

**INFLUENCE DE LA DYNAMIQUE ET DE LA COMPOSITION
SPECTRALE SUR LA GENE RESULTANT DANS UN LOGEMENT,
EN PRESENCE D'ECHANTILLONS DE BRUITS DE CIRCULATION
REPRODUITS A NIVEAU EQUIVALENT CONSTANT**

par
Jean-Gabriel Migneron
Marc Asselineau
Bénédicte Louvigné

Laboratoire d'Acoustique et
Centre de recherches en aménagement et en développement
1624 pavillon Félix-Antoine-Savard
Université Laval
Ste-Foy, Québec
G1K 7P4

Résumé:

Le choix d'enregistrements de bruit routier de distributions statistiques différentes et l'utilisation d'un compresseur ou d'un expanseur, ont permis de recréer en Laboratoire diverses situations environnementales derrière un échantillon de façade. Lors de ces expériences, menées à niveau équivalent constant, ont été étudiées l'influence de la dynamique résultante dans un logement, suivant différentes conditions d'ouverture de la fenêtre, ainsi que celle de la pente de l'isolation procurée par l'échantillon de façade. Les résultats très cohérents obtenus pour les gênes exprimées par les participants montrent bien les faiblesses de l'emploi systématique du seul niveau Leq comme descripteur de l'environnement.

Abstract:

With the aim of reproducing in laboratory conditions the transmission process and the annoyance of a traffic noise through a regular housing façade sample with a window frame, the authors have used traffic noise records with different statistical distributions and electronic devices as compressor, dynamic range processor and spectrum shaper. These experiments, conducted with a constant equivalent level on frontage, have permitted to obtain the reactions of groups subjects with different noise level dynamic ranges and different opening conditions of the window. The effects of the slope of the transmission loss of the façade sample have also been studied with a constant internal equivalent level. The coherent results obtained on the scale of annoyance clearly indicate the weakness of the generalized use of Leq level for the only one descriptor of the environment.

1. INTRODUCTION

La dynamique des niveaux de bruit communautaire a fait l'objet d'une étude extensive dans la période 1965-75, suite notamment aux travaux londonniens du "Committee on the problem of noise" et à l'apparition de dispositifs simples pour l'analyse de la distribution statistique [1]. Ces travaux ont culminé dans les années 70, avec les recherches parallèles de la B.R.S. en Grande-Bretagne et du C.S.T.B. en France, et la publication de la norme ISO R1996. Qu'on pense simplement à la floraison d'indices de bruit basés sur l'étendue de la dynamique comme le TNI ("*Transportation Noise Index*") de Griffiths et Langdon ou bien aux savantes études de gêne de Aubrée, Auzou et Rapin [2, 3].

Paradoxalement, alors que les outils analytiques s'affirmaient, on a vu depuis lors un net recul des paramètres statistiques de niveau de bruit au profit de l'emploi généralisé du seul niveau continu équivalent Leq , tant en ce qui concerne la métrologie, les normes et les législations, que la modélisation et les études d'impact [4, 5]. Les recherches présentées ici tendent à démontrer que la gêne ressentie dans les logements évolue de façon beaucoup plus délicate qu'il n'y paraît au premier abord et que le niveau continu équivalent n'est peut-être pas le seul descripteur nécessaire et suffisant pour cerner tous les aspects de la nuisance du bruit de la circulation. D'ailleurs, de nombreux relevés sur le terrain et dans des logements voisins des principaux axes de circulation de la Région de Québec nous avaient laissé entrevoir dès 1982 la complexité du problème [6, 7].

2. ETUDE EN LABORATOIRE RELATIVE A LA PERCEPTION DE LA DYNAMIQUE DU BRUIT DE LA CIRCULATION AUTOMOBILE ET A SON EVOLUTION AU TRAVERS D'UNE FACADE

2.1 Dispositif expérimental

Cette étude réalisée au Laboratoire d'acoustique de l'Université Laval fait suite à une analyse détaillée des caractéristiques physiques de l'isolement acoustique d'un échantillon de façade. Du côté source, le dispositif expérimental retenu a permis de contrôler à la fois le niveau de pression, la composition spectrale, la dynamique et la directivité. Ces derniers paramètres ayant été ajustés par intensimétrie, de façon à obtenir un champ acoustique normal [8].

Du côté récepteur, la petite chambre réverbérante du Laboratoire a été traitée avec des matériaux absorbants (plafond suspendu et panneaux muraux), de façon à réduire son temps de réverbération aux environs de 0,5 s; ceci à la fois pour permettre des mesures intensimétriques de dispersion et pour accommoder les personnes participant aux tests de perception (voir Fig. n° 1). Le niveau de bruit de fond contrôlable a été obtenu à l'aide de quatre enceintes acoustiques balancées individuellement et installées dans le plafond suspendu (spectre calibré conformément aux courbes NR).

2.2 Expériences de perception à niveau équivalent constant en façade

Les niveaux de six rubans échantillons de circulation routière (d'une demi-heure chacun) ont été ajustés à la reproduction de façon à obtenir un niveau continu équivalent $Leq = 65 \text{ dB(A)}$, tel que relevé à 0,60 m de l'échantillon de fenêtre. Au cours des expériences les

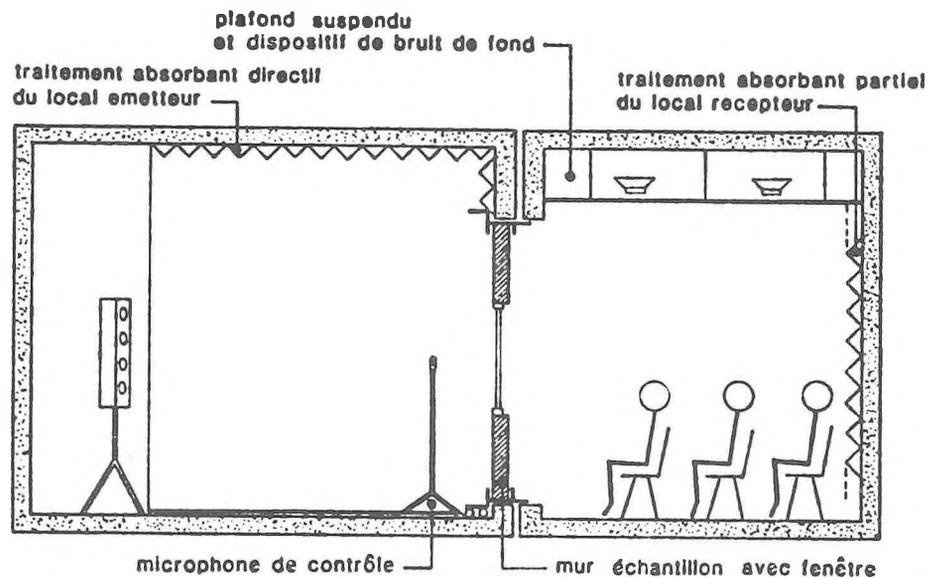


FIGURE N° 1: Dispositif expérimental utilisé.

