

Impact du bruit d'une autoroute sur l'environnement

Autor(en): **Landry, Jean-Claude / Levental, Mario**

Objektyp: **Article**

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

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

Heft 1-3

PDF erstellt am: **11.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-739478>

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.

IMPACT DU BRUIT D'UNE AUTOROUTE SUR L'ENVIRONNEMENT

PAR

Jean-Claude LANDRY, Mario LEVENTAL *

INTRODUCTION

L'impact du bruit du trafic sur l'environnement a été étudié ici pour le tronçon d'autoroute N1a, section 8, compris entre l'aéroport de Genève-Cointrin et la frontière française:

1. Par modélisation de la propagation du bruit et l'étude physique de l'émission, nous avons déterminé, sur des sites donnés, l'impact d'un trafic routier variable par rapport au niveau de bruit actuel.
2. La même méthodologie a permis de tester l'efficacité des écrans de bruit prévus dans l'aménagement des tracés proposés.
3. Une carte des isophones expérimentales des niveaux de bruit actuels a été établie pour le territoire vraisemblablement soumis au bruit de la N1a/8. Quatre mois de mesures dans le terrain ont permis de couvrir environ 20 km². La méthodologie de mesure a été mise au point.

MÉTHODOLOGIE

Introduction

Le modèle de calcul appliqué à cette étude a été développé initialement par Building Research Establishment (GB) (1976).

L'exactitude de ce calcul a été testée en plusieurs endroits aux abords de différents types de route où nous disposons de comptages de trafic précis. Les résultats

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

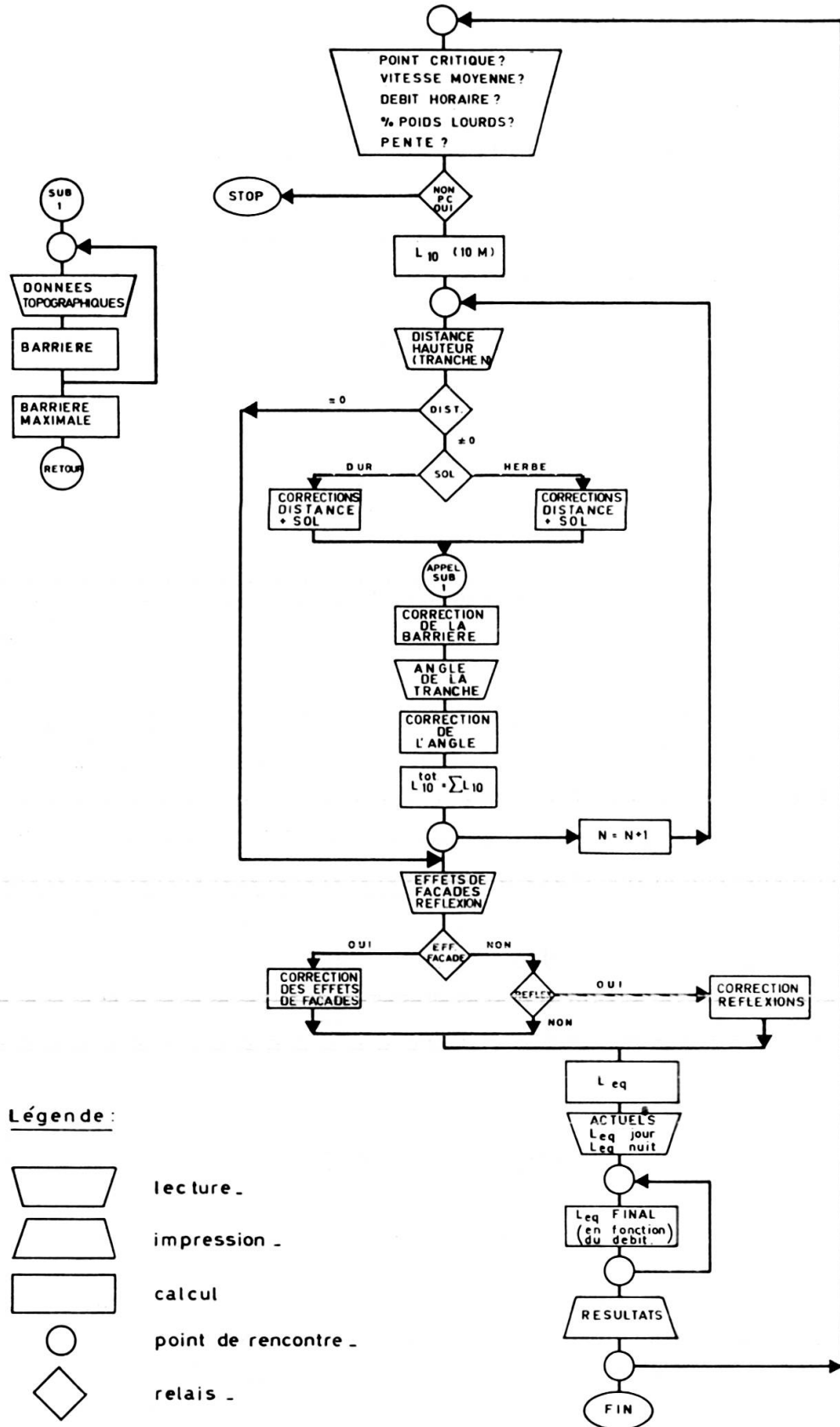


FIG. 1.

Organigramme du calcul des niveaux sonores produits par le trafic automobile sur un site de référence.

tats obtenus sont exacts à 0,2 dB (A) près. (Rapport d'activité scientifique 1977, 1978.)

Les programmes de calcul ont été écrits en Fortran V et traités par l'ordinateur Univac 1108 de l'Université de Genève.

Ils contiennent (fig. 1) en plus du calcul des niveaux sonores, des routines permettant l'évaluation de relevés topographiques simplifiés et le calcul des barrières. Une variante complémentaire à celle du calcul de l'impact du bruit, permet l'étude de l'aménagement anti-bruit optimal d'une portion de route.

Calcul de l'impact du bruit du trafic sur un « point critique »

Pour les rendre compréhensibles, les différentes phases du calcul sont données dans l'ordre chronologique de la figure 1.

Choix d'un point critique

La méthode de calcul ne permet pas de construire une carte des courbes isophones représentant l'impact du bruit sur tout un territoire. Il est donc nécessaire de choisir des endroits particulièrement exposés au bruit où nombre de gens seront concernés ou des sites particulièrement importants du point de vue de la protection de l'environnement.

Le choix des « points critiques » est fait après un examen des tracés proposés, de reconnaissances des lieux et de discussion avec les architectes et autorités mandatés pour l'étude de l'aménagement autoroutier.

Détermination de l'impact du trafic de chaque secteur de route étudié

Pour un *point critique* donné, sur la base du tracé en plan et du profil en long d'une variante étudiée, la route est divisée en « secteurs », définis à partir du point critique (fig. 2). Chaque section, dont l'angle de vision depuis le point critique est compris entre 0° et 180°, doit correspondre à une source linéaire et homogène de bruit.

Pour que ce critère soit satisfait

- le secteur représentera un tronçon de route visible du point critique ou un tronçon caché par une barrière naturelle ou artificielle d'une hauteur approximativement constante;
- la pente du tronçon sera constante;
- le trafic automobile s'effectuera à vitesse et à flux constants;
- le revêtement de la chaussée aura des propriétés acoustiques constantes.

Pour un point critique, le nombre de secteurs est illimité. Ces derniers ne doivent pas se chevaucher.

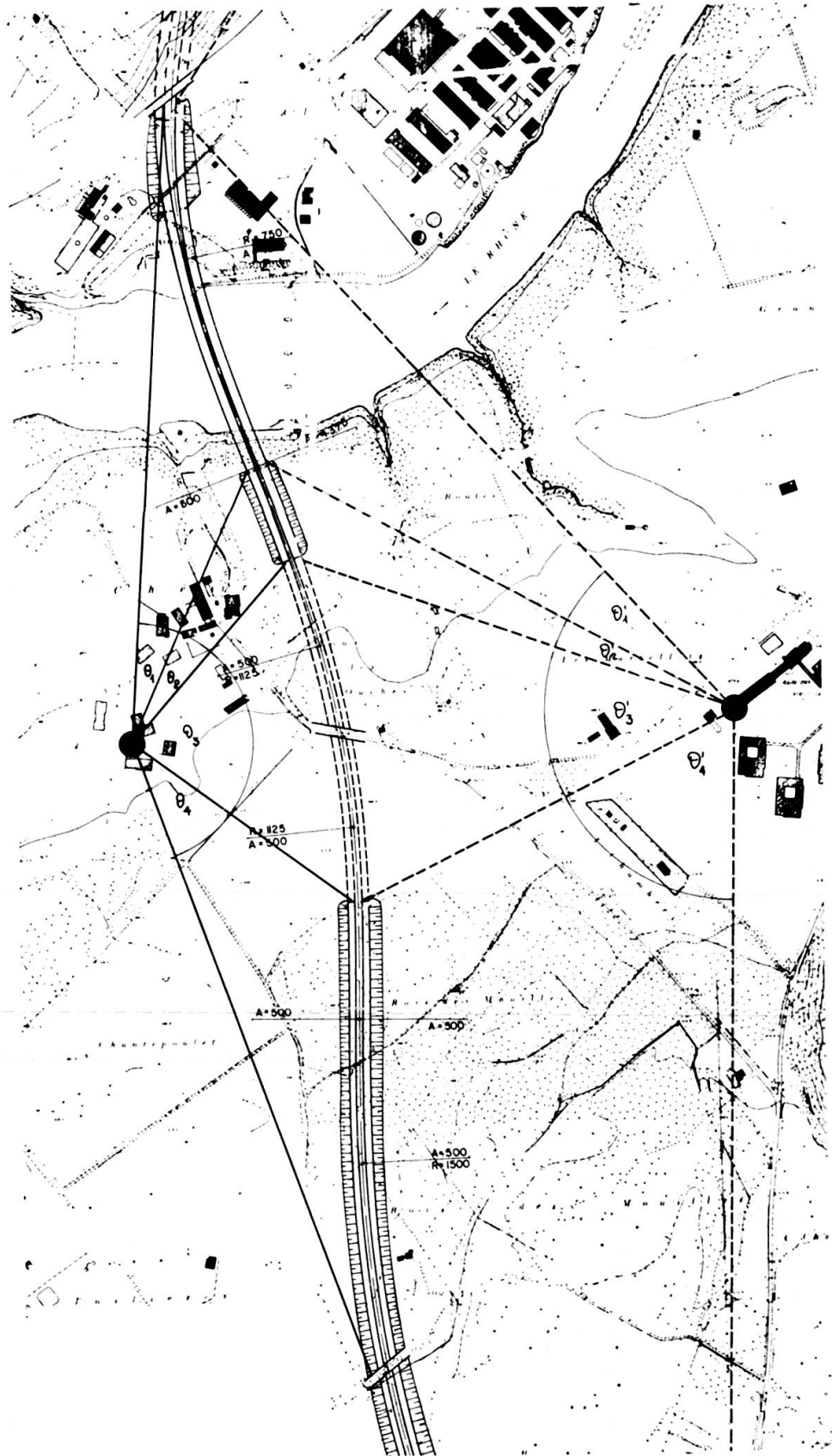


FIG. 2.

Choix des secteurs pour deux points critiques.

Calcul du niveau du bruit L_{10} (10 M)

Le niveau du bruit L_{10} (niveau dépassé pour 10% du temps) à 10 m du bord de la route (L_{10} (10 M)), est calculé sur la base d'une prévision du trafic horaire (Q_1) (réf. 1).

$$L_{10} (10 M) = 41,2 + 10 \log Q_1 \quad (1)$$

Cette valeur doit être corrigée en fonction de la vitesse moyenne des véhicules V (km/h) et du pourcentage des poids lourds (P) dans le trafic:

$$\text{CORR} (VP) = 33 \log (V + 40 + 500/V) + 10 \log (1 + 5 P/V) - 68,8 \quad (2)$$

Cette correction est à *ajouter* à la valeur de L_{10} (10 M).

La pente moyenne du secteur (G) (%) est prise en considération:

$$\text{CORR} (G) = 0,3 G \quad (3)$$

Pour une rugosité moyenne du revêtement supérieur à 5 mm, un terme correctif, fonction du pourcentage des poids lourds (P), s'ajoute à L_{10} (10 M):

$$\text{CORR} (C) = 4 - 0,03 P \quad (4)$$

Le niveau L_{10} (10 M) ainsi calculé est valable pour tous les secteurs d'un point critique.

Le niveau de bruit corrigé L'_{10} (10 M) s'écrit alors:

$$L'_{10} (10 M) = L_{10} (10 M) + \text{CORR} (G) + \text{CORR} (C) \quad (5)$$

Correction pour l'absorption par le sol et par l'air

Celle-ci doit être calculée séparément *pour chaque secteur* à partir de L'_{10} (10 M).

1. On admettra que l'émission du bruit des voitures se fait à 0,5 m du sol et 3,5 m du bord de la chaussée. Pour cette raison, on calcule la distance (d') source du bruit — point critique selon

$$d' = ((d + 3,5)^2 + (h - 0,5)^2)^{0,5} \quad (6)$$

où d est la distance (en mètres) du point critique au bord de la chaussée et h , la hauteur de ce point par rapport à la surface de la route.

2. Du fait que les secteurs ne sont pas infiniment petits, d' et h varient à l'intérieur d'un secteur: la question du choix de ces paramètres se pose. Le choix des secteurs se fera pour que les variations de h et de d' ne soient pas trop grandes:
 - 1) Si la route passe à moins de 250 m du point critique pour le secteur considéré, on choisira le plus petit d' avec la dénivellation (h) correspondante. Cette distance est, en général, celle qui relie le point critique avec la route par une droite perpendiculaire à la route.

- 2) Si la route passe à plus de 250 m, d' correspondra à la distance moyenne route — point critique, et h à d' .
3. Suivant la qualité du sol entre le point critique et la route, deux possibilités se présentent :
- a) sol « dur » (roche, eau ou béton)
la correction à ajouter à $L'_{10}(M)$ est l'atténuation par l'air :

$$\text{CORR}(S) = -10 \log(d'/13,5) \quad (7)$$

- b) sol « absorbant » (herbe, forêts clairsemées ou autres cultures) la correction dépend de h . L'absorption du bruit sera plus prononcée au sol (réf. 3)
— si $h > (d+3,5)/3$

$$\text{CORR}(S) = -10 \log(d'/13,5) \quad (8)$$

— si $h < (d+3,5)/3$

$$\text{CORR}(S) = 5 - 10 \log(d'/13,5) + 5,2 \log(3h/(d+3,5)) \quad (9)$$

le niveau de bruit corrigé, L'_{10} , s'écrit alors

$$L'_{10} = L_{10}(10 M) + \text{CORR}(S) \quad (10)$$

Correction pour la diffraction par les barrières

Cette correction est inutile si le secteur entier est visible du point critique.

