Étude de la qualité de l'air d'une portion de territoire touchée par un aménagement autoroutier

Autor(en): **Landry, Jean-Claude / Cupelin, François**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences [1948-1980]**

Band (Jahr): **33 (1980)**

Heft 1-3

PDF erstellt am: **26.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-739479

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

ÉTUDE DE LA QUALITÉ DE L'AIR D'UNE PORTION DE TERRITOIRE TOUCHÉE PAR UN AMÉNAGEMENT AUTOROUTIER

PAR

Jean-Claude LANDRY, François CUPELIN *

INTRODUCTION

Dans le cadre de l'aménagement autoroutier du canton de Genève, nous avons évalué la qualité de l'air de la région traversée par l'autoroute projetée.

La circulation automobile est une source importante de pollution aux abords des routes à grande circulation: Par le plomb provenant des anti-détonnants ajoutés à l'essence, d'une part, et par des réactions photochimiques entre les dérivés d'hydrocarbures et les oxydes d'azote produits par les moteurs à explosion et l'ozone, d'autre part (réf. 1). A ces émissions s'adjoignent celles du monoxyde de carbone.

Le monoxyde de carbone exerce principalement son action par un mécanisme de blocage de l'hémoglobine sous forme de carboxyhémoglobine (réf. 2).

Il y a d'autres effets toxiques comme le blocage du phosphore hydrosoluble, de la riboflavine, de l'acide nicotinique et des flavonucléotides ou celui de systèmes enzymatiques, comme les phosphatases et le système respiratoire des mitochondries (réf. 3).

Le mélange des oxydes d'azote contient le dioxyde d'azote. Celui-ci est un gaz irritant des muqueuses nasales, des voies respiratoires profondes et des yeux. Les effets chroniques sur les hommes exposés à de faibles concentrations en milieu urbain sont peu importants d'après les connaissances actuelles. Le dioxyde d'azote diminue cependant la résistance de l'organisme à la pénétration des microorganismes (réf. 4). Le monoxyde de carbone, le dioxyde d'azote et les autres polluants ont une synergie positive.

* Institut d'hygiène, Service de toxicologie industrielle, d'analyse de l'air et de protection contre le bruit, Case postale 109, 1211 Genève 4.

FIG. 1.

Tracés schématiques de deux variantes autoroutières. Emplacements des points de mesure. Reproduit avec l'autorisation de l'Office fédéral de topographie du 30 janvier 1980

DESCRIPTION

Tracé étudié

L'étude s'est limitée au secteur qui va de l'aéroport de Genève-Cointrin à la route de Chancy. On a tenu compte de deux variantes possibles (réf. 5), soit:

— la traversée par la presqu'île de Loëx (variante 1B);

— le passage en tunnel par la rive droite du Rhône selon la variante Canada (variante 6F).

Les deux tracés sont schématisés dans la figure 1 (en pointillés les tronçons couverts).

Méthodologie

La méthode d'évaluation de la qualité de l'air utilisée consiste en la mesure aussi simultanée que possible des principaux polluants émis par les véhicules à moteur:

— pendant une période de 24 heures pour en déterminer les variations horaires;

— en divers points représentatifs de la région étudiée;

— sur un nombre de jours de mesures suffisamment grand pour avoir une bonne représentativité de toutes les situations météorologiques possibles.

Cette méthode a déjà été testée (réf. 6) et présente de nombreux avantages pratiques, entre autres celui de pouvoir comparer les emplacements de mesure les uns par rapport aux autres.

L'échantillonnage d'air s'effectue automatiquement aux emplacements de prélèvement. L'air prélevé est stocké dans un sac en saran de 12 litres. Le prélèvement dure 30 minutes chaque heure. La prise d'air est située à 1,5 m du sol. Les échantillons d'air sont ramenés au laboratoire mobile d'écotoxicologie et analysés.

Emplacements de mesure

Les emplacements de mesure ont été choisis de manière à être représentatifs de la région traversée par la future autoroute. Quelques points de référence ayant fait l'objet d'évaluation de la qualité de l'air ont été repris (points 16, 26, 27) (fig. 1).

Les points de prélèvement sont les suivants: [1]

N° 25 *Le Lignon* (496,390/117,750).