spectres émis ont été constamment visualisés sur un analyseur en temps réel ("B & K" 2131) et le comptage statistique des niveaux (notamment l'affichage du niveau Leq) contrôlé à l'aide d'un analyseur statistique ("B & K" 4426). Il a été tout d'abord vérifié que la distribution statistique réelle des niveaux de bruit, relevée au cours des enregistrements en bordure des voies de circulation, puisse être reproduite intégralement devant l'échantillon de façade. Les six rubans retenus correspondaient à des trafics routiers compris entre 670 et 5972 v/h, avec des pourcentages de poids lourds compris entre 1,4% et 12,5%. Quant à la dynamique totale, elle s'étendait de 17,3 à 43,3 dB(A) pour l'écart L1% - L99% (16,8 à 35 avec les niveaux équivalents égalisés à 65 dB(A)).

Deux modes ont été simulés autour de cette dynamique dite "normale" d'un même échantillon de bruit routier, soit la "compression" et l'"expansion", ces deux autres distributions des niveaux de bruit ayant été obtenues électroniquement (expandeur "Heath" AD-1706, et

compresseur "Orban" 412A) (voir Fig. n° 2). Pour tous les échantillons, les circuits d'amplification et de commutation ont été calibrés de façon à assurer la constance du niveau L_{eq} en façade. A titre d'exemple, les résultats des niveaux statistiques obtenus à l'intérieur du logement fenêtre fermée font l'objet du Tableau n° 1.

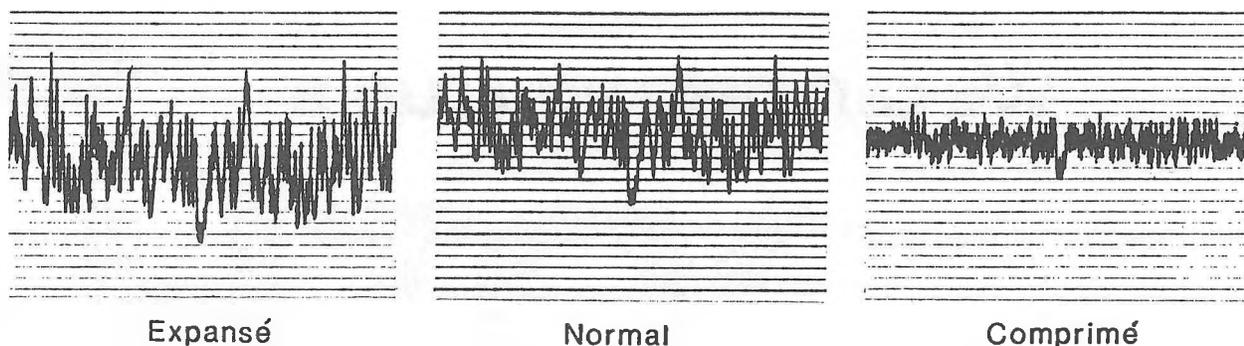
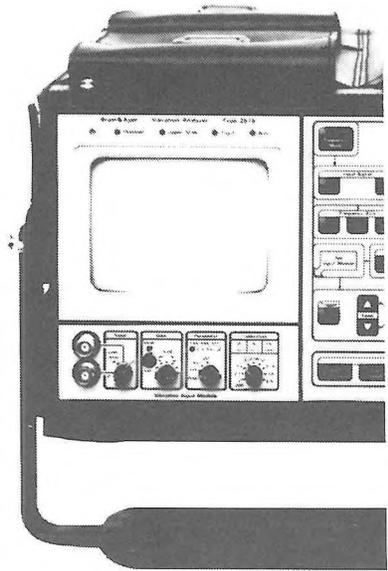


FIGURE n° 2: Effet de la compression et de l'expansion

2.3 Interprétation des résultats suivant les individus

L'incidence des différentes dynamiques a tout d'abord été étudiée, pour les six échantillons de bruit, par l'intermédiaire de tests d'écoute dont les résultats ont été ensuite comparés aux mesures acoustiques; les sujets testés devant exprimer leur évaluation des modes "comprimé" et "expansé" en comparaison avec le ruban normal. Les bandes étant écoutées les unes à la suite des autres, les sujets ont pu se repérer au mode normal de la bande précédente pour débiter l'évaluation d'une nouvelle bande. Il leur est demandé:

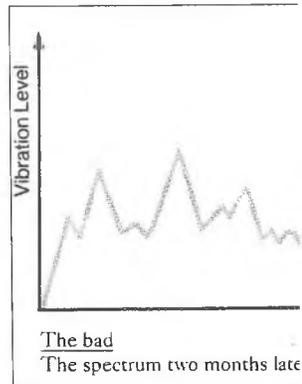
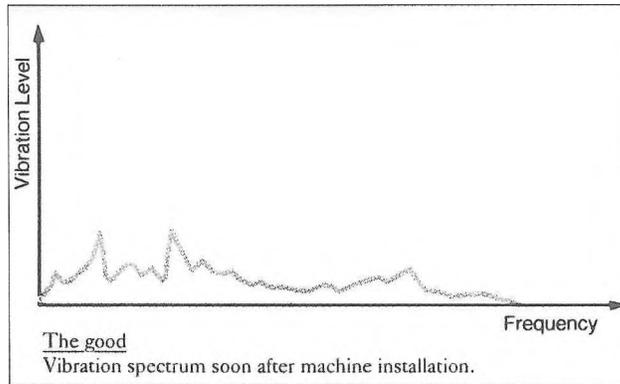
- de quantifier leur gêne par un chiffre allant de 1 à 7 (de l'environnement sonore le plus acceptable à celui le plus dérangeant),



We can help you run a

SMOOTH C

The **Bruel & Kjaer** concept of speed corrected regular vibration measurement is a valuable factor in predicting the time when machine repair is needed.



A comprehensive system of predictive maintenance procedures can save where it counts, the bottom line. Our systems monitor potential trouble points in any industrial installations which use rotating machinery.