Si la configuration du terrain est telle qu'on ne puisse pas dire à priori lequel des obstacles est la barrière, une routine du programme choisit la vraie barrière à partir des données topographiques.

Le calcul de la barrière efficace est basé sur l'équation

$$X = \log(a+b-c) \quad (11)$$

où a est la distance entre le point critique et le sommet de la barrière,

b , est la distance entre la route et le sommet de la barrière,

c , est la distance en ligne droite entre la route et le point critique.

$(a+b-c)$ est la hauteur efficace de la barrière. Cette formulation permet un calcul suffisamment précis pour autant que la barrière efficace n'excède pas 12 mètres.

L'atténuation est une fonction logarithmique de la hauteur efficace. Elle est calculée selon :

$$\text{CORR}(\text{DIFF}) = A_0 + A_1 X + A_2 X^2 + A_3 X^3 + \dots + A_n X^n \quad (12)$$

où A_0, A_1, A_2 , etc. sont des coefficients empiriques provenant de l'ajustement des courbes théoriques sur les courbes expérimentales (table I).

TABLE I.
Constantes pour le calcul des barrières.

A_0	-	15,4
A_1	-	8,26
A_2	-	2,787
A_3	-	0,831
A_4	-	0,197
A_5	+	0,1539
A_6	+	0,12248
A_7	+	0,02175

CORR. (DIFF) est à ajouter à l'équation (10).

On obtient ainsi:

$$L'_{10} = L'_{10} + \text{CORR}(\text{DIFF}) \quad (13)$$

Correction due au champ de vision

L'équation (13) correspond à un calcul effectué pour un champ de vision de 180°. Du fait que les secteurs ont un angle d'ouverture variable, le bruit perçu doit être pondéré selon:

$$\text{CORR}(\theta) = 10 \log (\theta / 180) \quad (14)$$

où θ est l'angle de l'ouverture (en degrés).

On admet ainsi qu'un rétrécissement de moitié du champ de vision conduit à une diminution de 3 dB (A). L'imprécision de cette correction nous a amenés à choisir des secteurs restreints: assimilation de l'arc à la corde.

Cette correction s'ajoute à (13):

$$L_{10} = L'_{10} + \text{CORR}(\theta) \quad (15)$$

Addition des niveaux sonores provenant des différents secteurs

Les niveaux L'_{10} corrigés s'additionnent alors (16) pour donner le niveau L_{10}^{tot} au point critique:

$$L_{10}^{\text{tot}} = 10 \log (1 + 10^{(L_m - L_n) / 10}) + L_n \quad (16)$$

où L_m et L_n sont les niveaux L_{10} calculés pour les secteurs m et n .

Correction due à l'effet de façade et aux réflexions

Si le point critique se trouve à moins de 1 mètre d'une façade, on ajoute 2,5 dB(A) à L_{10}^{tot} .

Si l'effet de façade est nul, on tient compte des réflexions du bruit sur les façades situées en face. Si elles ont surface importante, on ajoute 1,0 dB(A) à L_{10}^{tot} . (17)

Discussion

Calcul du niveau équivalent $L_{\text{éq}}$

En Grande Bretagne, dans les documents officiels (réf. 1), on a adopté le niveau L_{10} comme critère valable de gêne provoquée par le trafic. En Suisse, la tendance est de remplacer L_1 et L_{50} par $L_{\text{éq}}$ (réf. 4). Nous *avons donc dû* trouver une relation entre L_{10} et $L_{\text{éq}}$ qui permette une conversion.

De multiples essais sur des routes de types de trafic différents et de débits horaires variables nous ont permis de trouver une relation empirique du type:

$$L_{\text{éq}} = 0,96 L_{10} - 0,64 \quad (18)$$

avec un coefficient de corrélation de 0,99.

La corrélation est bonne pour des niveaux L_{10} supérieurs à 50 dB(A) (fig. 3). Cela n'est pas étonnant: Dans un environnement peu bruyant les bruits transitoires prennent une importance accrue dans le calcul de $L_{\text{éq}}$:

$$L_{\text{éq}} = 10 \log - \frac{1}{t} \int_0^t 10 L/^{10}. dt \quad (19)$$

où t est le temps d'observation.

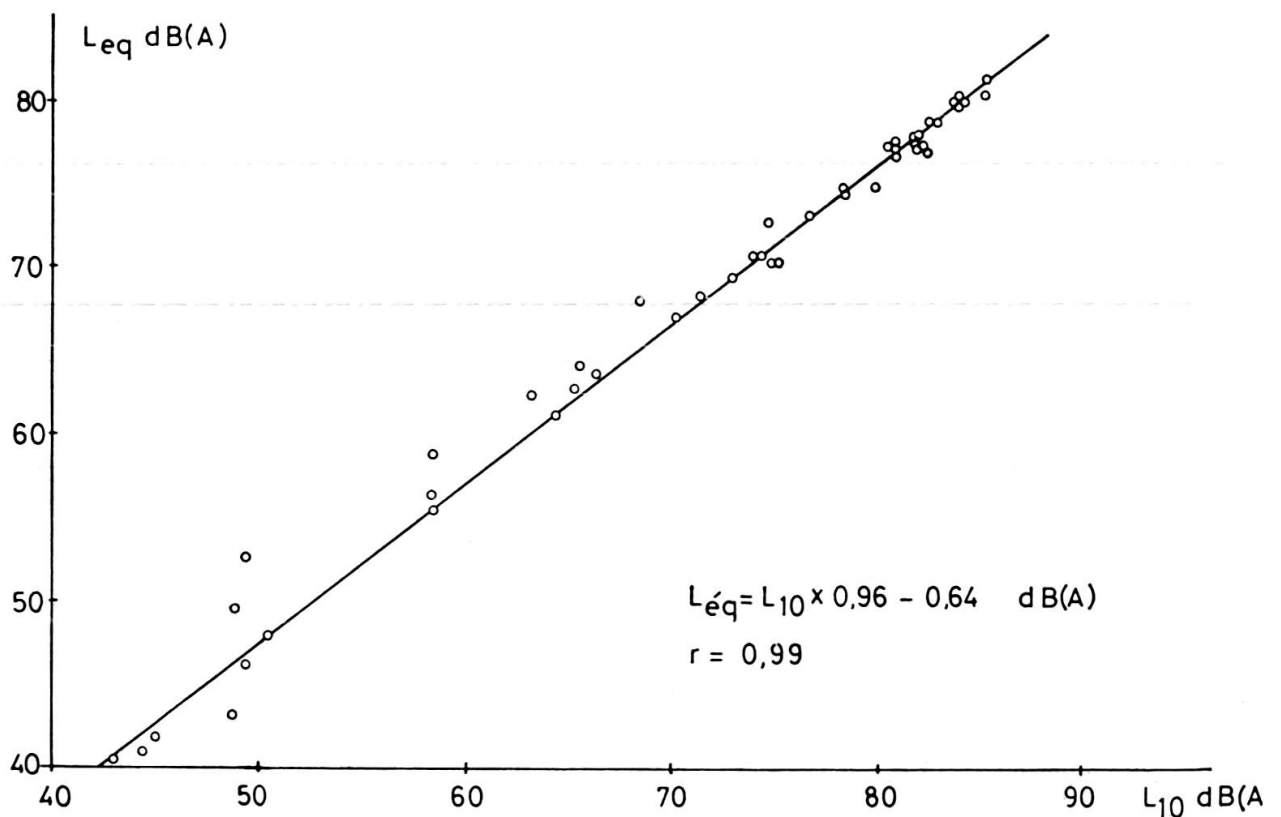


FIG. 3.

Relation entre les niveaux L_{10} et $L_{\text{éq}}$ en dB(A) pour le trafic automobile.

Alors, $L_{\text{éq}}$ calculé d'après 18 est inférieur au $L_{\text{éq}}$ expérimental. Ce n'est pas le cas pour des $L_{10} \geq 50$ dB(A).

Impact du bruit du trafic sur le milieu

a. Les niveaux sonores calculés ne représentent pas de manière réaliste la gêne due au bruit d'une route projetée si on ne tient pas compte des niveaux actuels de bruit. Cela découle du mécanisme même de la perception qui est basé sur la différence d'intensité de divers stimuli (réf. 2). On admet en général que la différence entre deux niveaux sonores doit être inférieure à 3 dB(A) au plus pour que le bruit le moins intense commence d'être perçu :

Pour un bruit de fond $L_{\text{éq}} = 50$ dB(A) et un bruit provenant du trafic $L_{\text{éq}} = 47$ dB(A), le niveau sonore total passera à $L_{\text{éq}} = 51,7$ dB(A). Le bruit du trafic sera juste perceptible.

Dans le contexte de l'environnement de la *Nla*, le bruit de l'autoroute $L_{\text{éq}} = 52$ dB(A) passera inaperçu au niveau d'une artère à trafic intense (route de Vernier $L_{\text{éq}}$ actuel = 70 dB(A), mais sera très gênant au niveau d'un village, comme celui d'Aigues-Vertes où $L_{\text{éq}} = 45$ dB(A)).

b. Le bruit du trafic autoroutier (trafic moyen supérieur à 2000 v/heure) est du type continu, avec un spectre semblable au « bruit blanc »¹. A une distance de plus de 100 m, $L_{\text{éq}}$ varie simultanément et de manière analogue à L_{10} . La différence entre les deux niveaux est de l'ordre de 3,5 dB(A). Elle varie en fonction de l'intensité absolue: de 2,5 dB(A) à 4 dB(A) pour des niveaux sonores qui passent de 80 dB(A) à 50 dB(A) (équation 18).

Pratiquement, les pointes de bruit dues au passage de chaque voiture ne peuvent pas être distinguées. L'ensemble est perçu comme une augmentation continue du bruit de fond.

Les analyses statistiques effectuées en milieu plus confiné (réf. 2) montrent que c'est aussi le cas si les réverbérations sont multiples. La figure 4a donne le trafic horaire et les figures 4b, c, d les niveaux sonores L_1 , L_{10} , $L_{\text{éq}}$, L_{90} mesurés simultanément.

En chambre sourde, des simulations faites à partir de bruit enregistrées dans différentes rues ont permis de vérifier que $L_{\text{éq}}$ total correspondait à la somme des $L_{\text{éq}}$ expérimentaux (table II).

Il est donc possible d'additionner le bruit calculé (selon la formule 16) au bruit de fond existant.

c. Au cours des mesures de bruit dans le terrain, nous nous sommes rendus compte qu'à certains endroits, à proximité de l'aéroport de Genève-Cointrin, notamment, le niveau $L_{\text{éq}}$ est très élevé. Les bruits du trafic aérien qui en étaient la

¹ « bruit blanc »: bruit d'énergie égale pour toutes les fréquences audibles.

TABLE IIa.

Comparaison de la superposition physique de deux sources de bruit du trafic avec les sommes des niveaux sonores individuels en dB(A).

	voie à trafic intense (QGG)	+	voie à trafic intense (R.S.)	somme	
				expérim.	calculée
$L_{\text{éq}}$	80,4		79,4	82,7	82,9
L_1	87,3		88,0	89,5	90,6
L_{10}	83,5		82,5	86,0	86,0
L_{50}	79,0		77,5	81,5	81,3
L_{90}	75,0		74,8	77,8	77,9
L_{99}	72,3		72,8	75,5	75,6

TABLE IIb.

Comparaison de la superposition physique de deux sources de bruit du trafic avec les sommes des niveaux sonores individuels en dB(A).

	voie à trafic intense (R.S.)	+	bruit blanc faible	somme	
				expérim.	calculée
$L_{\text{éq}}$	63,7		55,4	64,1	64,3
L_1	74,0		55,8	74,3	74,1
L_{10}	67,0		55,8	67,3	67,3
L_{50}	60,5		55,5	61,5	61,7
L_{90}	56,8		55,3	59,0	59,1
L_{99}	54,4		55,3	58,0	57,9

cause avaient une durée relativement courte (moins de 10% du temps total) mais étaient très intenses (plus de 80 dB(A)).

Dans ce cas, additionner $L_{\text{éq}}$ calculé à $L_{\text{éq}}$ mesuré reviendrait à sous-estimer la gêne provoquée par le bruit de l'autoroute. Par exemple, aux abords de l'aéroport, $L_{\text{éq}}$ est souvent supérieur à 75 dB(A). En additionnant à $L_{\text{éq}}$ ambiant = 75 dB(A) un $L_{\text{éq}}$ calculé de 65 dB(A), on obtiendrait un $L_{\text{éq}}$ total de 75,4 dB(A). Cependant, entre deux mouvements d'avions, lorsque le bruit de fond descend à 60-65 dB(A), le bruit de l'autoroute sera perceptible et gênant. La figure 5 donne la superposition des deux phénomènes. Le bruit produit par les avions a été mesuré dans l'axe de la piste de l'aéroport sur le territoire de la commune de Vernier pour les décollages vers l'ouest (direction 23). Le bruit du trafic automobile a été mesuré sur la route de Vernier.

Le bruit des avions est caractérisé par des crêtes d'une durée de 20 secondes pour des niveaux sonores supérieurs à 80 dB(A). En admettant des perturbations moyennes de 20 secondes pour le passage d'un avion, pour un trafic de 160 décollage/jour, la durée totale de perturbation représente 4% du temps. Pour cette raison, nous avons utilisé dans le calcul du bruit total la valeur L_{50} pour le bruit de fond actuel. Cette valeur n'est en effet que très peu affectée par le bruit des avions. Il n'en va pas de même pour $L_{\text{éq}}$. La table III permet

TABLE III.

Influence du bruit des avions sur les niveaux sonores. Mesures effectuées le 28 mai 1979. Commune de Meyrin. Unités : dB(A).

	Niveaux sonores totaux	Niveaux sonores « moins trois décollages »
$L_{\text{éq}}$	61,4	56,5
L_1	72,8	63,5
L_{10}	64,3	59,5
L_{50}	55,8	55,3
L_{90}	52,5	52,5
L_{99}	49,8	49,5

de comparer les niveaux équivalents obtenus pour un même enregistrement lorsque le bruit du passage de trois avions a été supprimé. $L_{\text{éq}}$ diminue de 5 dB(A), L_1 de 9,3 dB(A), L_{10} de 4,8 dB(A), L_{50} ne diminue que de 0,5 dB(A). On admettra que cette erreur est minime. Cela est corroboré par la commission fédérale ad hoc (4).

Il s'agit là, dans une certaine mesure, d'une approche relativement subjective. Cependant, l'expérience nous a montré que le niveau $L_{\text{éq}}$ comme critère de gêne pris séparément de la fonction temporaire du bruit *est un critère insuffisant*.

