



59, av. Lacassagne  
69003 Lyon

Tél. : 04 72 91 86 00  
Fax : 04 72 36 86 59

---

# **Etude acoustique de signaux sonores expérimentaux pour personnes malvoyantes**

Place Jean Macé  
69007 LYON

A l'attention de :  
Monsieur MINAUDIER  
Communauté Urbaine de Lyon  
20, rue du Lac  
69003 Lyon

Lyon, Mars 2005

# SOMMAIRE

Commanditaire .....	3
---------------------	---

## **RAPPORT 1 : LES MESURES ACOUSTIQUES**

I. Contexte et méthode .....	4
II. Les résultats .....	7
1. Point n° 1 : Berthelot Ouest .....	7
2. Point n° 2 : bruit en façade de bâtiments .....	10
3. Point n° 3 : Berthelot Est .....	11
4. Point n° 4 : vers sortie de métro .....	12
III. Conclusion sur les mesures .....	14

## **RAPPORT 2 : LES PRISES DE SON**

Signalisation sonore Place Jean Macé .....	15
<i>Ecoute de l'installation d'un système expérimental de diffusion de signaux sonores</i>	
Objet de l'étude .....	15
Le site .....	15
Le dispositif .....	16
Les signaux .....	16
Les prises de son .....	17
Une première session	
Point n° 1 .....	18
Point n° 2, Point n° 3, Point n° 4 .....	19
Une deuxième session	
Point n° 1, Point n° 4 .....	20
Commentaires .....	20

## **ANNEXES**

Documentations techniques .....	22
Spécifications .....	23
Indices statistiques .....	24
Diaporama .....	25

# Etude acoustique de signaux sonores expérimentaux pour personnes malvoyantes

## **COMMANDITAIRE : Communauté Urbaine de Lyon**

Direction de la Voirie - Immeuble Le Clip - 83, cours de la Liberté - 69003 LYON

## **Interlocuteurs : M. Christian MINAUDIER**

**Site : Place Jean Macé Lyon 7<sup>ème</sup>**

## **Protocole :** *(voir page n° 4 du rapport)*

- Réalisation des mesures sur 3 demi-journées,
- Traitement et analyse des mesures,
- Réalisation d'enregistrements audio.

## **Matériel :**

- Sonométrie :
  - o Un sonomètre 01dB symphonie,
  - o Un microphone Grass
  - o Un ordinateur portable...
  - o Logiciel de dépouillement de données DbTrait de 01dB.
- Prise de son :
  - o Un enregistreur DAT Tascam DAP1
  - o Un microphone SONY...
  - o Un ordinateur équipé d'une carte son

## **Moyens humains**

Directeur technique, enquêtes : M. Bruno VINCENT

Docteur en Psychologie de l'Environnement sonore,  
Habilitation au tutorat de 3<sup>ème</sup> cycle de Psychologie cognitive Université Lyon 2  
Pr. Méthodes et traitement des données. Ecole des Psychologues Praticiens.

Ingénieur Acousticien :

M. Frédéric AUDY, DESS Acoustique des transports, Université de Compiègne.

Techniciens en acoustique de l'environnement :

M. Yann HALBWACHS.

M. Frédéric FRADET

Secrétariat de Direction :

Mme Annie-Laure GANTIER

## RAPPORT 1 : LES MESURES ACOUSTIQUES

### I - Contexte et méthode

Le Grand Lyon, dans une démarche d'amélioration des conditions de déplacements piétonniers des personnes à mobilité réduite, teste la mise en place de nouveaux signaux et informations sonores à l'attention des personnes malvoyantes.

Un protocole a été mis en place les 28 février et 1<sup>er</sup> mars 2005 sur les carrefours de la place Jean Macé/Avenue Berthelot sur Lyon 7<sup>ème</sup>.

Ce protocole testait différentes configurations de messages sonores. Il comprenait une double évaluation :

- par enquêtes auprès d'un panel de malvoyants (Université Lyon II)
- par des mesures sonométriques et des enregistrements audio (acoucity)

L'objectif des mesures sonométriques étant d'évaluer les émergences, énergétiques et spectrales, des signaux sonores par rapport au bruit de fond routier multisource.

Ce protocole comprend :

- la réalisation des mesures sur 3 demi-journées,
- le traitement et l'analyse des mesures,
- la réalisation d'enregistrements audio.