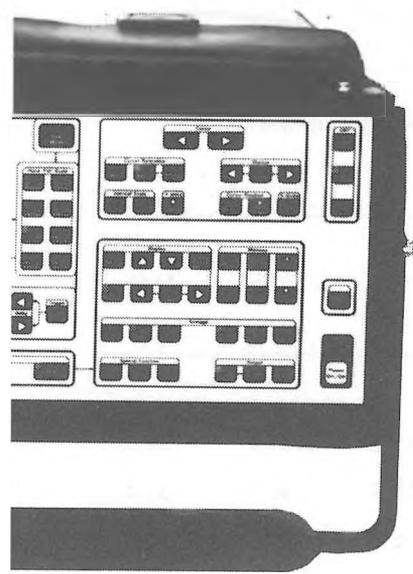
The systems are frequently able to determine just what parts are wearing out and about to break down. Parts can then be ordered in advance and stocked so that repairs can be carried out rapidly and efficiently.

The systems are so precise they will take into account speed changes between

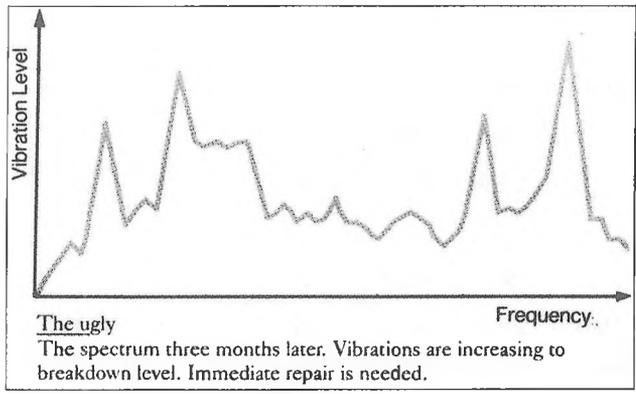
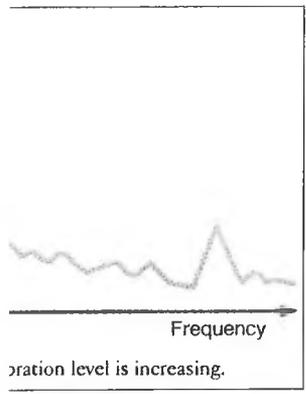
measurements, changes that otherwise cause false

A warning list is available, showing development trend analysis is provided when an unacceptable level will be reached.

This inexpensive concept is ideal for machinery including pulp and paper power generation systems and all types of installations.



OPERATION



ages which can
by readings.
able to be printed
ping faults and a
uced, predicting
ble vibration level

Brüel & Kjær Brüel & Kjær Canada Ltd.

HEAD OFFICE: 90 Leacock Road · Pointe Claire, Québec H9R 1H1 · Tel.: (514) 695-8225 · Telex: 05-821691 · Fax: (514) 695-4808
 OTTAWA: Merivale Bldg. · 7 Slack Road, Unit 4 · Ottawa, Ontario K2G 0B7 · Tel.: (613) 225-7648
 TORONTO: 6155 Tomken Rd., Unit 8 · Mississauga, Ontario L5T 1X3 · Tel.: (416) 677-5472 · Telex: 06-968136
 WINNIPEG: 1313, Border Street, Suite 77 · Winnipeg, Manitoba R3H 0X4 · Tel.: (204) 694-2884 · Telex: 04-357517
 EDMONTON: 10335 - 172nd Street, Suite 205 · Edmonton, Alta. T5S 1K9 · Tel.: (403) 484-4228 · Telex: 04-357517
 RICHMOND: 5520 Minoru Blvd., Room 202 · Richmond, B.C. V6X 2A9 · Tel.: (604) 278-4257 · Telex: 04-357517

Easy to use con-
industries in-
per, mining, steel,
pipelines, water
of marine

TABLEAU N° 1: Caractéristiques des échantillons de bruit routier tels que mesurés dans le local fenêtre fermée.

Echantillon n°	Mode	Leq	L1%	L10%	L50%	L90%	L99%	1%-99%	10%-90%	TNI	NPL	NBS
1	C	33.4	38.0	35.3	33.3	31.3	29.3	8.7	4.0	17.3	37.4	35.3
	N	31.9	40.3	34.8	30.0	26.0	24.0	16.3	8.8	31.2	40.7	34.4
	E	33.8	43.0	36.5	30.5	26.5	25.5	17.5	10.0	36.5	43.8	35.5
2	C	31.6	36.0	33.3	31.3	30.3	29.5	6.5	3.0	12.3	34.6	32.8
	N	31.8	38.8	33.8	30.8	29.3	28.8	10.0	4.5	17.3	36.3	33.0
	E	33.1	42.8	35.8	30.0	27.5	26.5	16.3	8.3	30.7	41.4	34.1
3	C	31.8	36.8	33.5	31.3	30.0	29.0	7.8	3.5	14.0	35.3	32.5
	N	29.8	37.8	33.0	27.8	25.0	24.0	13.8	8.0	27.0	37.8	31.8
	E	32.4	42.3	35.3	28.8	26.3	25.5	16.8	9.0	32.3	41.4	33.3
4	C	30.2	36.3	33.3	29.5	25.8	24.8	11.5	7.5	25.8	37.9	33.2
	N	36.8	39.3	31.8	26.3	25.0	24.0	15.3	6.8	22.2	43.6	29.7
	E	30.6	42.3	31.3	25.3	24.5	24.0	18.3	6.8	21.7	37.4	28.7
5	C	31.8	37.3	33.3	31.3	29.8	28.8	8.5	3.5	13.8	35.3	33.0
	N	32.0	41.3	34.3	29.8	27.0	25.5	15.8	7.3	26.2	39.3	33.4
	E	33.6	44.5	35.0	29.3	26.3	24.8	19.7	8.7	31.1	42.3	33.6
6	C	33.3	38.3	35.5	33.0	31.3	29.5	8.8	4.2	18.1	37.5	35.1
	N	32.9	42.3	35.8	30.3	27.3	26.0	16.3	8.5	31.3	41.4	34.5
	E	33.8	44.8	36.5	29.5	26.3	25.3	19.5	10.2	37.1	44.0	34.6

- et d'estimer, telles qu'ils peuvent les percevoir, les variations de vitesse, de proximité et de débit.

Au total 28 personnes ont participé aux différents tests d'écoute, néanmoins, suivant les expériences, la compilation statistique finale peut porter sur un nombre légèrement inférieur de répondants. Les participants ont écouté les six échantillons de bruit en situation passive (écoute attentive), par groupe de cinq personnes au maximum de façon à ne pas trop s'influencer mutuellement (ils avaient tous subi préalablement un test audiométrique). Les rubans ont été diffusés pour chaque groupe selon un ordre d'écoute quelconque. Les échantillons de bruit ont défilé au moins le temps nécessaire pour que l'ensemble des personnes présentes puisse noter les résultats perçus (de 3 à 5 minutes). D'autre part, entre les changements de mode, de "comprimé" à "expansé", on a permis aux participants de réentendre le ruban normal de façon à ce qu'ils puissent exercer au mieux leur jugement.