Le modèle a été testé dans diverses conditions, notamment en milieu confiné, en tenant compte des réflexions multiples. Une rue à trafic intense pouvant être assimilée à un parallépipède rectangle a servi aux mesures. Sa longueur est de 400 m, sa largeur est de 20 m. Elle est bordée d'immeubles de 23 m de haut dont les façades sont en pierres de taille (coefficient d'absorption 0,03 à 1000 Hz). Les trottoirs ont 3,0 m de large.

Les mesures du bruit ont été effectuées à 1,5 ou 3,0 m de la façade et à des hauteurs de 3,0 m, 9,6 m, 18,7 m.

A 3 mètres du sol, (0 m de la chaussée), les mesures en continu sont caractérisées par un échantillonnage chaque 0,1 seconde. sur une période de 20 minutes. Chaque

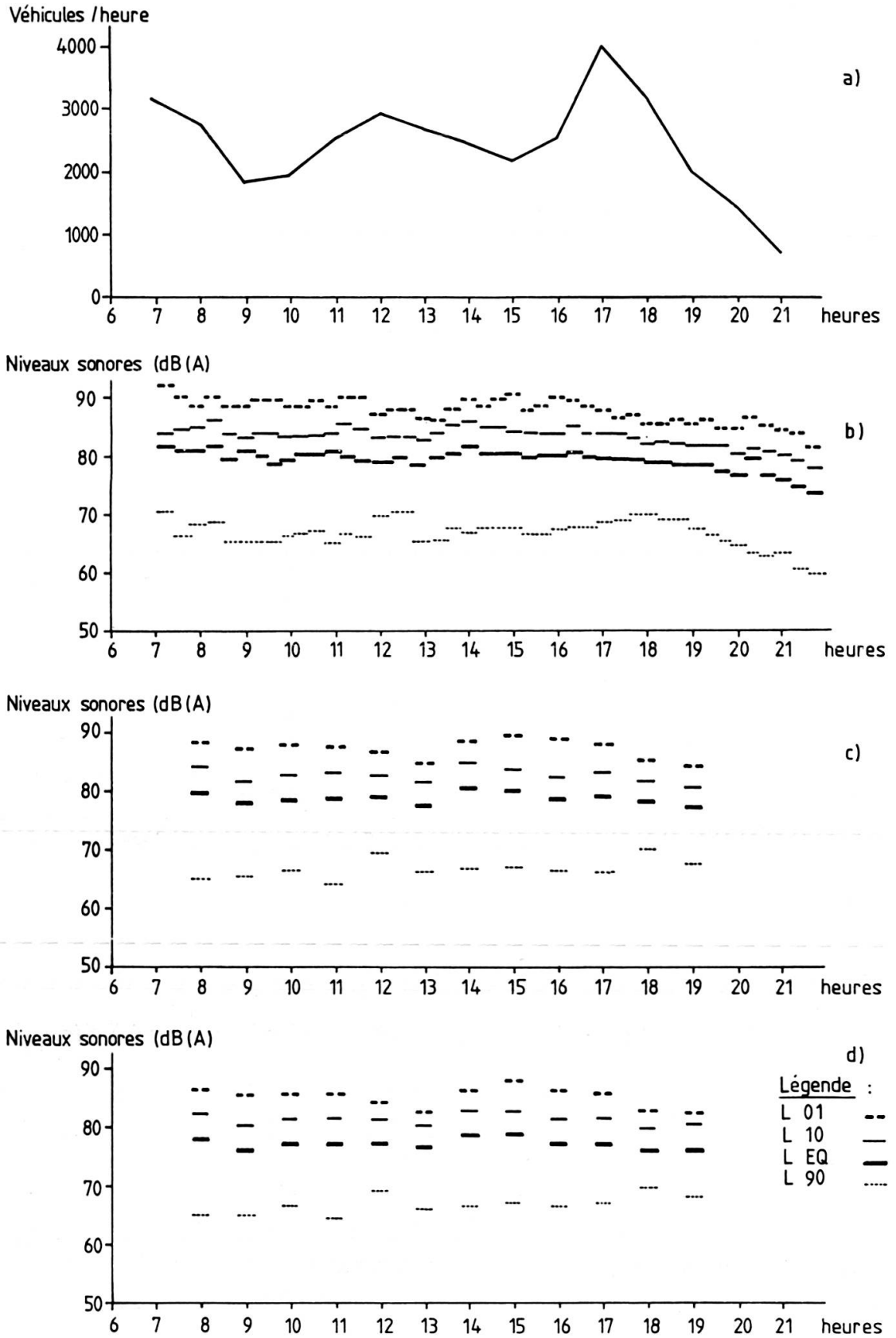


FIG. 4.

Mesure des niveaux sonores en milieu urbain confiné (rue des Deux-Ponts). Voie de pénétration dans la Ville de Genève:

a. trafic horaire;

b.c.d. niveaux sonores mesurés à des hauteurs respectivement de 3,0, 9,6 et 18,7 m du sol.

20 minutes, l'analyse statistique des niveaux sonores est calculée. Pour les autres emplacements, les analyses des niveaux sonores ont été effectuées chaque heure, pendant 20 minutes (fig. 4). Les débits horaires sont donnés à la figure 4a.

Il appert que

- les fluctuations des niveaux sonores sont faibles: entre 8 et 18 heures le niveau sonore équivalent varie au plus de 2 dB(A) autour de la moyenne,
- l'atténuation du bruit est inférieure à 2 dB(A) entre le niveau + 3,0 m et le niveau + 18,7 m. Les réflexions sont donc multiples.

En appliquant les équations 1 à 17, pour un trafic poids lourds de 10%, on obtient:

$L_{10tot} = 83,0$ dB(A). L_{10} mesuré vaut 83,2 dB(A) pour la moyenne journalière. En introduisant cette valeur dans l'équation 18, on obtient $L_{\text{éq}}$ calculé = 79,1 dB(A). $L_{\text{éq}}$ mesuré vaut 79,5 dB(A). La correspondance des valeurs horaires est également excellente.

Le modèle proposé par la Commission d'experts instituée par le Service fédéral des routes et des digues (réf. 3, 1974) a également été testé. Les résultats figurent dans la table IV.

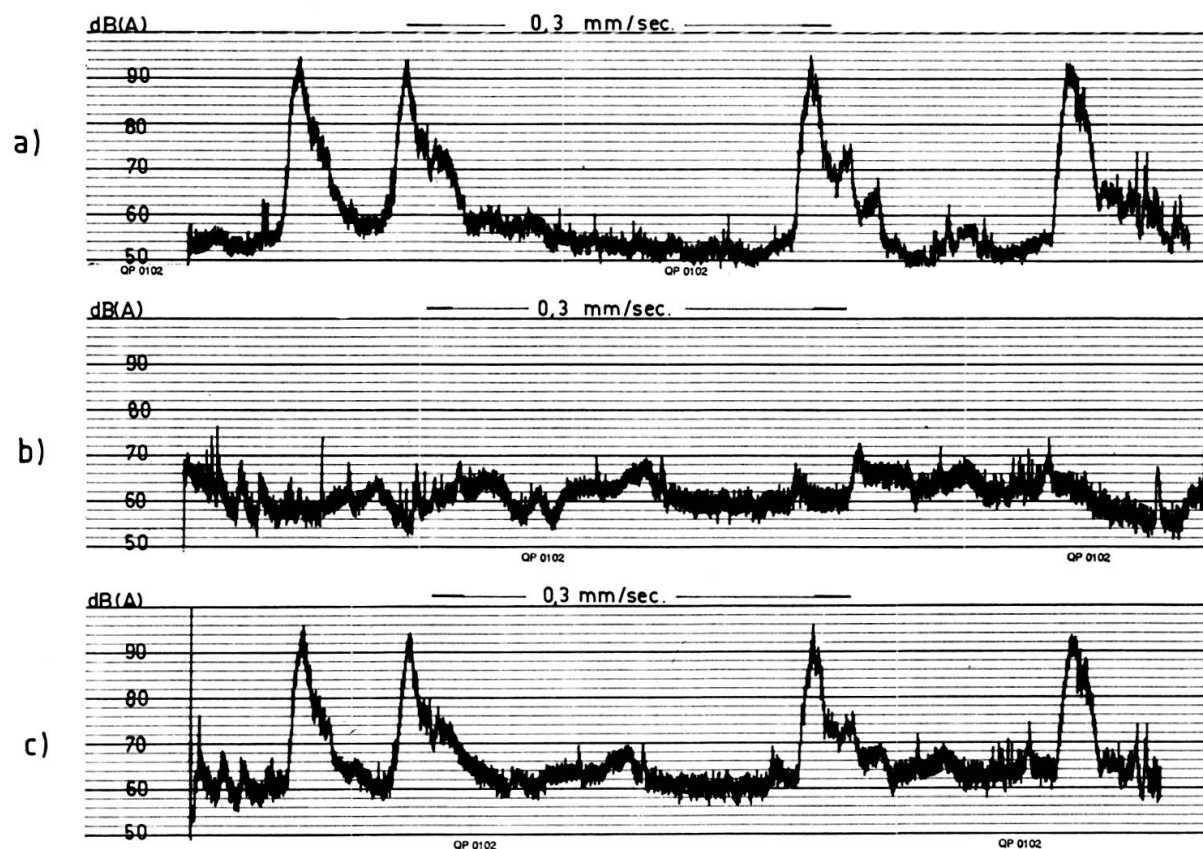


FIG. 5.

Superposition du bruit du trafic aérien à celui du trafic automobile:
a. trafic aérien; b. trafic automobile; c. superposition.

TABLE IV.

Comparaison des valeurs mesurées et calculées à l'aide du modèle de la référence 3.

	mesuré dB(A)	calculé dB(A)
L_{50}	76,8	77
L_1	88,0	88
$L_{\text{éq}}$	79,5	82

L'accord entre les valeurs L_{50} et L_1 mesurées et calculées est très bon. Cependant, ce modèle sous-estime systématiquement $L_{\text{éq}}$ d'environ 3 dB(A).

La précision des calculs dépend principalement du relevé topographique et de la précision des mesures des niveaux sonores actuels. Pour un cas simple comme celui décrit ici, nous avons atteint une précision $\pm 0,2$ dB(A). Pour des routes de configuration plus compliquée, les calculs sont entachés d'une imprécision de l'ordre de ± 1 dB(A).

Il est évident que le fait de prendre la valeur moyenne de la pente *sous-estime l'impact du bruit*, de même que la rugosité moyenne du revêtement, dans la mesure où certaines portions de la route sont recouvertes de goudron anti-aquaplaning. En hiver, lorsque les sols sont nus ou recouverts de neige, on applique les corrections pour l'absorption par des sols durs (équation 7). Si la chaussée est mouillée, il faut compter avec 7 dB(A) supplémentaires au niveau sonore calculé.

La réduction de vitesse de la circulation de 120 à 100 km/h sur l'autoroute provoque une diminution du niveau sonore de 2 dB(A). Il est donc important de se rendre compte qu'économiquement cette réduction de vitesse est plus acceptable que des mesures de protection anti-bruit proposées ou envisagées pour atteindre le même résultat. Cependant, un exemple récent sur l'autoroute Lausanne-Genève montre que cette mesure, prise, seule, est insuffisante.

Optimisation de l'aménagement anti-bruit

Une variante du programme décrit ci-dessus permet de calculer l'aménagement anti-bruit optimal. On propose à l'ordinateur une ou plusieurs tranches de barrières artificielles. Toutes les permutations sont envisagées de telle sorte qu'il est possible de représenter sous forme de diagramme tridimensionnel (hauteurs des talus, $L_{\text{éq}}$ final) les résultats du calcul. Il est aisé de voir quels sont les priorités et travaux d'aménagement anti-bruit. La pratique montre souvent que certains aménagements sont inutiles, irréalistes ou irréalisables et que par contre, d'autres sont indispensables.

*Mesure des niveaux sonores actuels (état zéro)**Méthodologie et appareillage*

Les mesures des niveaux sonores actuels ont été effectuées entre le mois de mars et le mois de juillet 1979 sur un territoire compris entre l'aéroport, Bernex et Onex. Pour cette étude, deux analyseurs statistiques B&K 4426 avec imprimante 2312 ont été utilisés. La durée d'échantillonnage est de 5 minutes. Les niveaux de pression acoustique L_1 , L_{10} , L_{50} , L_{90} , L_{99} et L_{eq} ont été calculé à chaque fois.

Résultats et discussion

Les 5 minutes d'échantillonnage par point ont été choisis comme un compromis: C'était à la fois la durée de mesure la plus longue pour mener à bien ce projet dans le temps et une durée suffisante pour que les résultats soient significatifs.

Nous avons en effet montré que les résultats obtenus après 5 minutes de mesure sont, à $\pm 0,3$ dB(A) près, les mêmes que ceux obtenus après 20 minutes ou plus. La figure 6 montre quelles sont les variations obtenues pour divers types d'environnement acoustique.

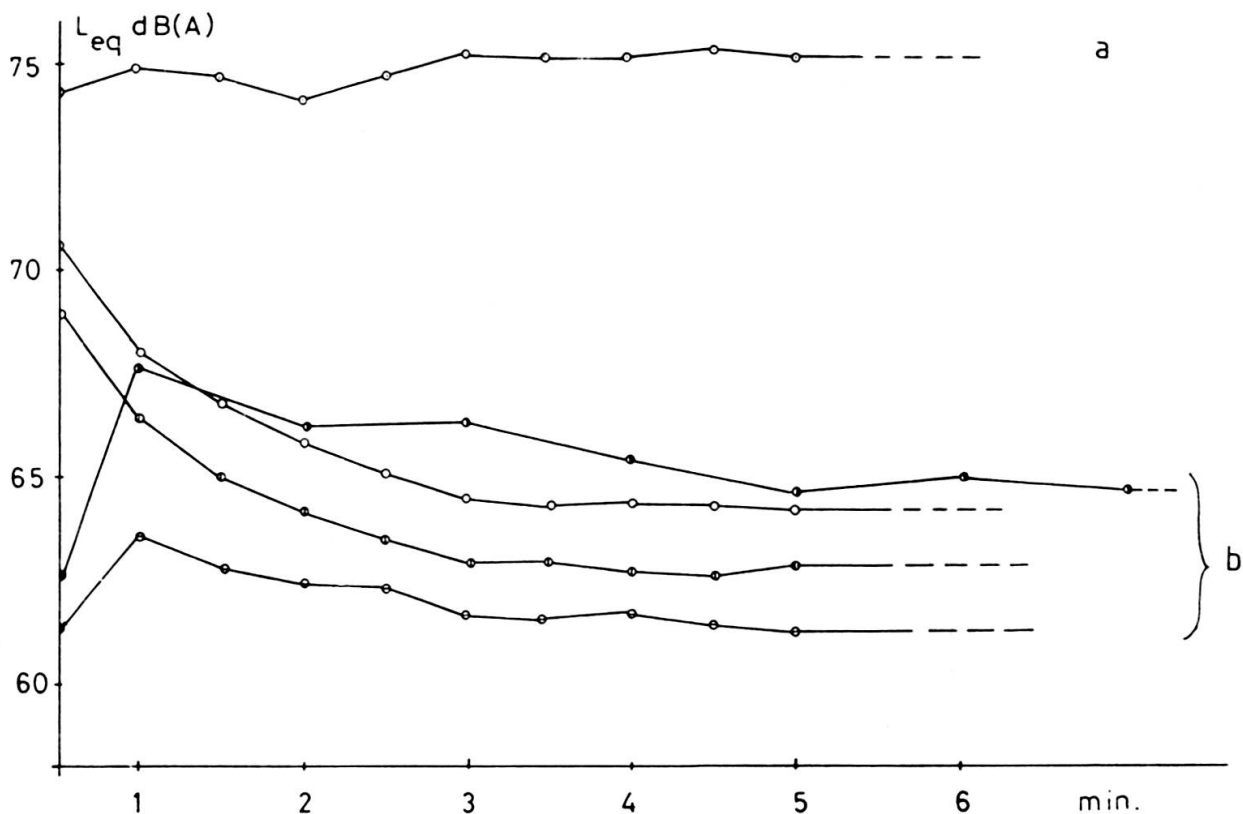


FIG. 6.