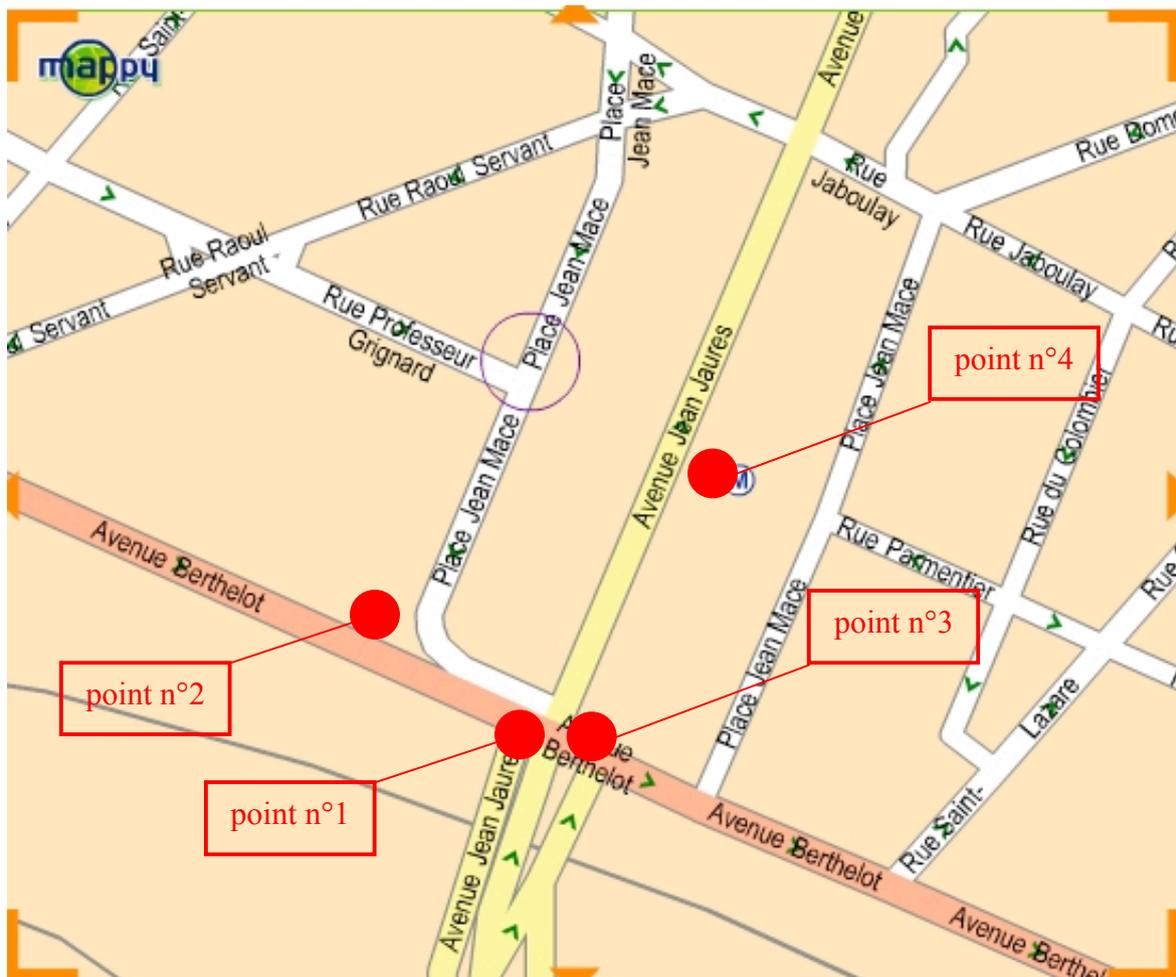


fig.1 localisation des points de mesures



fig.2 localisation des points de mesures, photo

### Photos :



**Situation des points de mesure**

Microphone à 1,80 mètres du sol.

**Nature du sol**

Trottoir en bitume.

**Nature des mesurages**

Mesurages de constats

**Caractéristiques de l'infrastructure routière et ferroviaire**

**Avenue Jean Jaurès:**

Vitesse moyenne: 50km/h  
Type de trafic: discontinu

**Avenue Berthelot:**

Vitesse moyenne: 50km/h  
Type de trafic: discontinu

**Conditions météorologiques**

**Mode de recueil :** observation locale

**le 28/02/05**

temps dégagé et froid avec du vent  
température aux alentours de 0°C

**le 01/03/05**

temps dégagé et froid avec moins de  
vent que le 28/02/05 température aux  
alentours de 0°C

**Description de la mesure**

**Matériel de dépouillement :**

Logiciel dBTrait de 01dB

**Matériel de mesure :**

Carte d'acquisition Symphonie et un  
microphone Grass41AL2

**Période élémentaire de mesurage :**

100ms

## II - Résultats

### 1. Point n°1 : Berthelot Ouest

#### Message sonore n°1 (clochette)

Résultats généraux :