Au dépouillement des tests, on observe tout d'abord qu'une hiérarchie de la gêne s'établit pour chaque échantillon, que cette hiérarchie diffère suivant l'échantillon, et aussi qu'elle peut différer suivant les individus. Pour une même ouverture de fenêtre, les niveaux Leq étant maintenus constants en façade, les différences de gêne observées sont entièrement dépendantes des différences de dynamique du bruit. L'écart type moyen des notes brutes attribuées par les sujets pour trois positions de la fenêtre diminue légèrement de la fenêtre fermée à la fenêtre complètement ouverte: plus la fenêtre est ouverte et moins les résultats de gêne sont dispersés. La configuration de la fenêtre fermée est la plus délicate à traiter, puisque la perception du bruit semble plus ténue et l'évaluation de la gêne plus subtile.

Les résultats du Tableau n° 2, qui concernent le cas de la fenêtre fermée, montrent qu'une partie des sujets est sensible à la dynamique (le mode "expansé" les gêne), alors que

TABLEAU N° 2: Notes moyennes distribuées par les trois groupes de tendances dans la configuration "fenêtre fermée". Les groupes "Compressé", "Expansé" et "Indécis" représentent respectivement 55, 25 et 20 % de l'effectif total des sujets.

Echantillon n°	Mode de reproduction	Notes de gêne fenêtre fermée						
		Groupes préférant les modes "Compressé" ou "Expansé"			"Indécis"			
		moy.	sn	sb	moy.	sn	sb	moy.
1	C	2.1	0.88	0.90	3.9	1.05	0.80	4.0
	N	2.4	0.33	1.01	3.3	0.45	0.75	3.5
	E	3.3	0.75	1.48	2.4	1.36	0.86	4.8
2	C	2.4	0.75	1.29	4.2	1.30	1.16	3.8
	N	2.9	0.75	1.67	3.8	0.75	1.16	3.8
	E	3.6	1.04	20.3	3.2	1.01	0.75	4.2
3	C	2.3	0.73	1.13	3.7	1.02	1.07	2.8
	N	3.0	0.61	1.18	3.8	0.93	0.67	3.5
	E	5.3	0.73	1.30	2.7	1.06	1.16	3.0
4	C	2.2	0.88	0.97	4.2	0.47	0.97	2.8
	N	2.6	0.68	1.18	4.0	0.75	1.41	3.7
	E	3.0	0.85	1.87	4.1	0.80	1.35	4.5
5	C	1.8	0.75	0.81	4.4	0.31	0.44	4.3
	N	1.6	0.54	0.93	2.7	0.62	1.01	3.5
	E	1.9	0.67	0.93	1.4	1.00	1.46	3.0
6	C	2.4	0.75	1.14	4.9	0.70	1.20	3.3
	N	2.5	0.71	1.23	3.9	0.65	1.11	3.0
	E	3.2	0.91	1.46	3.6	0.59	0.80	3.8
Moyenne des six échantillons	C	2.2			4.2			3.5
	N	2.5			3.6			3.5
	E	3.4			2.9			4.0

l'autre est sensible à la densité de bruit (ils préfèrent le mode "expansé") et qu'il reste finalement une faible proportion d' "indécis".

La Figure n° 3 illustre la différence de comportement de ces trois groupes: les personnes qui préfèrent le mode "comprimé" voient leur gêne croître avec la dynamique, alors que celles qui préfèrent le mode "expansé" se montrent sensibles au niveau de bruit de fond, qui est en général d'autant plus bas que la dynamique est importante. Quant aux "indécis", leur gêne ne semble pas liée de manière simple aux caractéristiques statistiques du niveau de bruit. Cette figure schématise en quelque sorte, pour chacune des situations, l'évolution des notes de gêne de chacun de ces trois groupes en fonction de la dynamique. Compte tenu des pourcentages relatifs, qui s'établissent à 55% de "comprimés", 20% d' "indécis", et 25% d'"expansés", la gêne moyenne de l'ensemble des sujets reflète fortement celle du groupe des personnes sensibles à une forte dynamique (voir Tableau n° 3). On peut noter que les "indécis" ont un comportement qui tend à se rapprocher des "comprimés" lorsque la fenêtre est fermée ou entr'ouverte, mais qu'ils tendent plutôt à se rapprocher des "expansés" lorsque la fenêtre est grande ouverte, c'est-à-dire lorsque le bruit est le plus fort, et également le plus reconnaissable.

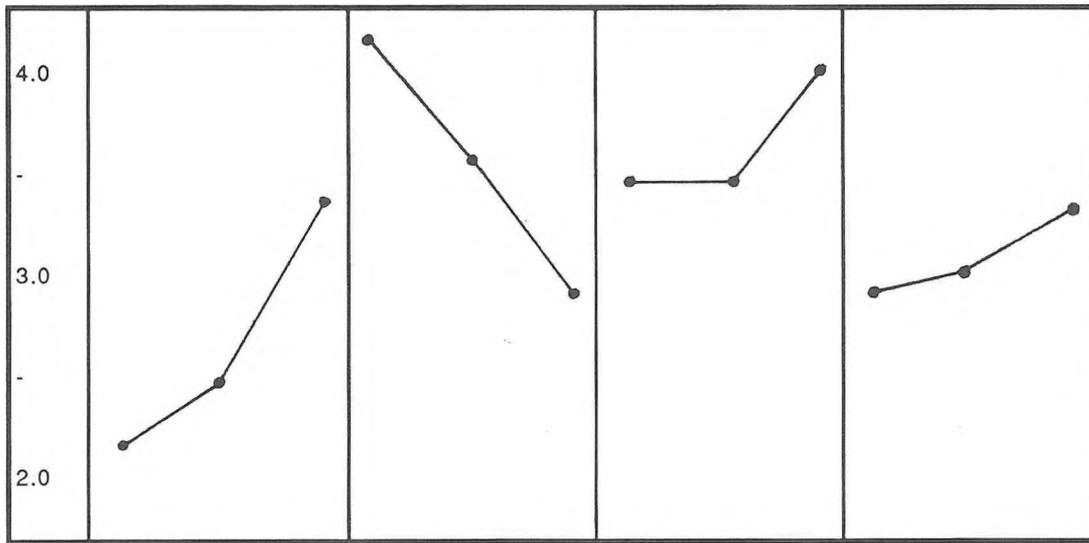
On peut mentionner finalement à propos des Tableaux n° 2 et 3, les écarts type sont indiqués de deux manières, soit sur les réponses brutes et sur les réponses normalisées. Dans la mesure où il ne nous intéressait pas de prouver que la gêne apparaissait toujours plus forte fenêtre ouverte que fenêtre fermée, il a été possible de normaliser les réponses en attribuant systématiquement une note moyenne de gêne de 4 pour les six rubans écoutés en mode normal par chacune des personnes, quelle que soit l'ouverture de la fenêtre (toutes les notes ayant été ajustées en conséquence pour les trois expériences et pour chaque répondant). On constate que les écarts type sont généralement plus petits (souvent bien inférieurs à l'unité) et les réponses de ce fait plus cohérentes en fonction de la dynamique.