Variation de L_{eq} au cours du temps pour divers environnements acoustiques:
 a. voies de circulation à trafic intense et continu;
 b. voies de circulation à trafic aléatoire ou contrôlé par signalisation lumineuse.

- a) voies de circulation à trafic continu et intense. $L_{\text{éq}}$ ne varie pas au cours de l'échantillonnage.
- b) voies de circulation à trafic aléatoire ou à trafic contrôlé par signalisation lumineuse. $L_{\text{éq}}$ évolue pour atteindre une valeur constante après 5 minutes de mesure.

Suivant la nature du trafic et le moment de l'échantillonnage, $L_{\text{éq}}$ augmente ou diminue au début des mesures.

Les précautions d'usage ont été prises pour que les niveaux sonores mesurés correspondent aux périodes 08 h. 00-11 h. 30 et 14 h. 00-18 h. 00 des jours ouvrables. En cas de doute, les mesures ont été refaites plusieurs fois. Seule la moyenne arithmétique a été prise en compte. Certains points ont été l'objet de mesures pendant 24 heures. Ces mesures ont été effectuées par tranches de 20 minutes. Les résultats sont analogues à ceux obtenus au bout de 5 minutes à de rares exceptions près.

Les courbes des isophones expérimentales ont été établies en tenant compte de la nature du terrain, des barrières naturelles ainsi que des immeubles, des murs, des remblais, etc. La carte des isophones a ensuite été testée aux points critiques afin de déterminer si l'interprétation des mesures avait été correcte. La densité des emplacements de mesures dépend de la nature du terrain examiné.

La figure 7 représente les isophones des niveaux sonores actuels. Il a été reporté les niveaux L_{50} . Sans entrer dans une description fastidieuse, il faut remarquer l'impact du bruit au niveau des villes d'Onex et de Bernex (S), et au niveau de Vernier (N-E). La presqu'île de Loëx et la rive droite du Rhône sont caractérisées par une remarquable tranquillité.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Introduction

L'historique de l'étude des variantes de l'autoroute *N1a* a été faite par J.-P. Cottier (1979). Une variante d'un tracé mis à l'enquête publique a été examinée sous les divers aspects de l'aménagement.

D'autres variantes ont été proposées: Nous ne traiterons ici que des variantes les plus favorables (réf. 7).

Pour la section 8 Vernier-Bernex deux tracés ont été retenus:

FIG. 7.

Relevé des niveaux sonores actuels. Courbes des isophones L_{50} dB(A):
 violet > 65 ; rouge $60 \leq x < 65$; orange $55 \leq x < 60$; jaune foncé $50 \leq x < 55$; jaune pâle $45 \leq x < 50$; vert clair < 45 .



FIG. 8.
Tracé de la variante 1B

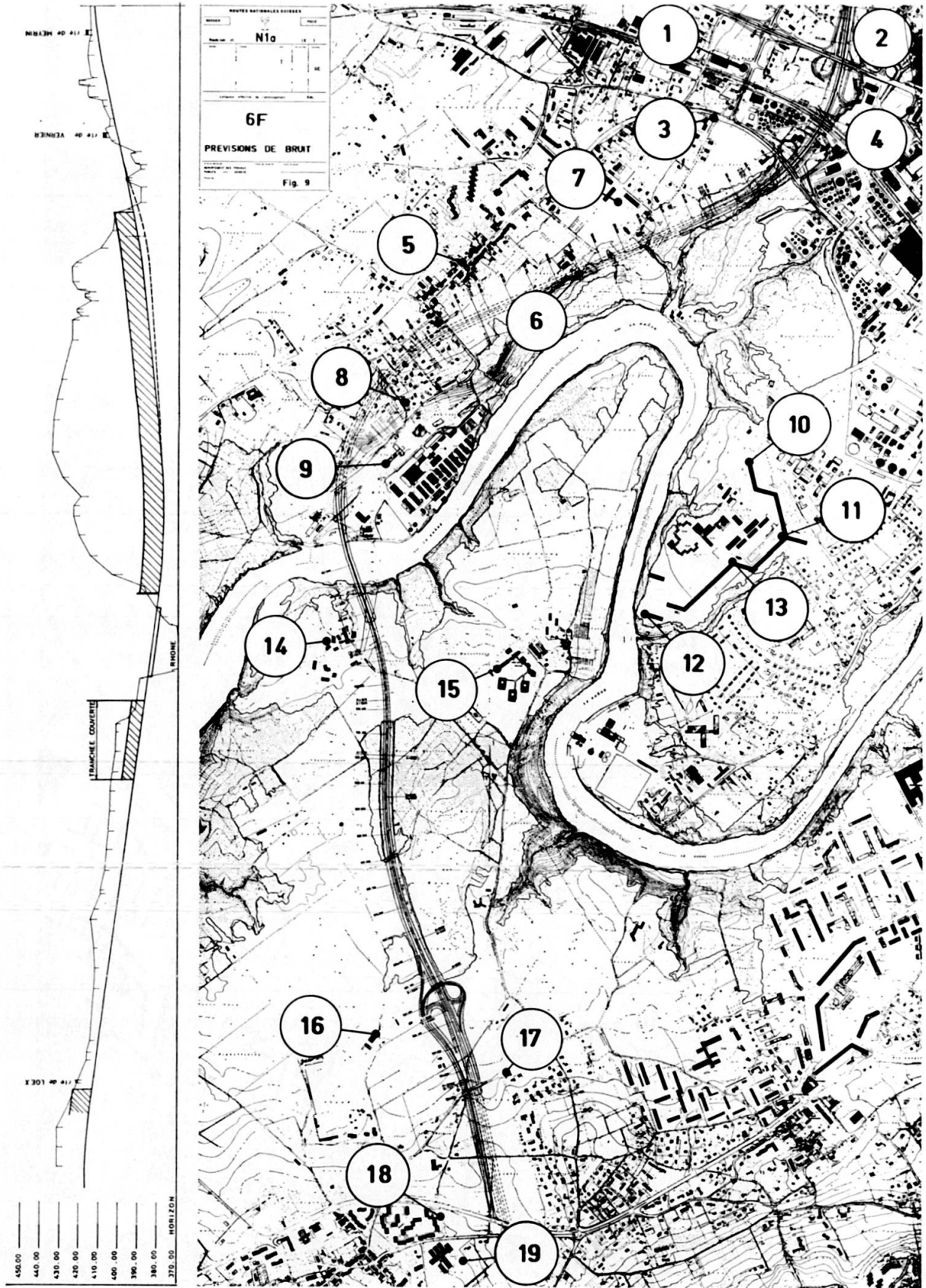


FIG. 9.
Tracé de la variante 6F.

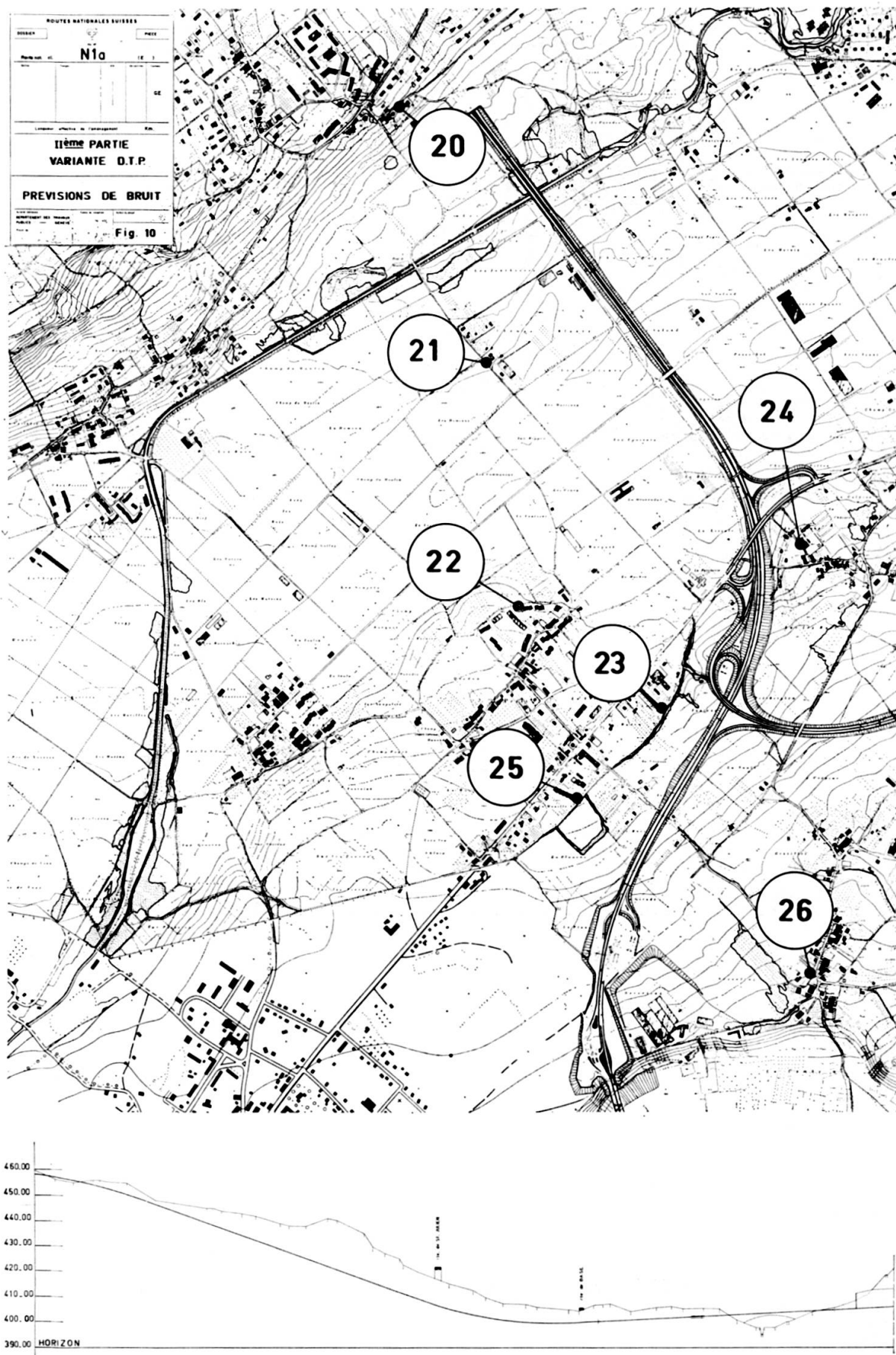


FIG. 10.
Tracé Confignon-Perly.

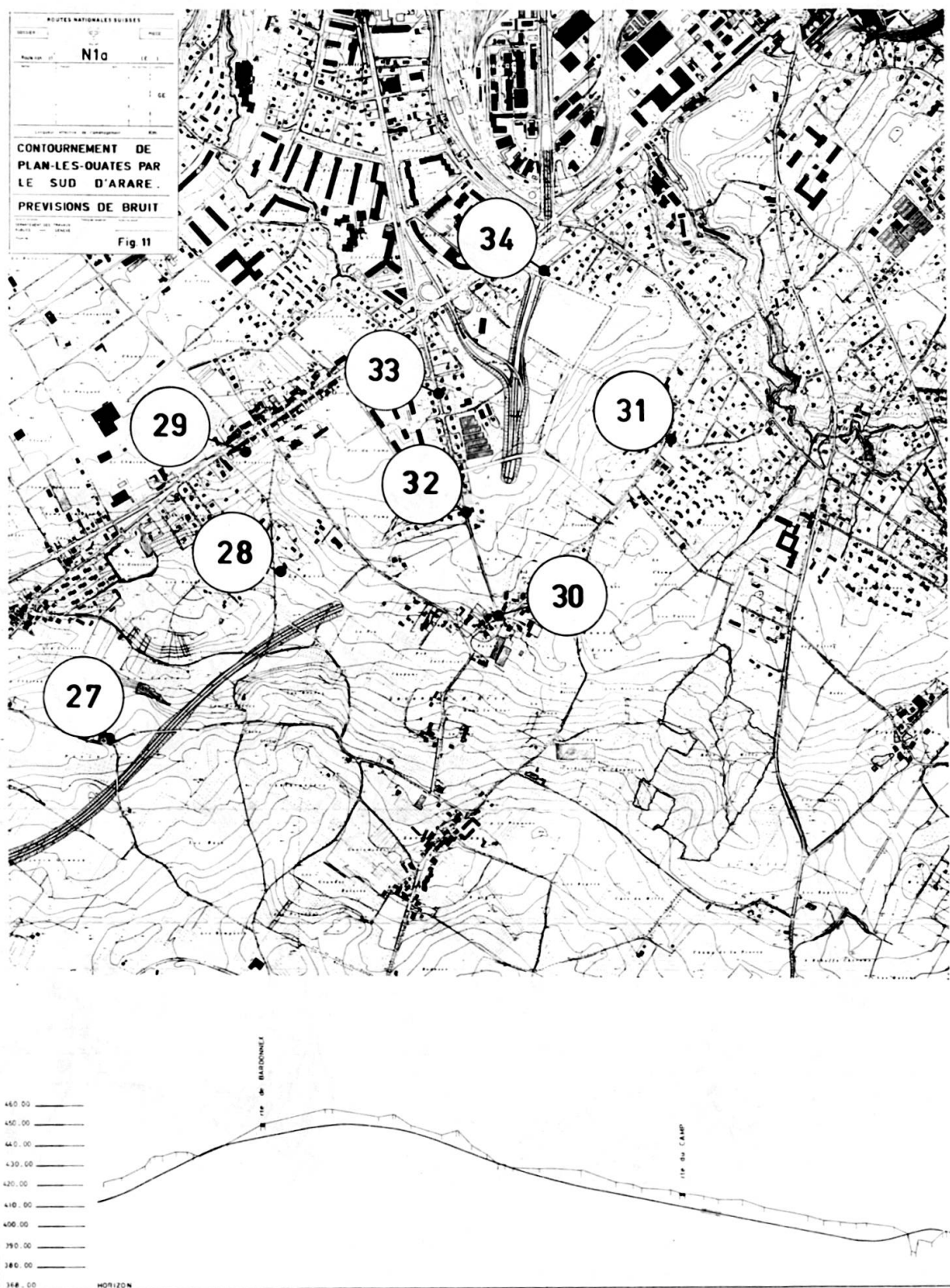


FIG. 11.
Tracé de l'évitement de Plan-les-Ouates par la variante sud d'Arare.

