1.79	2.05	2.42	2.86	3.33	3.76	4.02	4.17
1971	1.38	1.51	1.54	1.57	1.63	1.79	2.06	2.43	2.86	3.33	3.76	4.02	4.17
1972	1.39	1.52	1.55	1.58	1.64	1.81	2.08	2.45	2.89	3.37	3.80	4.06	4.21
1973	1.41	1.54	1.57	1.60	1.66	1.83	2.10	2.48	2.93	3.41	3.84	4.11	4.27
1974	1.43	1.56	1.59	1.62	1.68	1.85	2.13	2.51	2.96	3.45	3.89	4.16	4.32
1975	1.44	1.58	1.61	1.64	1.70	1.87	2.15	2.53	3.00	3.49	3.93	4.20	4.36
1976	1.46	1.60	1.63	1.66	1.72	1.89	2.17	2.56	3.03	3.53	3.98	4.25	4.42
1977	1.48	1.62	1.65	1.68	1.75	1.92	2.21	2.60	3.08	3.58	4.04	4.32	4.48
1978	1.51	1.65	1.68	1.71	1.78	1.96	2.25	2.65	3.14	3.65	4.11	4.40	4.57
1979	1.55	1.69	1.73	1.76	1.83	2.01	2.31	2.72	3.22	3.74	4.22	4.51	4.68
1980	1.58	1.73	1.77	1.79	1.87	2.05	2.36	2.78	3.29	3.83	4.31	4.61	4.79
1981	1.61	1.77	1.80	1.83	1.91	2.09	2.40	2.83	3.35	3.90	4.40	4.70	4.88
1982	1.64	1.80	1.83	1.86	1.94	2.13	2.44	2.88	3.41	3.97	4.47	4.78	4.97
1983	1.63	1.78	1.82	1.84	1.92	2.11	2.42	2.86	3.38	3.94	4.43	4.74	4.93
1984	1.62	1.77	1.80	1.83	1.91	2.09	2.40	2.83	3.35	3.90	4.39	4.70	4.88
1985	1.58	1.73	1.76	1.78	1.86	2.04	2.34	2.76	3.27	3.81	4.29	4.59	4.77
1986	1.54	1.68	1.71	1.73	1.81	1.98	2.27	2.68	3.18	3.70	4.16	4.45	4.63
1987	1.42	1.55	1.58	1.60	1.67	1.83	2.10	2.47	2.93	3.41	3.84	4.11	4.27
1988	1.28	1.39	1.42	1.44	1.50	1.64	1.88	2.22	2.63	3.06	3.45	3.69	3.84
1989	1.12	1.22	1.24	1.26	1.31	1.44	1.65	1.95	2.30	2.68	3.02	3.23	3.36
1990	0.98	1.07	1.09	1.10	1.15	1.26	1.44	1.70	2.01	2.35	2.64	2.83	2.94
1991	0.85	0.92	0.94	0.95	0.99	1.08	1.24	1.46	1.73	2.02	2.27	2.43	2.53
1992	0.73	0.79	0.80	0.81	0.84	0.93	1.06	1.25	1.48	1.73	1.94	2.08	2.16
1993	0.61	0.66	0.68	0.68	0.71	0.78	0.89	1.05	1.25	1.45	1.64	1.75	1.82
1994	0.52	0.56	0.57	0.58	0.60	0.66	0.76	0.89	1.06	1.23	1.39	1.49	1.54
1995	0.43	0.46	0.47	0.47	0.49	0.54	0.62	0.73	0.86	1.00	1.13	1.21	1.26
1996	0.38	0.41	0.42	0.42	0.44	0.48	0.55	0.65	0.77	0.90	1.02	1.09	1.13
1997	0.35	0.37	0.38	0.38	0.40	0.44	0.50	0.59	0.69	0.81	0.92	0.98	1.02
1998	0.32	0.34	0.35	0.34	0.36	0.40	0.45	0.53	0.63	0.73	0.83	0.89	0.92
1999	0.24	0.26	0.27	0.26	0.27	0.30	0.34	0.40	0.48	0.56	0.63	0.67	0.70
2000	0.23	0.24	0.25	0.25	0.26	0.29	0.32	0.38	0.45	0.53	0.60	0.64	0.66

Bibliographie

La résistance au feu des parties de construction métallique

Un dépliant format A4, 6 pages, cartonné et laminé. Edition Centre suisse de la construction métallique, Zurich, 1986. Prix: Fr. 9.-.

Ce document de travail condense les informations données par la Documentation SIA 82, de façon à les mettre à portée de main du praticien. On y trouvera toutes les indications chiffrées, notamment le monogramme établis-

sant la relation entre le taux de sollicitation calculé, le facteur de massivité et la résistance au feu, assorti d'exemples pratiques. A ce titre, il complète fort utilement le document de base.

Wir haben die Feuchtigkeit im Griff!

par Heinrich Zigerlig. — Une brochure A4, 108 pages avec de nombreuses illustrations. Editée par l'auteur¹, Ittigen, 1986. Prix: Fr. 15.-.

L'auteur est un professionnel de la lutte contre l'humidité, qui dirige depuis plus de vingt ans une entreprise spécialisée dans ce domaine.

C'est son expérience qu'il présente dans cet ouvrage. Après avoir défini les éléments conditionnant l'humidité dans le bâtiment et les moyens de la détecter, il s'applique à décrire les méthodes permettant de la prévenir et de la combattre.

S'adressant aux propriétaires et aux professionnels de la construction, cette brochure constitue une excellente initiation à un problème qui occasionne bon an mal an des dégâts extrêmement coûteux au parc immobilier suisse. Sa lecture ne dispensera bien

sûr pas de recourir aux conseils des spécialistes, notamment en physique du bâtiment, mais il fera mieux comprendre l'enjeu de la lutte contre l'humidité et l'étendue des conséquences possibles de mesures inappropriées. L'auteur a su se tenir sur le plan technique, hors de toutes considérations commerciales, ce qui n'était pas forcément évident au départ! En offrant cette brochure au prix coûtant, il apporte une contribution méritoire dans un domaine certes connu, mais souvent trop peu approfondi.

¹c/o Zigerlig Bautrocknung AG, Papiermühlestrasse 153, 3603 Ittigen.