Ce point est situé sur la place publique de la cité satellite du Lignon. Le laboratoire mobile d'écotoxicologie s'y trouve. Le trafic automobile est nul.

---

[1] Entre parenthèses figurent les coordonnées des points selon le Service topographique fédéral.

N° 26 *Pont-Butin* (497,580/116,970).

Le point de prélèvement est situé en bordure de la tangeante *T104*, en milieu dégagé. Le trafic moyen d'un jour ouvrable est de 38 000 véhicules. Le trafic de pointe est de 2460 v/h.

N° 27 *Carrefour T104/rte de Chancy* (497,710/116,100).

Ce point n'est pas directement concerné par le tracé autoroutier. Il a été choisi comme point de référence genevois. Le trafic d'un jour ouvrable y est d'environ 52 000 véhicules.

N° 28 *Les Deux Fonds* (495,570/117,820).

Ce point se trouve en zone agricole dans la presqu'île de Loëx, au lieu-dit « Les Deux Fonds ». Il est situé sur le futur tracé de l'autoroute. Le trafic automobile actuel est nul.

N° 29 *Chemin de Lagnon* (494,860/117,260).

Ce point est situé en bordure d'un champ, près du hameau de Chèvres. Il se trouve à une centaine de mètres du tracé de la future autoroute. Quelques villas sont situées en bordure et sont visibles de ce point. Le trafic journalier est extrêmement faible, de l'ordre d'une centaine de voitures.

N° 30 *Route de Bernex* (495,405/115,050).

Ce point est situé à l'est du village de Bernex, en bordure d'une route où le trafic journalier est de 15 000 véhicules. Il se trouve au-dessus du futur tunnel de l'autoroute qui débouchera sur le côteau de Confignon.

N° 31 *Le Canada* (494,800/117,780).

Ce point est situé au bord du Rhône à l'endroit où le viaduc de la variante 6F le traverserait. Le trafic automobile est nul.

N° 32 *Cimetière de Poussy* (495,905/118,965).

Ce point se trouve sur les hauts du côteau qui dominent la boucle que forme le Rhône dans la région de Loëx. Il est en zone semi-agricole. Le trafic journalier y est de quelques centaines de voitures.

N° 33 *Route de Vernier* (496,670/119,160).

Ce point est situé en bordure de la route de Vernier, en zone industrielle. Le trafic journalier est de 22 000 véhicules.

N° 34 *Le Moulin* (496,190/118,590).

Ce point est situé dans la boucle du Rhône, face à la presqu'île de Loëx. C'est une région de détente et de promenade où le trafic automobile est nul. Le viaduc de la variante 1B passerait à cet endroit.

N° 35 *Route de Meyrin* (496,885/119,690).

Ce point est situé en zone semi-industrielle, le long d'une pénétrante. Il se trouve sur le passage de l'autoroute. Le trafic journalier y est de 24 000 véhicules.

N° 36 *Autoroute/Grand-Saconnex* (498,500/121,900).

Le point est situé sur la berme centrale de l'autoroute passant devant l'aéroport de Genève-Cointrin. Il est de plus soumis à l'impact du trafic aérien. Il n'y a pas d'habitation. Le trafic automobile journalier moyen y est de 20 000 véhicules.

N° 37 *Bord de l'Aire* (495,600/113,995).

Ce point est situé au bord de l'Aire à la limite de zones maraîchère et agricole. Le trafic sur la route longeant l'Aire est faible.

Conditions météorologiques

Cinq profils circadiens ont été effectués en 1979, les 17/18 janvier, les 7/8 février, les 8/9 mai, les 26/27 juin et les 28/29 novembre. Dans la table I sont données les principales caractéristiques météorologiques relevées à ces dates à l'aéroport de Genève-Cointrin.

TABLE I.