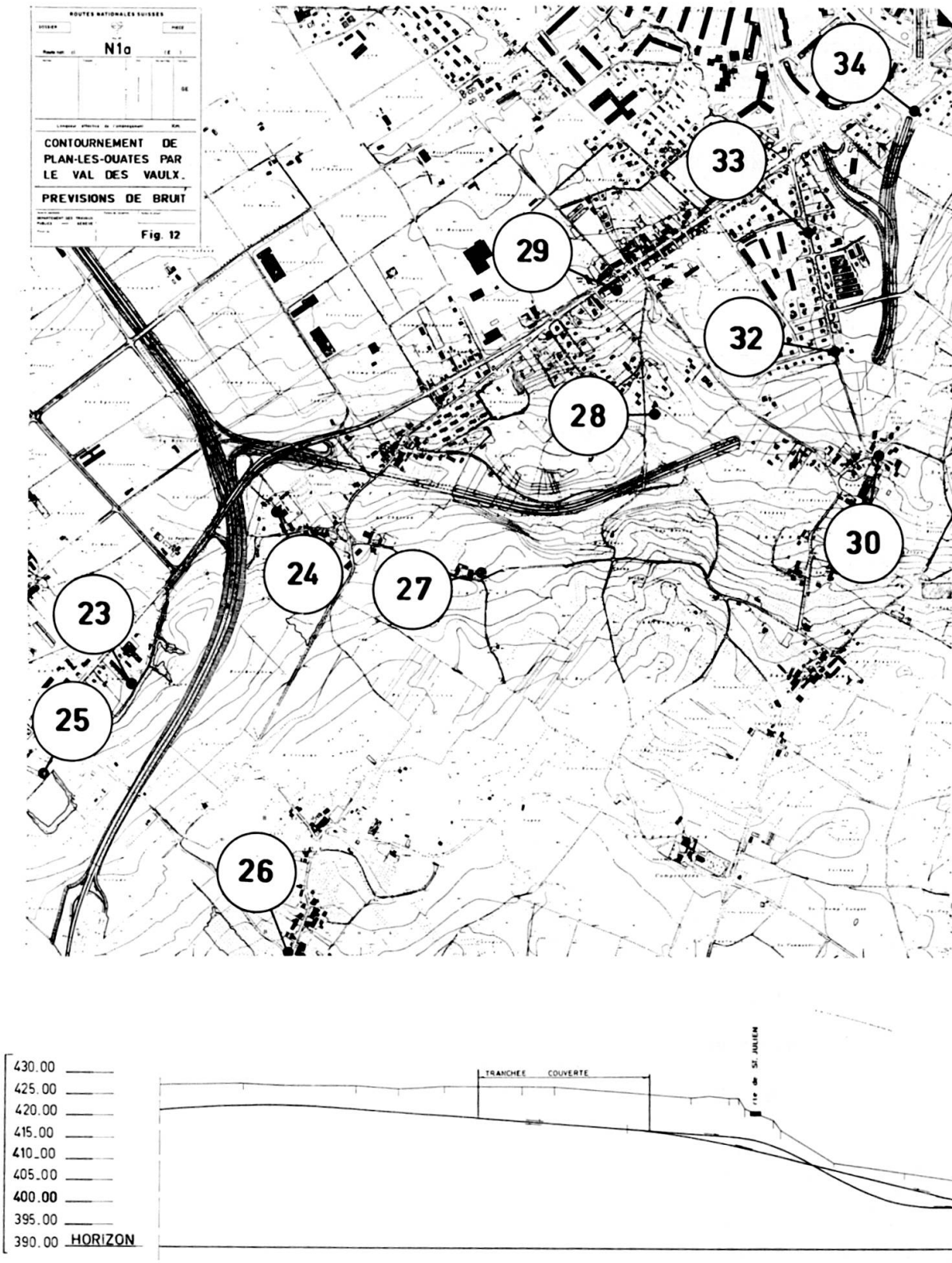


FIG. 12.
Tracé de l'évitement de Plan-les-Ouates par la variante Val des Vaulx.

- La variante 1B passant par la presqu'île de Loëx et s'appuyant le plus bas possible sur le terrain, (fig. 8);
- la variante 6F avec un tunnel passant sous Vernier et un viaduc traversant le Rhône au niveau de l'actuelle passerelle de Chèvres (fig. 9).

Pour le tronçon Confignon plate-forme douanière de Perly, une seule a été retenue: en plan, elle correspond à celle mise à l'enquête publique. Le profil en long a été abaissé (fig. 10).

TABLE V
Emplacement des « points critiques ».

N°	Lieu-dit	Coordonnées	Niveaux sonores actuels L_{50} (dB (A))		Points de mesure: hauteur du sol (m)
			diurnes	nocturnes	
1	Les Coquelicots	496.410/119.690	52,0	49,0	24,0
2	Les Avanchets	497.150/119.710	63,0	50,3	25,0
3	La Renfile	496.250/119.450	60,0	47,5	1,5
4	Chemin de l'Etang	497.100/119.500	63,0	50,3	25,0
5	Vernier-Ecole	495.260/118.910	56,5	49,0	1,5
6	Le Château	495.730/118.880	49,0	34,0	1,5
7	Poussy	495.890/119.170	49,0	35,0	1,5
8	Chemin du Progrès	485.050/118.335	49,0	38,0	1,5
9	La Greube	494.970/118.095	50,0	42,8	21,0
10	Lignon I	496.430/118.105	55,0	39,0	36,0
11	Lignon II	496.580/117.800	55,0	39,0	36,0
12	Lignon III	496.350/117.680	54,0	39,0	90,0
13	Lignon IV	496.020/117.490	55,0	39,0	36,0
14	Aigues Vertes	494.725/117.380	45,0	34,8	1,5
15	Loëx	495.440/117.280	52,0	37,5	12,0
16	Les Rouettes	494.925/115.790	44,5	34,0	1,5
17	Les Epineuses	495.470/115.650	44,5	34,0	1,5
18	Saint-Mathieu	495.160/115.060	58,0	34,0	1,5
19	Sous le Clos	495.180/114.940	51,5	34,0	1,5
20	Confignon	495.560/114.465	41,8	31,3	1,5
21	Champs Blancs	495.845/114.680	45,0	32,0	1,5
22	Perly (Les Mollex)	495.950/112.850	40,8	40,0	1,5
23	Champ Budin	496.420/112.540	45,3	40,5	1,5
24	Arare	496.900/113.080	47,3	38,5	1,5
25	La Mouille	496.110/112.250	52,8	40,3	1,5
26	Bardonnex	496.910/111.700	49,8	37,3	1,5
27	Plein Vent	497.320/112.900	50,5	30,1	1,5
28	La Butte	498.030/113.400	47,0	35,5	1,5
29	Les Bougeries	497.900/113.770	55,0	38,5	1,5
30	Saconnex-Dessous	498.680/113.270	49,5	42,4	1,5
31	Les Sciars	499.210/113.820	49,8	39,3	1,5
32	La Rasse	498.590/113.590	50,3	38,9	1,5
33	Sapay	498.540/113.960	51,3	37,1	1,5
34	Chemin du Gui	498.850/114.310	50,3	34,0	1,5

Pour l'évitement de Plan-les-Ouates, deux variantes seront examinées :

- a) par le sud d'Arare dont le profil en long a été aménagé en avril 1978 (fig. 11);
- b) par le Val des Vaulx. Cette variante est caractérisée par une traversée en tunnel d'Arare. Le tracé allant du point n° 28 (La Butte) au point 34 (chemin du Guy) est le même pour les deux variantes (fig. 12).

Description des points critiques

La table V donne les coordonnées de ces points, les niveaux L_{50} diurnes et nocturnes, ainsi que la hauteur des points de mesure. Seuls les points 1, 2, 4, 10, 11, 12, 13 et 15 n'ont pas fait l'objet de mesures à 1,50 m du sol.

Les points critiques ont été choisis en fonction de critères propres :

- habitation à forte densité d'occupation, points 1, 10, 13;
- zones de villas ou fermes, points 8, 9, 16, 17, 21, 27, 28, 31, 32, 33, 34;
- habitations en bordure de routes à trafic intense, 3, 4, 12, 18, 23, 25, 29, 33, 34;
- zones villageoises et scolaires, points 5, 7, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 30;
- zones hospitalières, points 14, 15;
- sites typiques, point 6.

Prévision d'impact des niveaux sonores

Les courbes d'impact donnant les niveaux sonores en fonction du trafic horaire sont données dans les figures 13a, b, c.

Pour les variantes 1B et 6F, par exemple, on constate que les traversées du Rhône en viaduc sont source importante d'émission de bruit.

Un aménagement anti-bruit doit être envisagé à cause d'une densité élevée de population ou d'une affectation spéciale de bâtiment (hôpitaux, sites historiques).

Mesure d'aménagement

Les calculs d'aménagement anti-bruit ont été effectués pour une vitesse de 100 km/h, 500 v/h avec 10% de poids lourds, une chaussée d'une rugosité de 2,0 mm. Les niveaux sonores sont calculés à l'aide des équations 16, 17 et 18. La vitesse sur les contre-routes est fixée à 80 km/h.

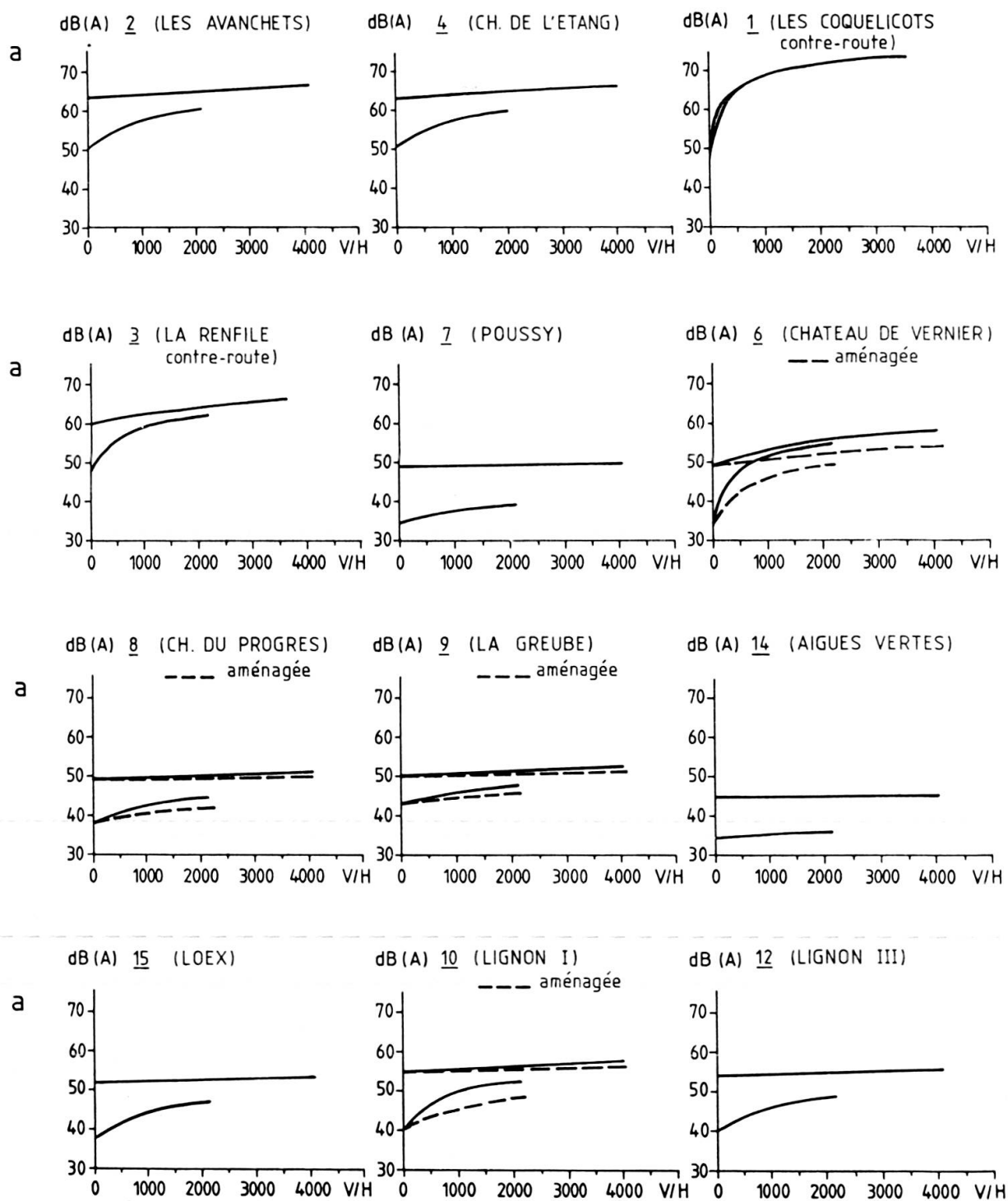
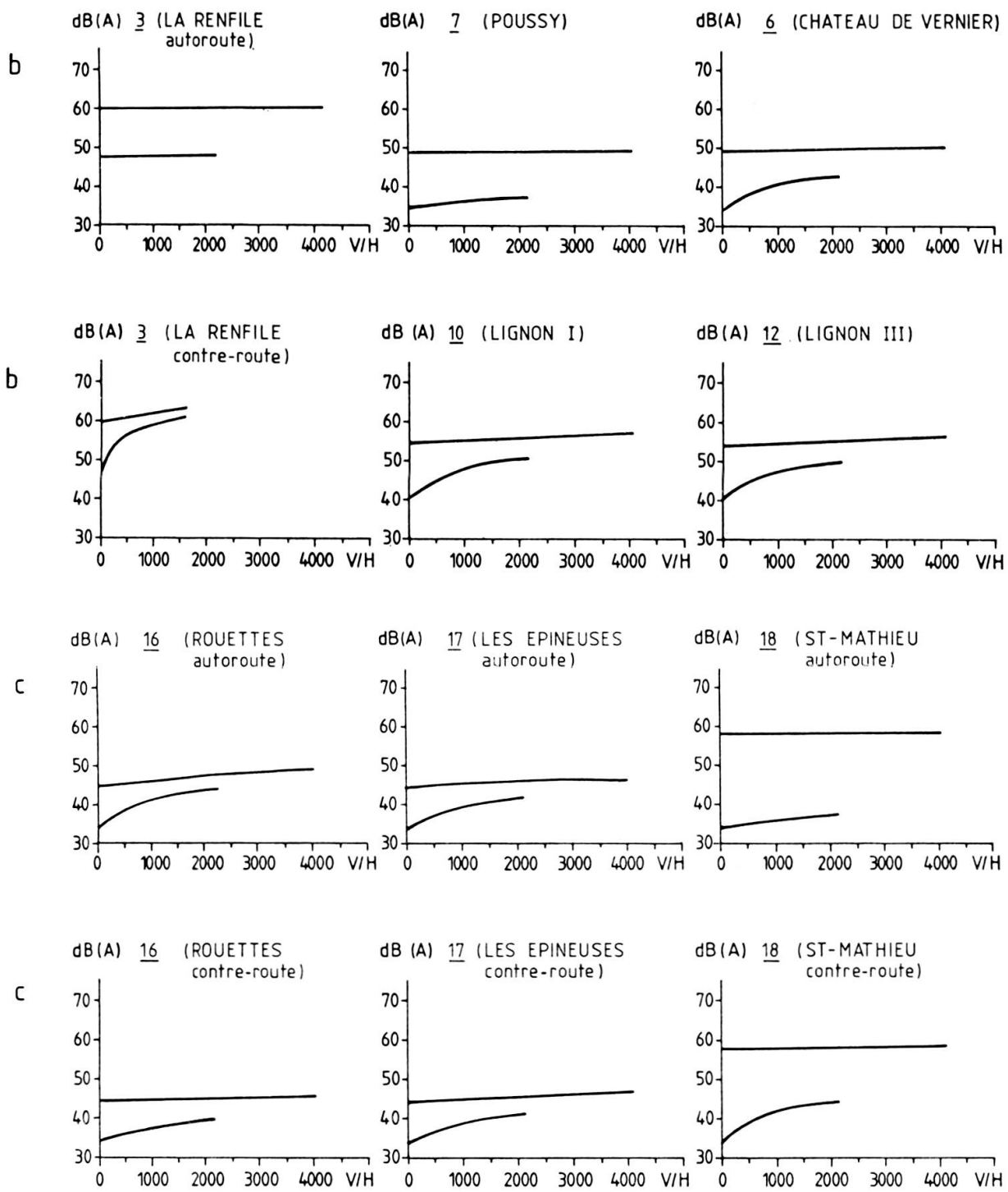