Préférant le mode:
Compressé

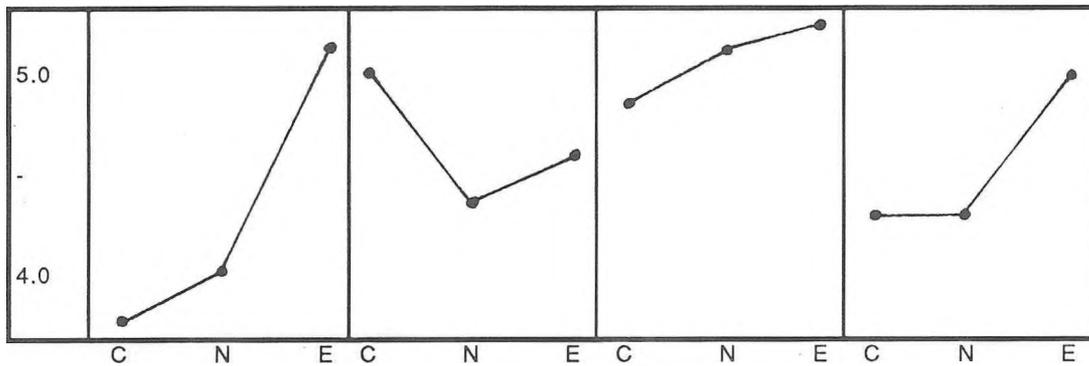
Expansé

Indécis

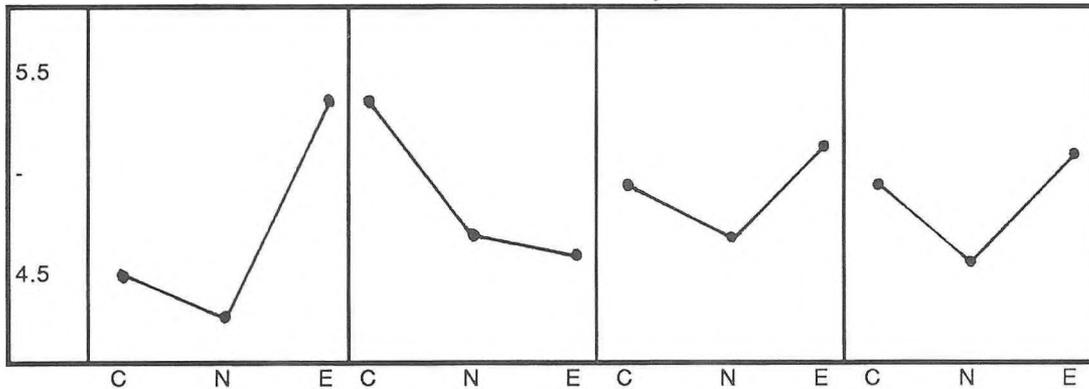
Total



gêne
fenêtre
fermée



gêne
fenêtre
entr'ouverte



gêne
fenêtre
ouverte

Reproduction (C)omprimée, (N)ormale ou (E)xpansée

FIGURE N° 3: Tendances de notation de chacun des trois groupes de sujets, et tendance de l'ensemble, pour chaque position de fenêtre testée.

TABLEAU N° 3: Notes moyennes de gêne distribuées par l'ensemble des sujets.

Echantillon n°	Mode de reproduction	Position de la fenêtre					
		Fermée		Entr'ouverte (15°)		Ouvverte (90°)	
		moy.	σ	moy.	σ	moy.	σ
1	C	2.9	1.11	4.2	1.03	4.7	0.88
	N	2.8	0.43	4.4	0.83	4.4	0.54
	E	3.4	1.34	5.1	1.04	4.8	1.22
2	C	3.1	0.93	4.2	1.06	5.0	0.78
	N	3.3	0.75	4.3	0.45	4.6	0.70
	E	3.6	1.10	4.9	0.99	5.0	0.94
3	C	2.7	0.84	4.6	1.02	5.1	0.76
	N	3.3	0.74	4.8	0.91	5.2	0.71
	E	3.2	1.26	5.5	0.96	6.0	0.97
4	C	2.8	1.02	4.3	0.81	4.9	0.76
	N	3.1	0.76	4.6	1.16	5.1	0.94
	E	3.7	0.84	5.1	1.10	5.3	1.11
5	C	3.0	0.97	4.3	0.90	4.9	0.73
	N	2.3	0.68	3.6	0.78	4.2	0.76
	E	2.1	1.07	4.3	0.79	4.9	0.95
6	C	3.2	0.92	4.2	0.87	4.8	0.75
	N	3.0	0.75	4.0	0.63	4.2	0.58
	E	3.4	0.88	4.6	1.33	4.4	0.61
Moyenne des six échantillons	C	2.9		4.3		4.9	
	N	3.0		4.3		4.6	
	E	3.3		4.9		5.1	

En ce qui concerne l'incidence de la variation de dynamique sur le comportement psychoperceptif, l'unanimité semble faite: les notes attribuées par l'ensemble des sujets à l'augmentation relative des vitesses, proximité et débits pour les modes "comprimé" et "expansé" par rapport au mode normal, montrent que l'expansion du signal crée l'impression d'un rapprochement des véhicules et, surtout, une sensation d'augmentation de vitesse. Par contre, la compression du signal provoque une sensation nette d'augmentation du débit de circulation. Ces résultats sont présentés dans le Tableau n° 4. (Dans ce cas-ci, les notes accordées sont sur 5 points avec une moyenne d'indifférence égale à 3).

Lors d'une reproduction en mode expansé, le niveau des pointes augmente, de sorte que la base de temps semble diminuer: l'individu interprète cette variation comme une augmentation de la vitesse. Par contre, lors d'une reproduction en mode comprimé, l'importante réduction de dynamique par rapport au mode normal fait que l'individu assimile l'échantillon sonore à un bruit de voie de circulation à plus fort débit. Contrairement aux reproductions en mode expansé, les périodes de relaxation - correspondant à des intervalles à faible bruit de fond tels que ceux existant entre le passage de deux véhicules consécutifs - sont très courtes, voire inexistantes; ce qui influe sur la perception du bruit et sur le degré de gêne qui s'ensuit. Il convient d'ajouter que lors de ces expériences, même s'il s'agit d'une source monophonique, l'oreille et la perception temporelle ajoutent une dimension spatiale très précise et bien identifiable, du fait du réalisme des mécanismes de transmission au travers de l'échantillon de façade.