Conditions météorologiques

	situation générale	vents	couverture nuageuse	remarques
17/18.1.1979	stratus bas	faible variable	couvert	28 cm de neige au sol
7/8.2.1979	perturbations régime du S-W	modéré secteur S-W	couvert	pluie intermittente
8/9.5.1979	anticyclone caractéristique	faible à modéré secteur E	clair	
26/27.6.1979	anticyclone, passage d'une faible perturbation	faible secteur S-W	très nuageux	pluie le 27.6
28/29.11.1979	anticyclone caractéristique centré sur l'Europe	nul	clair	brouillard de rayonnement pendant la nuit

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Moyennes journalières

Les moyennes journalières en NO_x et CO calculées pour les cinq séries de mesures sont données dans la table II. Dans la figure 2 sont représentées les concentrations moyennes de CO et NO_x en fonction du trafic journalier. On constate une bonne corrélation entre ces deux paramètres si l'on excepte les valeurs de l'emplacement n° 27, route de Chancy (fig. 2, point *B*) qui n'est pas représentatif d'un trafic fluide puisqu'à ce carrefour la circulation est réglée par une signalisation lumineuse. La concentration moyenne de NO_x à l'emplacement n° 36, autoroute Grand-Saconnex (fig. 2, point *A*), n'est pas pris en considération pour le calcul de corrélation. Elle résulte d'une augmentation de l'émission de NO lorsque les véhicules roulent à une vitesse plus élevée comme c'est le cas sur l'autoroute.

L'ordonnée à l'origine correspond aux emplacements situés en zone rurale et sans trafic automobile, caractérisée par une concentration moyenne de CO d'environ 0,7 ppm et de NO_x de 28 ppb, ce qui démontre l'existence d'un « bruit de fond ».

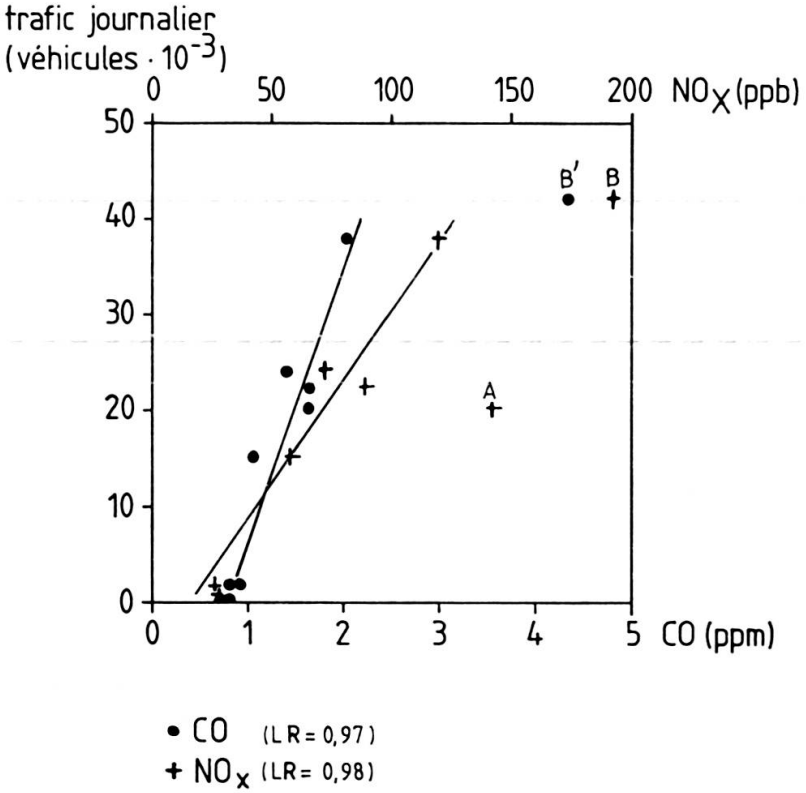

FIG. 2.

Corrélations entre le trafic automobile et les concentrations moyennes de NO_x et CO. LR: coefficient de corrélation.

Pour les autres points de mesure qui correspondent au même type de circulation (trafic en zone non-urbaine), les concentrations sont corrélées avec le trafic journalier moyen.

TABLE II.

Concentrations moyennes journalières de CO et NO_x calculées sur 5 jours de mesures

N°	Emplacements	Trafic journalier moyen (véhicules) *	**	CO (ppm)	NOx (ppb)
25	Le Lignon	—	1-10	0,72	29
26	Pont Butin	38 000		2,01	119
27	Route de Chancy	42 000		4,34	192
28	Les Deux-Fonds	—	1-5	0,73	29
29	Chemin du Lagnon	100	50-100	0,77	29
30	Route de Bernex	15 000		1,08	58
31	Canada	—	1-5	0,78	28
32	Chemin de Poussy	—	100-200	0,83	25
33	Route de Vernier	22 000		1,62	89
34	Le Moulin	—	1-5	0,79	30
35	Route de Meyrin	24 000		1,40	72
36	Autoroute Gd-Saconnex	20 000		1,64	142
37	Bord de l'Aire	—	100-200	0,90	31

* d'après le plan de charge du réseau routier genevois 1977 (réf. 7).
** selon nos estimations sur le terrain.