FIG. 13.

Niveaux sonores calculés L_{eq} (dB(A)) pour les variantes 1B et 6F:

a. variante 1B; b. variante 6F (voir également fig. 16); c. points communs aux variantes 1B et 6F.



Variante 1B

La figure 14 donne l'atténuation du bruit par un talus et un parapet situés respectivement sur la partie de l'autoroute en remblais et sur le viaduc autoroutier.

La figure 14a montre que, quelle que soit la hauteur du talus, l'influence du bruit de l'autoroute ne pourra être atténuée au point critique n° 10 (Lignon I). Par

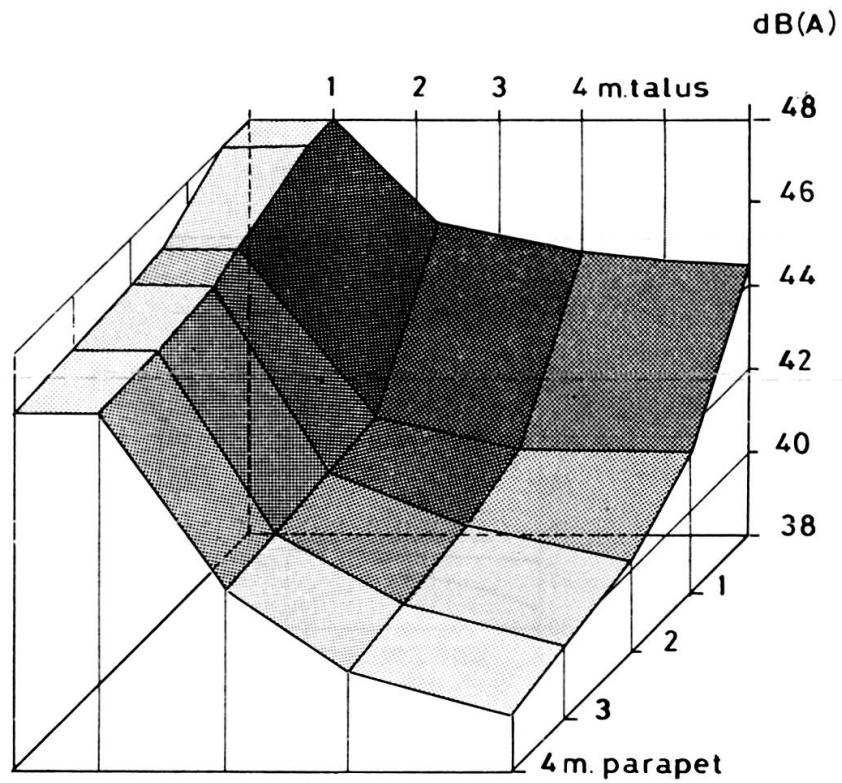
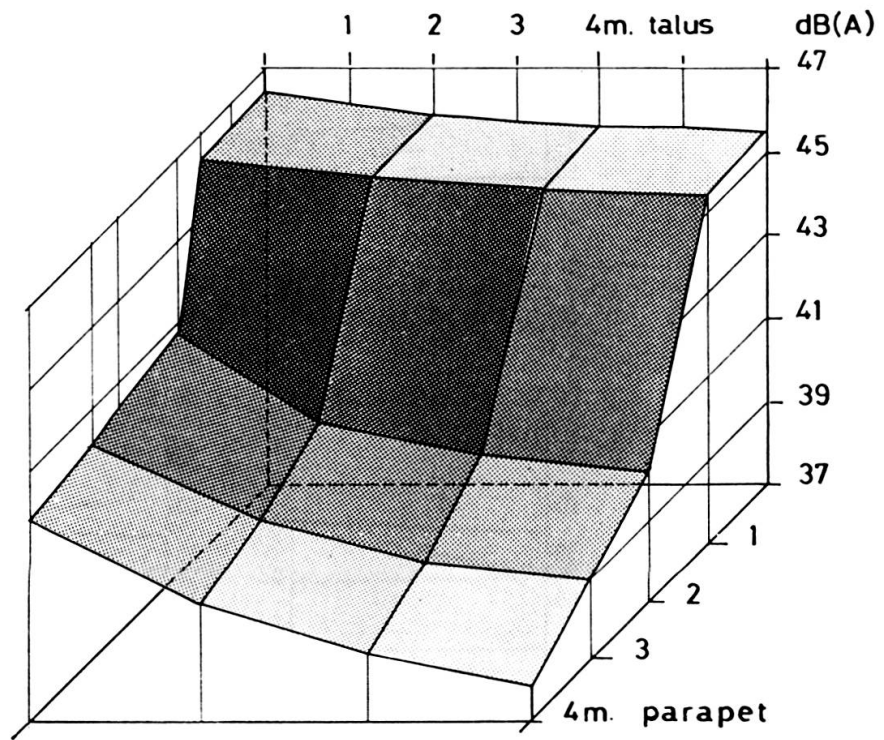


FIG. 14.

Variante 1B. Traversée du Rhône aménagement anti-bruit: Effet d'atténuation du bruit par un talus et un parapet;

a. point critique n° 10 (Lignon I); b. point critique n° 6 (Château de Vernier).

contre, la hauteur du parapet du pont sera déterminante: Un parapet de 1,0 m n'aura aucune efficacité tandis qu'un parapet de 1,5 m provoquera une nette diminution du bruit: 4 dB(A). L'efficacité conjuguée d'un talus de 2,0 m et d'un parapet de 1,5 m conduit à une diminution des niveaux sonores de 5 dB(A).

La figure 14a ne montre pas de minimum. C'est la raison pour laquelle les conditions d'optimisation des protections anti-bruit ne peuvent être définies qu'en tenant compte du coût de leur réalisation. Pour un talus et un parapet supérieurs à 2,0 m, l'atténuation du bruit ne justifie plus le coût de l'aménagement.

La figure 14b caractérise l'efficacité des protections anti-bruit pour le point critique n° 6 (Château de Vernier). On voit que pour un talus inférieur à 1,0 m, l'efficacité du parapet est négligeable. Par contre, pour un talus supérieur à 1,0 m, l'effet conjugué de la protection du talus et du parapet est significatif. Un talus de 2,5 m et un parapet de 1,5 m sont suffisants pour diminuer les niveaux sonore bruts de 5 dB(A).

Au niveau du point critique n° 15 (Loëx), dans les mêmes conditions, la diminution du niveau sonore brut est de 0,5 dB(A) seulement. L'aménagement anti-bruit est inopérant. De même, il est nécessaire de prolonger le talus de l'autoroute par un parapet à la traversée des nants. Les points n° 8 et 9 sont ainsi protégés.

Variante 6F

La figure 15 donne les effets d'atténuation du bruit produit par un talus et un parapet sur les points critiques n° 14 et 15 (Aigues-Vertes, Loëx). Le talus est situé à la sortie du tunnel, sous Vernier. Le parapet est placé en bordure du viaduc.

Seule la hauteur du parapet sur le viaduc aura une importance dans l'atténuation du bruit sur le point critique de Loëx (fig. 15a). Un parapet de 2,0 m provoquera une diminution de 6,2 dB(A)

L'effet des protections anti-bruit sur le point critique n° 14 (Aigues-Verte) est donné à la figure 15b. Le talus seul n'aura aucune influence. Par contre, un parapet de 2,0 m provoquera une diminution de 7,0 dB(A).

Dans ces conditions, au point n° 8 (chemin du Progrès), la diminution des niveaux sonores bruts sera de 8,9 dB(A) et au point n° 9 (La Greube), de 7,7 dB(A).

Représentations graphiques

La contribution du bruit du trafic au bruit ambiant est donnée en fonction du trafic horaire. Elle est donc indépendante d'un plan de charge: il est possible de connaître l'évolution circadienne des niveaux sonores si l'on connaît les profils du trafic.

Les niveaux sonores pour 0 véhicule par heure (v/h) correspondent aux niveaux sonores ambiants actuels. Sauf indication contraire, la courbe supérieure de chaque graphique correspond à une situation diurne, la courbe inférieure à une situation nocturne.

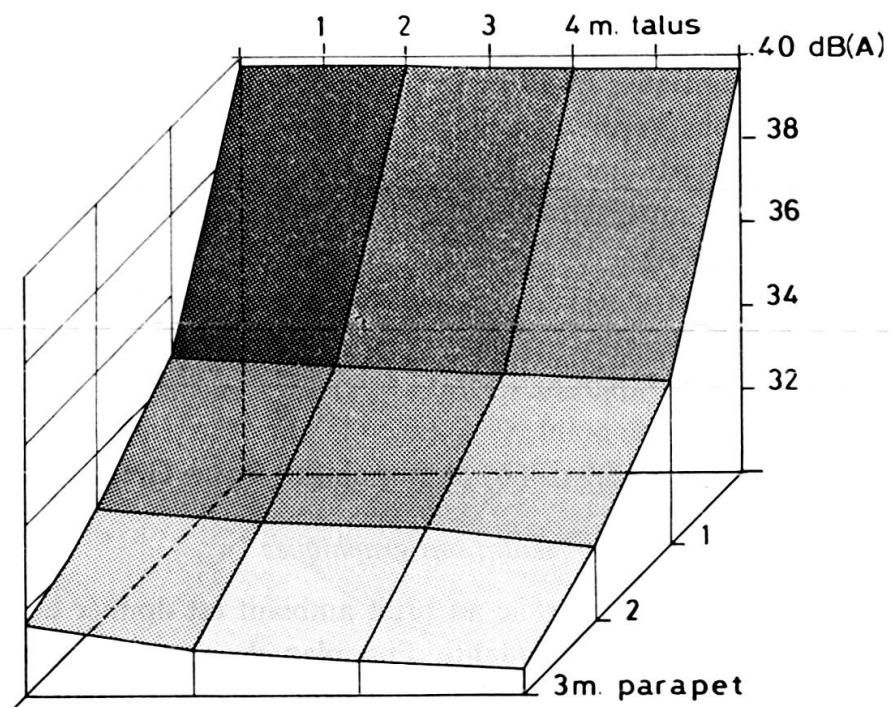
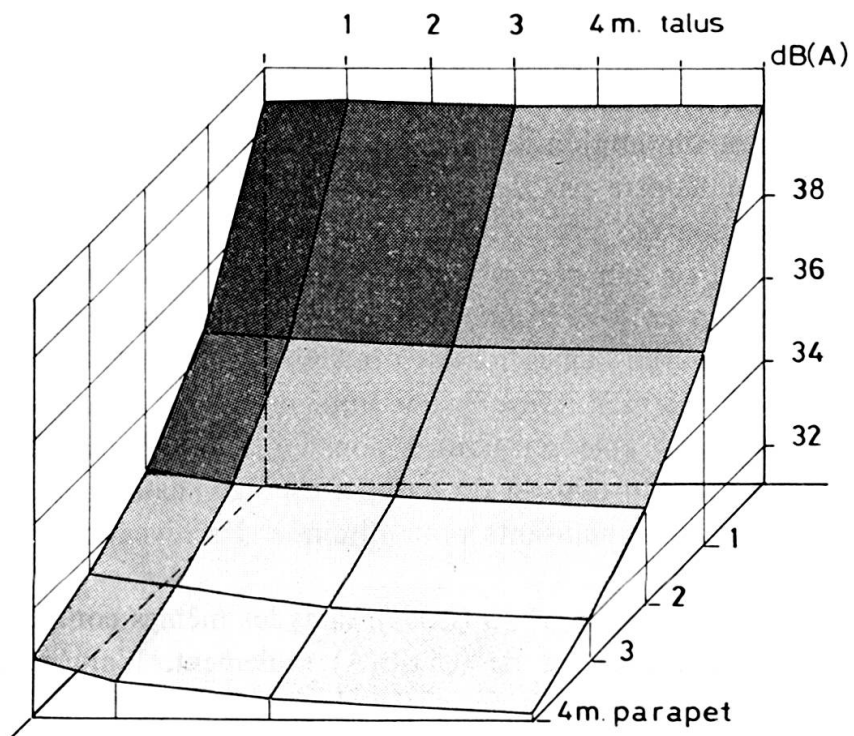


FIG. 15.

Variante 6F. Traversée du Rhône aménagement anti-bruit: Effet d'atténuation du bruit par un talus et un parapet:

a. point critique n° 15 (Loëx); b. point critique n° 14 (Aigues-Vertes).