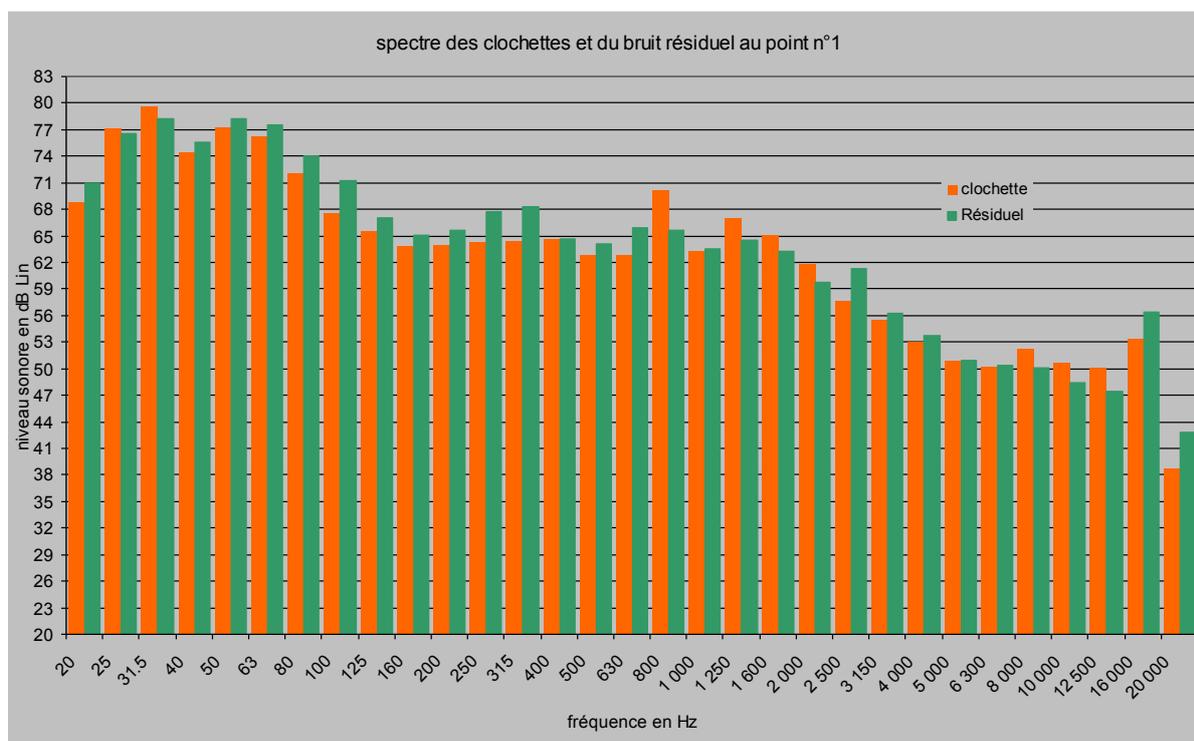
mesure	LAeq en dB(A)	Lmin en dB(A)	Lmax en dB(A)	L90 en dB(A)	L10 en dB(A)
clochette	76,5	61	92,5	69	79
voix	79,5	61,5	95,5	68	82
Résiduel	72,5	61	88	66,5	74,5

Résultats fréquentiels

800Hz	LAeq en dB Lin	Lmin en dB Lin	Lmax en dB Lin	L90 en dB Lin	L10 en dB Lin
clochette	72,5	50	86	60,5	76
Résiduel	65	49	80,5	57,5	68

1250Hz	LAeq en dB Lin	Lmin en dB Lin	Lmax en dB Lin	L90 en dB Lin	L10 en dB Lin
clochette	67	50,5	91,5	57	67
Résiduel	64,5	49,5	82,5	55	65,5

Les tiers d'octaves centrés sur 800Hz et 1250Hz correspondent aux fréquences qui apparaissent lors du signal audio du passage piéton au vert (son de clochettes).