Profils horaires moyens

Les profils horaires moyens de NO_x et de CO ont été calculés pour les points de mesure en tenant compte des cinq séries de prélèvements. Leur représentativité est bonne. Leur précision n'est pas optimale puisqu'il faut théoriquement dix journées de mesures réparties aléatoirement sur l'année pour l'obtenir (réf. 6). L'examen des différents profils horaires permet de procéder cependant à une classification par groupes de profils types (fig. 3).

Profils plats

Ces profils sont caractérisés par une variation de la concentration en CO et en NO_x quasi nulle au cours de 24 heures (fig. 3*a*). De plus, les niveaux mesurés correspondent aux limites de sensibilité des appareils de mesure, qui sont de 0,5 ppm pour le CO et 20 ppb pour le NO_x. En d'autres termes, on peut affirmer que la mise en évidence de la perturbation de la qualité de l'air provoquée par le trafic automobile n'est pas perceptible. On peut donc considérer ces endroits comme intacts malgré le fait que la concentration en CO et NO_x n'atteigne certainement pas la concentration de fond qu'on pourrait mesurer dans les zones désertiques.

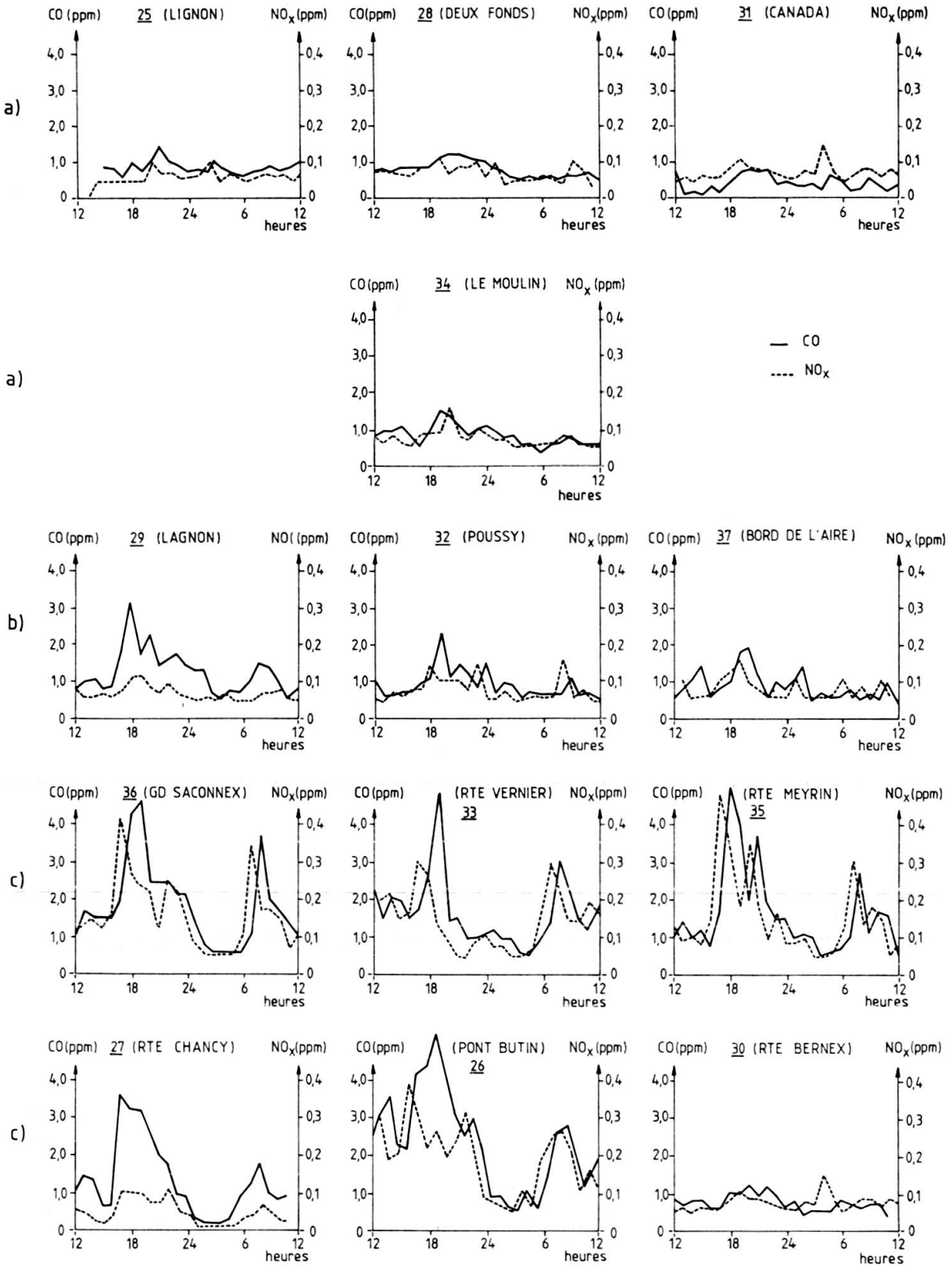

FIG. 3.

Profils circadiens: a. profils plats; b. profils quasi plats; c. profils en dents de scie

Les emplacements correspondant à cette description sont groupés en bordure et sur la presqu'île de Loëx: N°s 25, 28, 31 et 34.

Profils quasi plats

Ces profils ressemblent beaucoup aux profils plats (fig. 3*b*). On constate cependant de faibles variations de la concentration de CO réparties aléatoirement au cours de la journée. Ces pointes de concentration atteignent 1,5 à 2 ppm. Les emplacements correspondant à ce type de profil sont: N°s 29, 32 et 37.

Ils sont situés en bordure de routes à très faible circulation dont le trafic dépend essentiellement de la desserte des villas environnantes. Il n'y a donc pas suffisamment de mouvement de véhicules pour qu'on puisse statistiquement avoir des maximums au cours de la journée.