TABLE VI

Niveaux sonores bruts $L_{\text{éq}}$ (dB(A)) produits par les variantes, 1B, 6F.
 Trafic 500 v/h, vitesse 100 km/h (contre-routes 80 km/h). Classification (+) selon la charge du bruit après aménagement.

Aucun impact +.
 Impact nocturne faible ++.
 Impact nocturne important +++.
 Impact diurne et nocturne important ++++.

N° Point critique	1B		6F	
	Bruit brut dB(A)	classe après aménagement	Bruit brut dB(A)	classe après aménagement
1 Coquelicots autoroute	50,2	+++	50,2	+++
1 Coquelicots contre-route	61,2	++++	61,2	++++
2 Avanchets	53,3	+++	53,3	+++
3 Renfile autoroute	32,8	+	27,9	+
3 Renfile contre-route	51,9	+++	51,9	+++
4 Ch. de l'Etang	53,0	+++	53,0	+++
5 Vernier Ecole	33,6	+	—	+
6 Chemin de Vernier	48,0	+++	36,4	++
7 Poussy	30,6	++	27,3	++
8 Chemin du Progrès	37,3	++	42,8	++
9 La Greube	39,5	++	49,8	++
10 Lignon I	46,4	++	44,0	++
11 Lignon II	41,8	++	—	+
12 Lignon III	41,8	++	43,5	++
13 Lignon IV	41,8	++	—	+
14 Aigues-Vertes	23,1	+	39,5	++
15 Loëx	39,9	++	40,2	++
16 Rouettes autoroute	37,1	++	37,1	++
16 Rouettes contre-route	31,4	+	31,4	+
17 Epineuses autoroute	34,6	++	34,6	++
17 Epineuses contre-route	34,1	++	34,1	++
18 St-Mathieu autoroute	28,2	+	28,2	+
18 St-Mathieu contre-route	37,9	++	37,9	++
19 Sous le Clos contre-route	35,4	++	35,4	++

L'interprétation des allures des courbes doit se faire de la manière suivante:

1. courbe horizontale et quasi droite: aucune perturbation ne sera créée par l'autoroute;
2. courbe en fonction du trafic de forte courbure: d'importantes perturbations existeront si l'on fait passer l'autoroute selon la variante considérée; l'atteinte à l'environnement diminue avec la courbure.

Notons, et cela est plus particulièrement valable de nuit, qu'une variation de niveau sonore de quelques décibels pour un trafic peu intense doit être considéré comme une gêne non négligeable.

Vernier-Bernex

La table VI donne la comparaison des niveaux sonores produits par un trafic de 500 v/h sur les divers points critiques. Seule la contribution du bruit d'origine autoroutière est prise en compte. De plus, une classification selon 1 à 4 «+» permet de déterminer dans quelle catégorie (de très bon à très médiocre) se trouvera chaque point critique. Pour cela, on a tenu compte des niveaux sonores ambiants actuels.

Variante 1B

Pour le point n° 1, seule la contre-route a été représentée graphiquement. La contribution du bruit du trafic autoroutier est négligeable. Il en va de même pour le point n° 3 où l'autoroute n'aura aucune influence.

Les points 16, 17, 18 et 19, communs aux deux variantes, sont donnés dans la figure 13c. Le point 5 (école du village de Vernier) ne sera en aucune circonstance soumis au bruit du trafic autoroutier.

Les diagrammes d'impact pour le tracé propre à la variante 1B sont donnés dans la figure 13a.

Variante 6F

La figure 13b donne l'impact du bruit autoroutier sur l'environnement. Pour les points 1, 2, 4, on se reportera à la figure 13a.

Comparaison des variantes 1B et 6F

Pour les points 1, 2 et 4, les deux variantes sont équivalentes. L'impact du bruit provenant de la contre-route au point n° 1 ne pourra être réduit par des mesures d'aménagement routier.

La situation est analogue pour le point n° 3: toute amélioration obtenue au niveau du tracé de l'autoroute en 6F est anihilée par celui de la contre-route. Au point n° 7 (Poussy), l'impact est faible.

Pour la variante 1B, au Château de Vernier (point n° 6), les mesures d'aménagement font qu'il ne sera pas perturbé de jour. Par contre, de nuit, un trafic horaire de l'ordre de 400 à 500 v/h provoquera une augmentation des niveaux sonores de 8 à 10 dB(A). Ce problème ne se pose pas pour la variante 6F.

Pour la variante 1B, au point n° 10 (Lignon I), les mesures d'aménagement font qu'il sera seulement perturbé la nuit. Pour un trafic horaire de l'ordre de 400 à 500 v/h, on comptera avec une augmentation des niveaux sonores de 3 dB(A) par rapport au niveau actuel.

Pour la variante 1B, la traversée des nants de la rive gauche du Rhône se fera en remblais. Les points n° 8 et 9 seront soumis à l'impact du bruit diffusé de ces ouvertures. Un prolongement du talus propre à l'autoroute de 6 m produira une

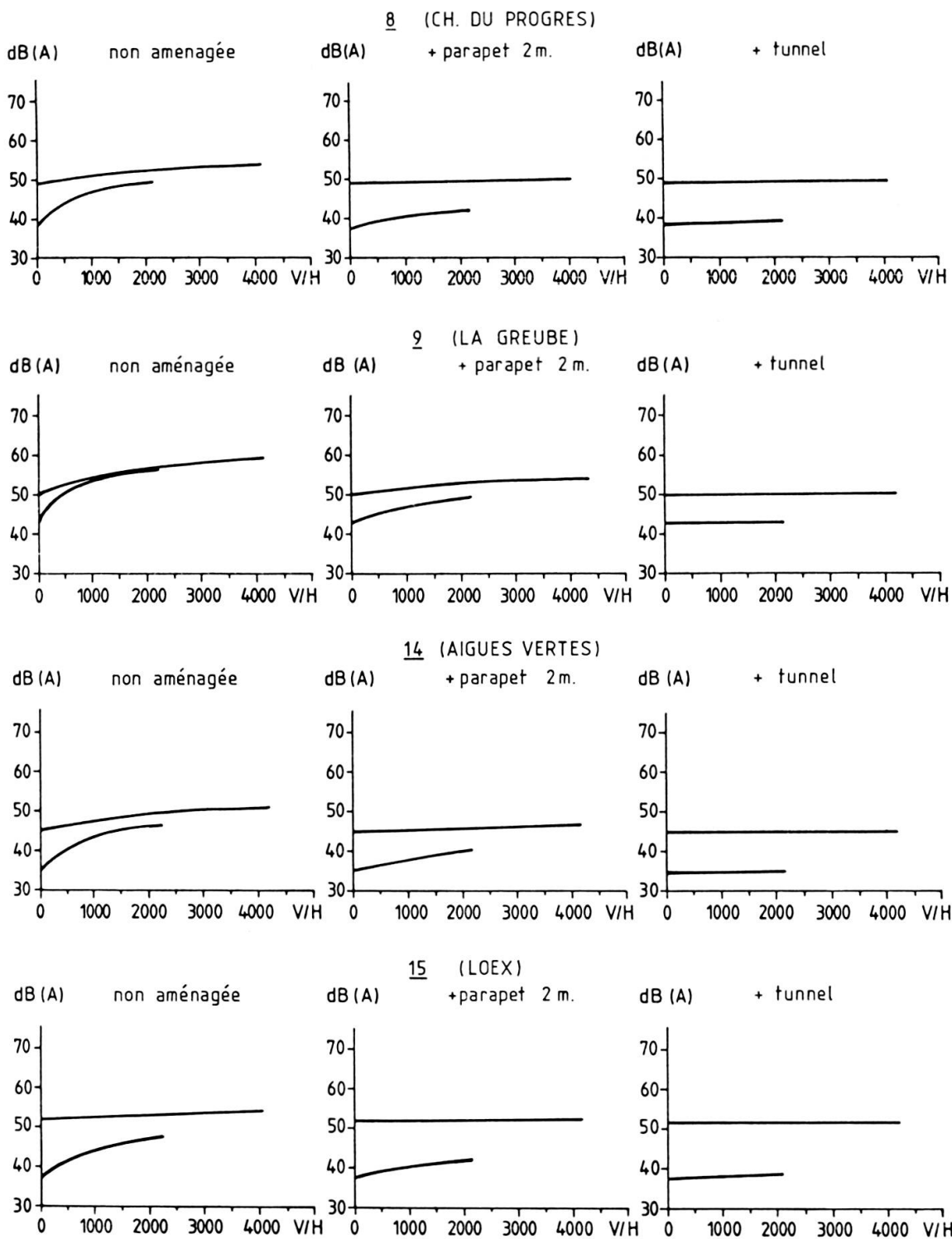


FIG. 16.

Variante 6F. Niveaux sonores calculés L_{eq} (dB(A)) avec deux types d'aménagement anti-bruit pour la traversée du Rhône: parapet et tunnel.

amélioration sensible au chemin du Progrès et à la Greube où le bruit d'impact ne sera plus guère perçu de nuit pour un trafic horaire inférieure à 400 v/h.

Un parapet de 2,0 m a été choisi comme protection anti-bruit optimale pour la traversée du Rhône dans le cas de la variante 6F. Le point n° 8 (chemin du Progrès) ne sera que très peu perturbé la nuit. Le point n° 9 (la Greube) ne sera plus perturbé (fig. 16).

L'impact du bruit sur les points n° 14 et 15 (Aigues-Vertes, Loëx) de la variante 1B est insignifiant. Avec l'aménagement prévu dans la variante 6F, le bruit sera perçu la nuit à Loëx. Pour Aigues-Vertes, il ne sera pas perçu de jour, très faiblement la nuit (fig. 16).

Pour la variante 6F, si l'on aménage le passage sur le Rhône en tunnel, pour des raisons de circulation ou pour des raisons de sécurité, l'impact du bruit sera insignifiant sur les points n° 8, 9, 14 et 15 (chemin du Progrès, la Greube, Aigues-Vertes, Loëx) (fig. 16).

Le tracé pour les variantes 1B ou 6F étant le même, au sud du Bois des Mouilles, il n'y a pas de comparaison possible. Notons que lorsqu'on s'approche du village de Bernex, le bruit provient essentiellement des contre-routes.

La variante 1B ou la variante 6F aménagées sont quasi équivalentes. Seul le point n° 6 (Château de Vernier) a une situation plus favorable dans la variante 6F que dans la variante 1B. Si l'on admet

- des parapets et des talus comme seules protections anti-bruit, pour la traversée du Rhône, la variante 1B a un léger avantage sur la variante 6F;
- la traversée du Rhône de la variante 6F en tunnel, il n'y a point de différence entre les variantes.

Confignon-Perly

Les résultats des calculs de bruit sont donnés dans la figure 17. La table VII donne les niveaux sonores bruts $L_{\text{éq}}$ dB(A).

TABLE VII

Niveaux sonores bruts $L_{\text{éq}}$ dB(A). Trafic 500 v/h, vitesse 100 km/h, classification selon l'impact sur l'environnement. Symboles : voir table VI.

N°	Point critique	Niveaux sonores bruts dB(A)	Catégorie (après l'aménagement)
20	Confignon	45,5	++++
21	Champs Blancs	38,4	+++
22	Les Mollex	31,2	++
23	Champ Budin	35,5	+
24	Arare	52,1	++++
25	La Mouille	35,4	++
26	Bardonnex	35,6	++

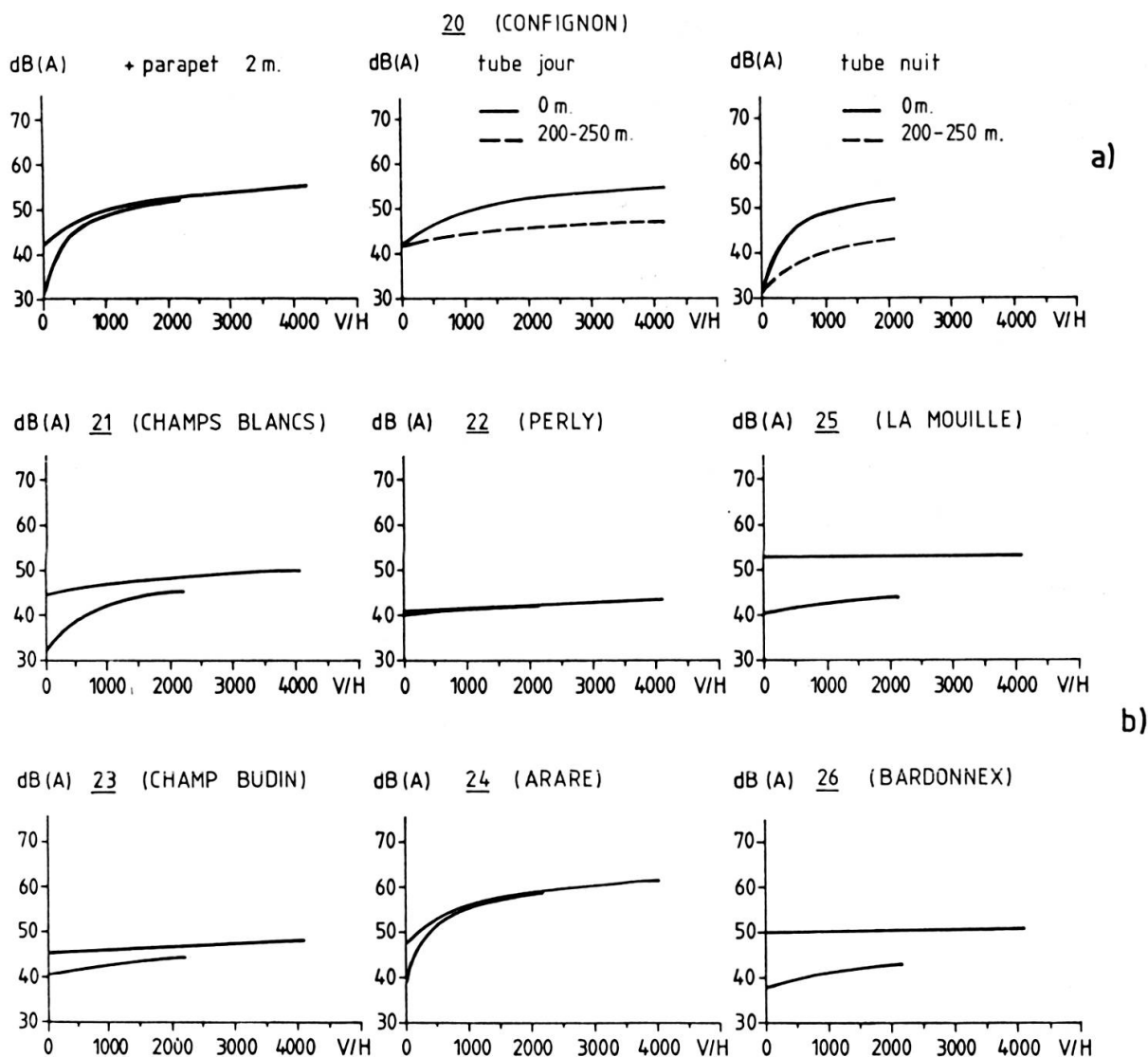


FIG. 17.