TABLEAU N° 4: Impression psychoperceptive en fonction de la modification de la dynamique (notes moyennes)

Impression de	Mode de reproduction	Fenêtre fermée	Fenêtre entr'ouverte	Fenêtre ouverte
"Vitesse"	Compressé	2.90	2.92	2.80
	Expansé	3.26	3.30	3.34
"Proximité"	Compressé	3.07	3.20	2.69
	Expansé	3.49	3.20	3.31
"Débit"	Compressé	3.37	3.69	3.58
	Expansé	2.76	2.78	2.94

3. TESTS DE PERCEPTION À NIVEAU CONTINU EQUIVALENT CONSTANT AVEC CHANGEMENT DE LA COMPOSITION SPECTRALE

Un changement de pente d'isolation de l'échantillon de façade a été simulé en modifiant à l'émission la pente du bruit routier au moyen d'un égalisateur inséré dans la chaîne d'amplification ("Orban" 672A). Celle-ci a été réglée de manière à permettre la reproduction de trois des six échantillons de bruit routier précédents, en introduisant ou non une pente de -6 dB/octave ou +6 dB/octave et en maintenant constant le niveau continu équivalent dans le local récepteur. Afin de permettre une bonne reconnaissance des signaux extérieurs, la valeur de ce niveau intérieur a été prise égale à 45 dB(A). Le Tableau n° 5 indique les valeurs des paramètres statistiques obtenus dans ces conditions à l'intérieur du local, pour les trois échantillons reproduits avec les trois pentes précitées. Les spectres correspondant font l'objet de la Figure n° 4 (comme on peut le constater dans ce Tableau, le calage du niveau Leq est particulièrement délicat dans ces conditions expérimentales).

Tous les sujets participant au test ont été unanimes à estimer que la gêne évolue à l'inverse de la pente, comme le montre le Tableau n° 6. L'introduction d'une pente négative est perçue par les sujets comme un accroissement du pourcentage de véhicules lourds, avec une réduction de vitesse qui est jugée d'autant plus importante que le pourcentage réel de véhicules lourds est faible. Au contraire, l'introduction d'une pente positive est ressentie comme une diminution de la densité de circulation, accompagnée d'un relèvement de vitesse. En outre, du fait de l'importance attribuée aux hautes fréquences dans cette configuration, les sujets ont la sensation d'entendre les véhicules rouler sur une chaussée mouillée (comme précédemment, la gêne globale est notée sur 7 points et les impressions sur 5 points).

TABEAU N° 5: Caractéristiques des échantillons de bruit routier reproduits avec une pente, telles que relevées à l'intérieur du logement.

Echantillon n°	Pente de fréquence introduite	Leq	L1%	L10%	L50%	L90%	L99%	1%-99%	10%-90%
2	+	45.7	53.8	49.0	44.0	39.8	37.0	16.8	9.2
	0	45.6	54.3	49.0	42.8	38.8	36.0	18.3	10.2
	-	45.8	54.8	49.0	43.5	39.0	36.5	18.3	10.0
4	+	45.7	55.8	51.0	39.3	29.3	27.8	28.0	21.7
	0	45.7	56.8	49.5	39.5	34.3	33.5	23.8	15.0
	-	45.7	57.3	49.3	38.8	34.3	33.5	23.8	15.0
5	+	44.9	52.8	48.3	43.0	38.5	35.8	17.0	9.8
	0	44.9	53.8	47.5	42.3	38.5	35.0	18.8	9.0
	-	45.0	53.8	47.8	42.5	39.5	36.3	17.5	8.3

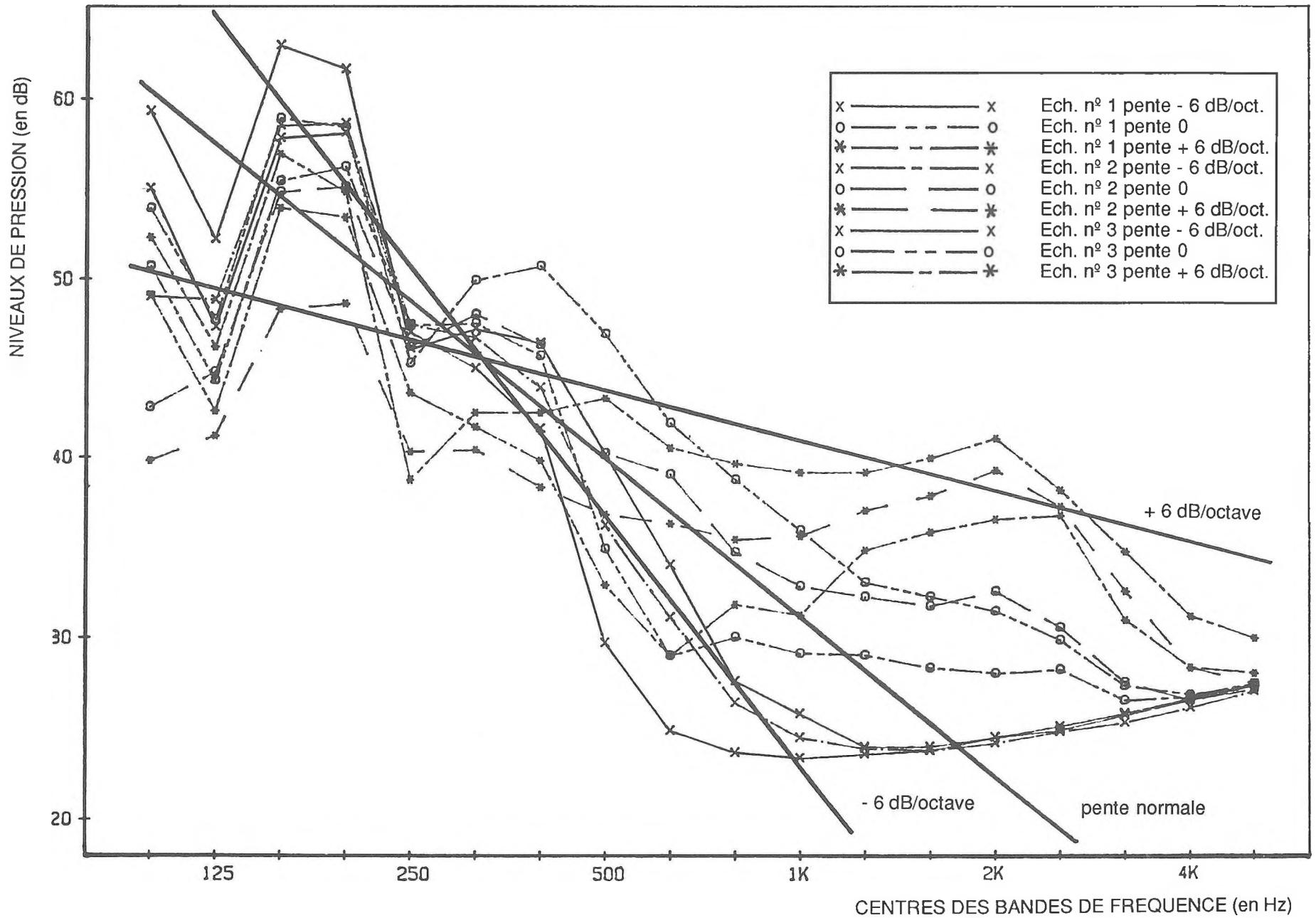


FIGURE N° 4:

Spectres de trois échantillons de bruit routier reproduits à niveau équivalent constant, mais avec une pente spectrale différente, tels que recueillis à l'intérieur du local récepteur.

TABLEAU N° 6: Moyenne des notes distribuées par les sujets lors des tests d'audition à pente variable.

Echantillon n°	Pente de fréquence	Gêne globale	Impressions de			
			"Vitesse"	"Proximité"	"Densité"	"Humidité"
2	+	3.80	3.66	3.58	2.66	4.16
	0	4.17				
	-	5.47	2.66	2.58	3.91	3.00
4	+	3.30	3.50	3.00	2.66	4.25
	0	3.84				
	-	4.87	2.66	3.08	3.41	3.00
5	+	3.20	3.50	3.33	3.00	4.50
	0	4.00				
	-	4.54	1.90	2.25	3.75	2.83

4. CONCLUSIONS RELATIVES A LA GENE DANS LES HABITATIONS

Dans les tests in-situ, l'accoutumance au quartier, l'exposition relative du logement et surtout, la satisfaction par rapport au quartier, jouent un rôle non négligeable lors de l'élaboration des réponses des résidents. De ce fait, celles-ci ne sont pas toujours d'une grande fiabilité [3, 7]. Lors des divers tests effectués au laboratoire, il a été possible de constater que les réponses obtenues étaient particulièrement claires, cohérentes et spontanées, du fait de l'affranchissement de ces problèmes. Qui plus est, les tests in-situ posent souvent le problème de l'évaluation de l'isolement acoustique entre deux logements contigus; c'est alors implicitement le problème de la cohabitation avec le voisin qui est posé! Dans le cadre des tests au Laboratoire, les stimuli auxquels étaient soumis les sujets se réduisaient aux seuls bruits de la circulation, pour lesquels on discerne cependant une certaine habitude, due au fait qu'ils font partie de notre environnement quotidien.

Les résultats montrent clairement que la gêne induite par la pénétration du bruit de la circulation dans un logement est fonction de la dynamique résultante dans le quartier. Plus précisément, une partie de la population est plus particulièrement sensible à l'étendue de la dynamique, alors que l'autre partie semble être sensible à la rumeur et à la densité du bruit, donc au niveau de bruit de fond. Une telle subdivision n'est certes pas un facteur de simplification de l'évaluation de la gêne. Néanmoins, comme l'indique nettement la Figure n° 3 et le Tableau n° 3, pour l'ensemble des individus, on peut considérer que l'influence de la dynamique peut faire croître l'indice de gêne moyen de 1 à 1.5 points (sur une échelle de 7). Puisque ces expériences de perception ont été réalisées à niveau L_{eq} constant, au plan législatif il serait donc important de mettre plus en évidence un indice simple susceptible de tenir compte de l'élévation de la dynamique du bruit. On peut considérer par exemple l'indice NPL ("*Noise Pollution Level*") proposé par Robinson dans les années 70 (voir Tableau n° 1) [9].

D'autre part, la présence d'un bruit de fond à l'intérieur de l'habitation est perçue par l'ensemble des sujets comme un élément diminutif de la gêne, dans la mesure où ce bruit de fond tend à réduire la dynamique résultante dans le logement. On pourrait ainsi, dans certains cas, envisager de réduire la gêne due au bruit de circulation en introduisant dans le logement un léger bruit de masque, soit à partir de l'équipement technique du bâtiment, soit généré artificiellement, comme cela se pratique dans certains locaux à usages de bureaux (les Tableaux de résultats d'expériences complémentaires n'ont pas été reproduits pour ne pas alourdir l'article).

Néanmoins, le niveau et la dynamique sont loin d'être les seuls facteurs intervenant dans la notion de gêne. Plusieurs auteurs ont montré que la nuisance est liée à la reconnaissance du signal. Certes, un bruit de circulation reste un bruit de circulation, mais le climat psychologique induit par le passage des véhicules peut être fort différent d'une personne à l'autre. Par exemple, le passage d'une motocyclette laissera-t-il rêveur et un peu envieux tel adolescent, énervera le père, et affolera un peu plus la grand-mère, qui verra là une manifestation supplémentaire de l'insécurité. Ainsi, lors de la détermination de la gêne, le contenu informationnel du signal doit être pris en compte, tâche d'autant plus ardue que celui-ci varie en fonction de la culture, voire même de l'état mental de l'individu.

Vian *et al.* ont montré que la gêne est d'autant plus sensible que le contenu en basses fréquences du signal est important [10]. Ceci semble bien confirmé par nos expériences sur la composition spectrale à niveau équivalent constant. Manifestement, pour un même isolement global donné, les répondants ont une préférence marquée pour les courbes d'isolement présentant un fort affaiblissement des basses fréquences. Ainsi, dans le cadre de la conception d'un projet de construction, il conviendrait de tenir compte du fait que, pour un même isolement global mesuré (en termes de STC par exemple), des éléments de façade peuvent présenter des

caractéristiques de gêne fort différentes, selon la pente moyenne de leur courbe d'affaiblissement acoustique [11].

Dans le cas où la fenêtre est entr'ouverte ou ouverte, non seulement l'isolement global est fortement diminué, mais encore la pente de l'isolation tend vers une valeur nulle. Il n'est donc pas surprenant que, dans ces conditions, la gêne soit plus importante, indépendamment du niveau moyen. Autre fait aggravant, la dynamique du signal résultant dans le logement se rapproche d'autant plus de celle du signal extérieur que l'ouverture est importante, voire même elle la dépasse!