En outre, ils sont situés en dehors des régions de circulation de transit. Lorsque la circulation à ces endroits est nulle, on obtient des niveaux de polluants correspondant aux concentrations de fond. Ils ne sont apparemment pas encore sous l'influence des sources d'émissions avoisinantes constituées par la zone urbaine.

Profils en dents de scie

Ces profils sont caractérisés par le fait que les concentrations de CO et NO_x présentent de fortes variations au cours de la journée et sont corrélées avec l'activité anthropogénique (fig. 3*c*). Les profils en dents de scie découlent des horaires de travail. La majorité des déplacements pendulaires habitat/lieu de travail sont effectués sur des périodes bien définies, soit entre 07 h. 00 et 09 h. 00 et entre 17 h. 00 et 18 h. 00. Au delà de 09 h. 00 et jusqu'à 17 h. 00, le trafic est approximativement constant. Il régresse de 18 h. 00 à 06 h. 00. Les points représentatifs de ce type de profils sont: N°s 36, 33, 35, 27, 30 et 26.

Le profil horaire du point n° 30 ne présente pas de maximums très marqués. Le trafic y est pourtant de 15 000 véhicules/jour. La dispersion des polluants n'est pas perturbée, elle est efficace: L'emplacement de prélèvement est dégagé et en terrain plat.

Le profil horaire des oxydes d'azote sur l'autoroute, point n° 36, atteint un niveau très élevé, comparativement au point n° 33 (route de Vernier) où le trafic journalier est semblable. Cela est sans doute provoqué par l'augmentation de la vitesse moyenne de déplacement sur l'autoroute. La qualité de trafic influence aussi les profils horaires des oxydes d'azote. Au point n° 35 (route de Meyrin), le profil des oxydes d'azote est moins marqué qu'au point n° 33 ou qu'au point n° 26 (Pont-Butin). La proportion de poids lourds est moins importante à la route de Meyrin qu'ailleurs.

Les véhicules à moteur Diesel émettent proportionnellement beaucoup plus d'oxydes d'azote que les moteurs à explosion. Leur proportion dans le trafic influence directement les profils horaires.