Niveaux sonores calculés L_{3q} (dB(A)) pour le tronçon Configignon-Perly.

Seuls les points n° 20 et 24 (Configignon et Arare) seront soumis à une augmentation notable des niveaux sonores.

En ce qui concerne le point n° 20 (Configignon), aucune mesure de protection efficace contre le bruit ne pourra être prise au niveau de l'aménagement autoroutier. Une partie du village de Configignon prend en enfilade le tracé. De plus, il est situé en élévation par rapport à lui.

Un aménagement consisterait en l'édification d'un parapet de deux mètres environ, sur le viaduc de l'Aire. Il aurait la même hauteur que les talus sur lesquels le viaduc prendra appui. La diminution des niveaux sonores bruts est de 1 dB(A) environ. L'efficacité de cette mesure en est minime.

Pour éviter que le point n° 20 soit perturbé par le bruit du trafic, on pourrait imaginer le prolongement du tunnel débouchant sur la plaine de l'Aire par un tube

de longueur variable. Les résultats des deux tests sont donnés à la figure 17a. Ils montrent que cette solution est inopérante. Les mesures de protection devront donc être envisagées au niveau des habitations.

En ce qui concerne Arare, le point critique n° 24 se trouve en surélévation de telle sorte que l'autoroute est visible sur plusieurs tronçons. Pour éviter l'impact du bruit, il est nécessaire de prévoir un certain nombre d'ouvrages de protection, notamment au niveau de l'échangeur.

Le problème est si complexe que la protection contre le bruit devra être envisagée au niveau de l'immission.

Evitement de Plan-les-Ouates

Les figures 18 et 19 donnent la contribution du bruit du trafic au bruit ambiant pour les deux variantes.

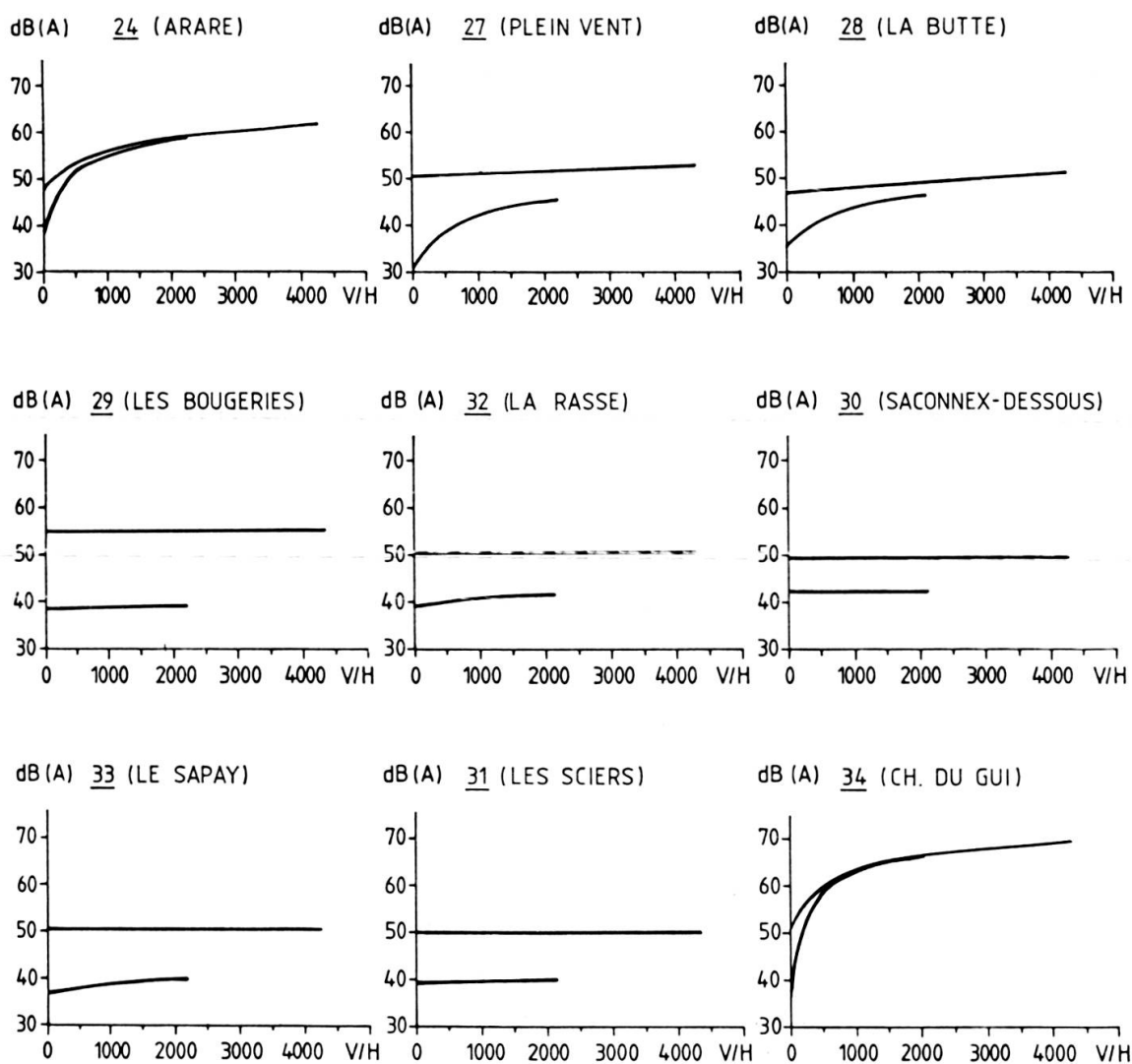


FIG. 18.

Evitement de Plan-les-Ouates. Variante « par le sud d'Arare ». Niveaux sonores calculés L_{eq} (dB(A)).

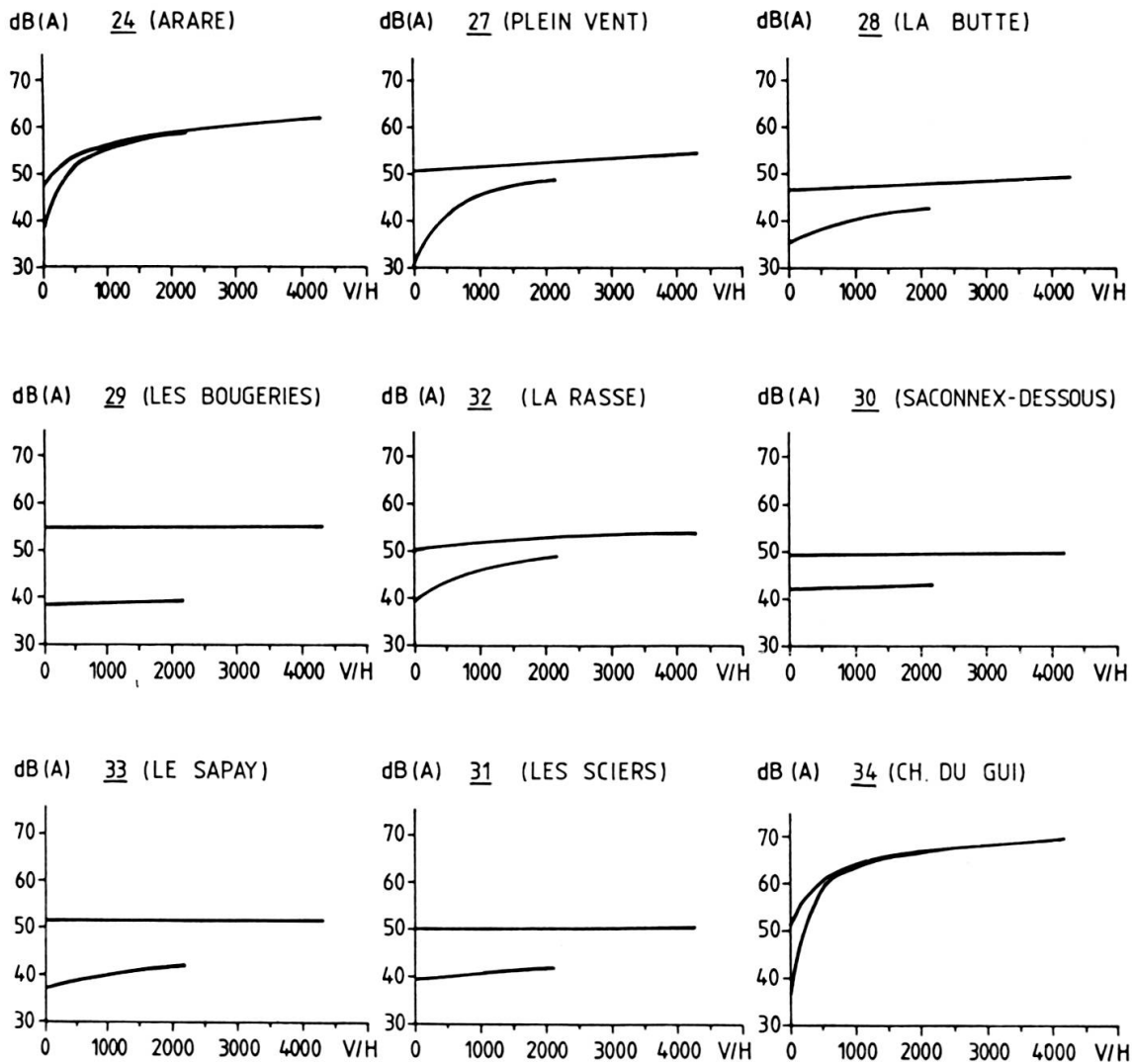


FIG. 19.

Évitement de Plan-les-Ouates. Variante «Par le Val des Vaulx». Niveaux sonores calculés L_{eq} (dB(A)).

La table VIII permet la comparaison des niveaux sonores bruts et la classification des points critiques.

TABLE VIII.

Evitement de Plan-les-Ouates. Niveaux sonores bruts L_{eq} dB(A) produits par les variantes par « le sud d'Arare » et par « le Val des Vaulx ». Trafic 500 v/h, vitesse 100 km/h : classification après l'aménagement.

N°	Point critique	sud d'Arare		Val des Vaulx	
		niveau sonore brut dB(A)	catégorie	niveau sonore brut dB(A)	catégorie
27	Plein Vent	42,1	++	39,0	++
28	La Butte	35,6	++	40,0	+++
29	Les Bougeries	26,4	+	24,8	+
30	Saconnex-Dessous	29,2	+	22,3	+
31	Les Sciers	31,5	+	27,1	+
32	La Rasse	41,9	++	32,3	++
33	Le Sapay	33,9	++	29,5	++
34	Chemin du Gui	60,3	++++	60,3	++++

D'une manière générale, la variante par le val des Vaulx provoquera moins de nuisances sonores que celle par le sud d'Arare. Le point n° 34 (chemin du Gui) aura la même charge de bruit. L'impact sonore sur le point n° 28 (la Butte) sera trois fois plus grand pour la variante du val des Vaulx que pour la seconde. Il y a peu de résidents à cet endroit. Le passage à travers Arare en tranchée couverte provoque une diminution de l'impact sonore jusqu'à Saconnex-Dessous.

CONCLUSION

Les comparaisons effectuées pour chaque tronçon particulier :

- Vernier-Bernex;
- Confignon-Perly;
- évitement de Plan-les-Ouates

amènent le lecteur à se demander quel serait le tracé idéal. Nous tentons d'y répondre.

Si des mesures idoines de protection contre le bruit sont prises, aussi bien pour la variante 6F que pour la variante 1B, l'impact du bruit sur l'environnement sera le même. Il est néanmoins nécessaire de tenir compte de la difficulté qu'il y aura à traverser le Rhône par temps de brouillard (réf. 8) d'une part et à l'impact des pollutions sur l'environnement, d'autre part.

Pour l'évitement de Plan-les-Ouates, la variante val des Vaulx perturbera moins l'environnement, quant à l'impact du bruit.

Ainsi, nous avons testé le modèle proposé. Il permet de calculer des niveaux sonores bruts. Des mesures de l'état zéro ont été effectuées. Ces deux éléments ont permis de prévoir l'impact réel résultant de la présence d'une route. Les diagrammes présentés mettent en évidence non seulement des niveaux sonores, mais encore la différence de niveaux par rapport au bruit ambiant actuel. Cette approche tient compte de la physiologie de la perception du bruit. L'approche globale effectuée ici ne tient pas compte des aspects techniques et de génie civil qui devront être examinés par des spécialistes.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Prediction of Traffic Noise: part 1, *Building Research Establishment Digest*, Digest 185, January 1976.
- [2] Etude de la diffusion des polluants du trafic automobile et du bruit à la rue des Deux-Ponts, Service de toxicologie industrielle, d'analyse de l'air et de protection contre le bruit, Genève, février 1979.
- [3] Rapport final de la Commission d'experts instituée par le Service fédéral des routes et des digues, Protection contre les atteintes nuisibles en bordure des routes nationales, Office central fédéral des imprimés et du matériel, Berne, annexe 5, 1974.
- [4] Commission fédérale pour l'évaluation des valeurs limites d'immission pour le bruit, 1^{er} rapport partiel, valeurs limites pour l'exposition au bruit du trafic routier, Office central fédéral des imprimés et du matériel, Berne, p. 14, juin 1979.
- [5] CROCKER, M. J. and A. J. PRICE, *Noise and Noise Control* (vol. I), CRC Press, p. 50, 1975.
- [6] COTTIER, J. P. Les autoroutes sur le territoire genevois: Où en sommes-nous? Ingénieurs et architectes suisses, *Bulletin technique de la Suisse Romande*, n° 17/79, août 1979, p. 187-206.
- [7] Commission de Développement du Canton de Genève, rapport sur le projet de loi 4922:
 - Projet de loi portant préavis du canton au projet général de la route nationale 1a, section 8, tronçons «Frontière française de Saint-Julien, voies CFF-SNCF Genève-La Plaine» et «Jonction de Perly-Voie-Centrale». Secrétariat du Grand Conseil de la République et Canton de Genève, 1979.
 - rapport 4468-A sur:
 - résolution sur l'autoroute de contournement de MM. Christian Grobet, Armand Magnin et Raoul Barhler.
- [8] CUPELIN, F. et J.-Cl. LANDRY, *Archives des Sciences*, (1980) vol. 33, fasc. 1.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont à M^{me} J. Jaccard, M. J. Sidler, M. Ph. Stoll pour leur collaboration technique, à M. P. Andrey, M. J.-B. Varone, M. I. Vasarhelyi, M. J.-P. Cottier et M. G. Joss, architectes et ingénieur civil, pour les discussions fructueuses que nous avons eues avec eux.