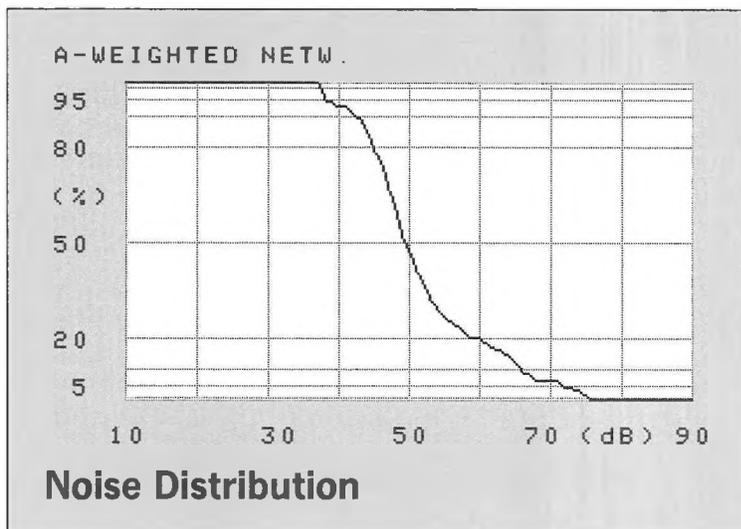
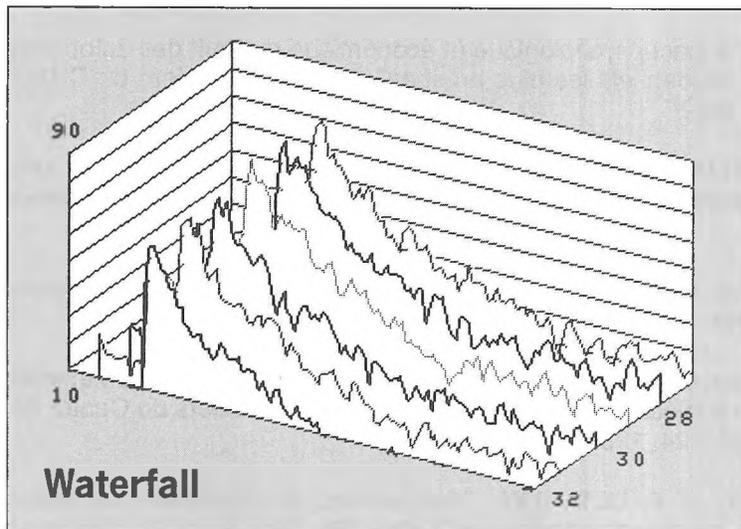
Pour toutes ces raisons, il convient donc de considérer avec une certaine circonspection toute proposition visant à associer sommairement le niveau continu équivalent Leq à une échelle de nuisance pour les secteurs résidentiels soumis au bruit de la circulation. Il faudrait au minimum analyser l'étendue de la dynamique en un point donné de l'espace urbain et tenir compte, tout comme pour le niveau continu équivalent, de son évolution au cours de la journée de 24 heures. Même au niveau de la modélisation informatique des impacts, il est possible de calculer l'écart type de la distribution des niveaux de pression en un point voisin d'un futur corridor et d'en déduire ainsi la valeur de l'écart L10% - L90%.

Références:

- [3] AUBREE, D., AUZOU, S. et RAPIN, J.M.: Etude de la gêne due au trafic automobile urbain, contrat 68-01-389, Cen.Sc. et Tech. du Bât., Paris, 1971.
- [1] COMMITTEE ON THE PROBLEM OF NOISE: Noise Final Report (Wilson Committee), Her Majesty's Station. Off., Cmnd. 2056, London, 1963.
- [5] GILBERT, P.: "Bruit des moyens de transport - Expression en niveau acoustique équivalent Leq ", in Cahiers du C.S.T.B., vol. 185, no 1482, 1977.

- [2] GRIFFITHS, I.P. et LANGDON, F.J.: "Subjective response to road traffic noise", in Journ. of Sound and Vibr., pp. 16-32, vol. 8, 1968.
- [4] MIGNERON, J.-G.: Acoustique urbaine, 427 p., Ed. Masson, Paris, 1980.
- [6] MIGNERON, J.-G. et coll.: "Evaluation du bruit de la circulation automobile dans les logements situés en bordure des autoroutes urbaines", projet CR 6585/MR, CRAD/SCHL, rapp. fin., Québec, 1982.
- [7] MIGNERON, J.-G. et coll.: "Impact psychologique et économique du bruit des autoroutes urbaines pour les secteurs résidentiels les plus proches", 112 p., in Cahiers du CRAD, Cahier spéc. n° 7, Québec, 1982.
- [8] MIGNERON, J.-G., et ASSELINEAU, M.: "Utilisation de l'intensimétrie de part et d'autre d'un échantillon de façade soumis à l'impact du bruit de la circulation", pp. 53-62, in Revue d'Acoustique, n° 80, 1987.
- [9] ROBINSON, D.W.: "Towards a unified system of noise assessment" in Journ. of Sound and Vibr., vol. 14, pp. 279-298, 1971.
- [11] VIAN, J.P.: "Correspondance entre les caractéristiques physiques des isolements acoustiques et l'appréciation subjective de leur qualité", pp. 4-15, in Cahiers du Centre Sc. et Tech. du Bât., n° 1733, vol. 224, 1981.
- [10] VIAN, J.-P., DANNER, W.F. et BAUER, J.W.: "Assessment of significant acoustical parameters for rating sound insulation of party walls", pp. 1236-1243, in Journ. of Acoust. Soc. of Am., vol. 73, no 4, 1983.

Our competitors are behind us - "NE-BASIC" is another reason why



TYPE 830 REAL-TIME ANALYZER IS A SOPHISTICATED INSTRUMENT COMPRISING:



True dual channel. 80 dB dynamic range. Digital filters. Mass storage. Trigger facilities. Intensity capability. Transient measurements. R.T. calculations. Noise generator. Upgradeable. Computer controllable. Portable and rugged.

The NE-BASIC is a programming facility option that runs inside the 830 RTA. This means you can now forget about the need for an external computer.

Programs are loaded from the 830's internal micro floppy disk. Thereby you can use several different programs whenever you use your analyzer.

The user can write special programs that suits special needs. Or, can use one of the programs already written such as A-weighted Noise Distribution, Transmission Loss, Waterfall, EPNdB and more.

The programs are written using the 830 front panel keyboard or the optional external PC-keyboard, and stored on the internal micro floppy disk. All program listing and displays may be printed out on the associated printer. The NE-BASIC even enables the 830 RTA to control a multicolour plotter.

The NE-BASIC option for the 830 RTA is delivered with free-of-charge program examples to show the user how programs can be written.

For new and existing customers; the 830 RTA with opt. 7 "NE-BASIC".

For more information, call or write:

W SCANTEK INC.

1559 Rockville Pike, Rockville,
MD 20852. (301) 468-3502
Subsidiary of Norwegian Electronics a.s

NORWEGIAN ELECTRONICS
State-of-the-art-instrumentation