Au point n° 35, on a affaire à un trafic pendulaire ville de Meyrin-Genève où la proportion de poids lourds est faible. Au point n° 33, la proportion de poids lourds dans le trafic augmente: La route de Vernier est une pénétrante d'une zone industrielle dans Genève et est un accès de cette zone à la tangeante T104. Cette dernière est l'actuel prolongement de l'autoroute Lausanne-Genève sur lequel se greffe un trafic origine-destination.

Le profil circadien du point n° 35 montre que la proportion de la concentration du monoxyde de carbone/concentration de $NO_x > 20$. Dans le cas d'une augmentation du nombre de moteurs diesels, cette proportion est voisine de 10. Au point n° 26, les effets de la variation de composition du trafic se font sentir: de 06 h. 00 à 17 h. 00, le profil est semblable à celui du point n° 33. De 18 h. 00 à 06 h. 00, le profil est semblable à celui du point n° 35. Ajoutons que la législation suisse interdit la circulation des poids lourds entre 22 h. 00 et 06 h. 00.

CONCLUSION

L'évaluation de la qualité de l'air de la région traversée par la future autoroute *N1a*/8 a été effectuée en mesurant la concentration moyenne horaire en oxyde de carbone et en oxydes d'azote pendant 5 jours, répartis de janvier à novembre 1979.

Trois zones typiques peuvent être caractérisées:

1. *zone rurale sans circulation.* Les concentrations de CO et NO_x atteignent les limites de détection des appareils de mesure, soit 0,5 ppm pour le CO et 20 ppb pour le NO_x;
2. *zone rurale à faible circulation.* Les concentrations de CO et NO_x tendent vers celles de la zone rurale sans circulation lorsque le trafic est nul.
3. *zone en bordure d'artères à trafic intense.* Les concentrations de CO et NO_x dépendent du trafic journalier. Les concentrations moyennes journalières atteignent 1,5 ppm de CO et 60 ppb de NO_x pour 25 000 véhicules/jour.

On constate que la région de la boucle de Loëx s'identifie aux caractéristiques de la première zone, tandis que la région de Loëx à Bernex s'identifie à celle de la deuxième zone (fig. 4). Sur la rive droite du Rhône, l'autoroute traverse une région plus polluée, elle coupe perpendiculairement des artères à grand trafic.

Dans le cas où la variante passant par la boucle de Loëx serait retenue, on peut dire que cette région deviendra semblable à la troisième zone. Dans le cas de la variante Canada, seule la région de Loëx à Bernex sera affectée et passera de la deuxième à la troisième zone.

Le système de ventilation du tunnel devrait en ce cas être envisagé de manière à ce que les problèmes de microclimat interviennent le moins possible. On pour-

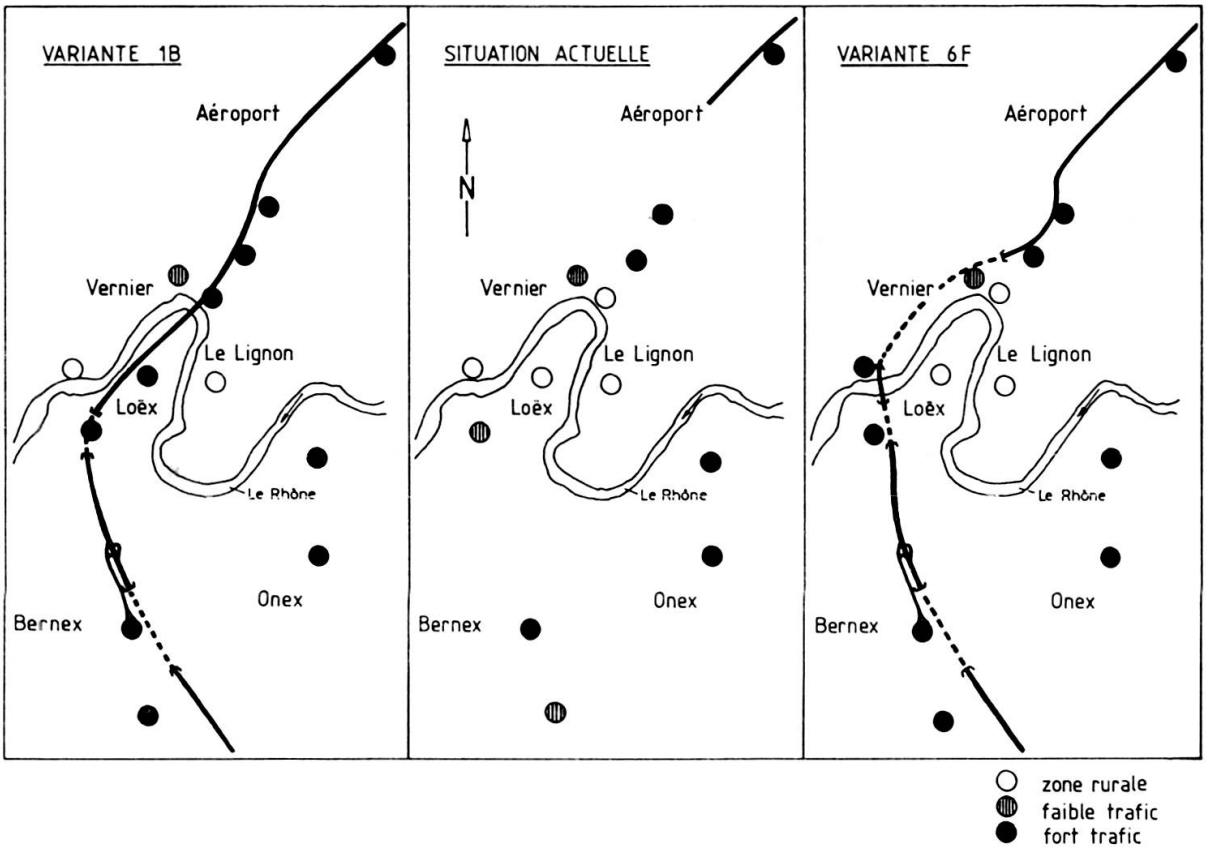

FIG. 4.

Schéma des zones de perturbations produites par les deux variantes 1B et 6F.

rait compter sur une dilution convenable des polluants gazeux aux points d'émission et retenir les aérosols solides ou liquides renfermant des concentrations notables de plomb et de poussières.

Le choix se résume ainsi, vaut-il mieux polluer de manière générale mais de manière moins significative une portion non négligeable de territoire, ou vaut-il mieux polluer un peu plus un espace plus restreint ?

BIBLIOGRAPHIE

[1] BOCKRIS, J. O. M. (1977). *Environm. Chemistry*, p. 433, Ed. Plenum.

[2] CHOVIN, P. et A. ROUSSEL (1973). *Physicochimie et physiopathologie des polluants atmosphériques.* Masson & Cie Ed., p. 147.

[3] BARNEA, M. et P. URSU (1974). *Pollution et protection de l'atmosphère*, p. 110, Ed Eyrolles.

[4] The Evaluation of toxicological Data for the Protection of Public Health, Proceedings of the International Colloquium, Luxembourg, 1976, article de R. Truhaut, Ecotoxicologie: *Objectifs, principes et perspectives*, p. 339. Pergamon Press (1977).

[5] LANDRY, J.-C. et M. LEVENTAL (1980). Impact du bruit d'une autoroute sur l'environnement. *Archives des Sciences*, vol. 33.

[6] LANDRY, J.-Cl. et F. CUPELIN (1977). Méthode d'évaluation de la qualité de l'air à l'aide de profils circadiens. *Comptes rendus des séances, SPHN*, Genève-Ns, 12 (2-3), p. 47-68.

[7] Plan de charge du réseau routier genevois 1973. N° G-1-249. Département de Justice et Police. République et Canton de Genève.

Remerciements

Ce travail n'aurait pu être mené à chef sans la participation des collaborateurs du service de toxicologie industrielle, d'analyse de l'air et de protection contre le bruit: A. Belli, A.-L. Bürer, J. Dennemont, Y. Di Mario, J.-P. Emery, M. Golay, Cl. Imhoff, Y. Janin, A. Jetzer, R. Kaufmann, J. Jaccard, M. Levental, C. Michal, N. Perruchoud, G. Pfister, C. Poncioni, M. Schmidt, J. Sidler, G. Varonier. Que tous en soient remerciés.

Notre reconnaissance s'adresse également à l'Etat de Genève qui nous a fourni les moyens nécessaires à la réalisation de cette étude.