## Message sonore n°4 (clochette)

### Résultats généraux :

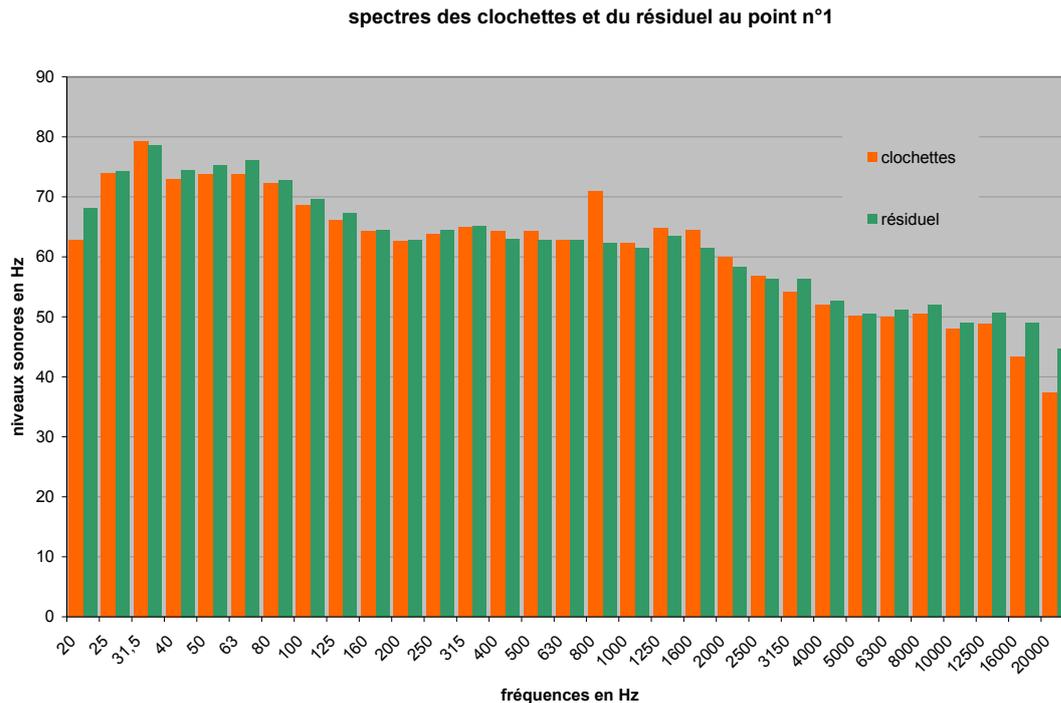
mesure	LAeq en dB(A)	Lmin en dB(A)	Lmax en dB(A)	L90 en dB(A)	L10 en dB(A)
clochette	74,5	59,5	88,5	67,5	77
clochette_vol Max	80	61	91,5	66,5	84,5
clochette_autre_	72,5	61	87,5	67,5	75
feu					
voix	77	60,5	92,5	68	79
Résiduel	71,5	57,5	96	65	73,5

### Résultats fréquentiels :

<b>800 Hz</b>	LAeq en dB	Lmin en dB	Lmax en dB	L90 en dB	L10 en dB
	Lin	Lin	Lin	Lin	Lin
clochette	70	43,5	84,5	56	74
clochette_vol Max	77	47,5	85,5	53	83
clochette_autre_	66,5	45	77,5	56,5	70
feu					
Résiduel	61,5	41	85	52,5	63,5

<b>1250Hz</b>	LAeq en dB	Lmin en dB	Lmax en dB	L90 en dB	L10 en dB
	Lin	Lin	Lin	Lin	Lin
clochette	64,5	44	87,5	55,5	66
clochette_vol Max	72,5	50,5	90,5	55	70
clochette_autre_	64	47	84	55	66
feu					
Résiduel	63,5	43	94,5	53,5	64

<b>1600Hz</b>	LAeq en dB	Lmin en dB	Lmax en dB	L90 en dB	L10 en dB
	Lin	Lin	Lin	Lin	Lin
clochette	64,5	45,5	79	55,5	67,5
clochette_vol Max	71	49	83,5	53,5	76
clochette_autre_	65	48	84,5	56	67
feu					
Résiduel	61,5	42,5	90	53,5	63,5



Quel que soit le son de clochettes observé au point n°1, l'émergence spectrale est suffisamment prononcée pour être perceptible au niveau du passage piétons (entre 7 et 9 dB d'émergence à 800Hz).

Par contre, concernant les messages parlés sur le point numéro 1 :

- L'intelligibilité du message parlé (au moment du feu rouge pour les piétons) est fortement dégradée par le bruit des véhicules. Le message parlé ne peut pas faire l'objet d'une analyse spectrale : le message se situant sur une large bande de fréquence et ne peut donc pas être différencié sur le plan énergétique et spectrale du bruit du trafic routier.
- Pour les endroits où plusieurs feux piétons coexistent sur une petite surface (c'est le cas ici avec 3 feux sur environ 4m<sup>2</sup>) il peut y avoir une difficulté de localisation du feu piéton qui est vert.

## 2. Point n°2 : bruit en façade de bâtiments

### Message sonore n°1

Résultats généraux :

Voie	LAeq en dB(A)	Lmin en dB(A)	Lmax en dB(A)	L90 en dB(A)	L10 en dB(A)
résiduel	69	57	92	61,5	71

Les signaux à leur niveau sonore maximal sont perceptibles à l'oreille depuis le point n°1 mais comme ils se fondent au bruit de fond, ils n'apparaissent pas de façon significative dans la mesure. Se reporter aux prises de son *signal faible inaudible (1min34s)* et *signal fort audible (1min58s)* pour une illustration sonore de ce phénomène. Aucun impact à cette distance, pas de résultats fréquentiels.

### Message sonore n°4 :

Résultats généraux :

Voie	LAeq en dB(A)	Lmin en dB(A)	Lmax en dB(A)	L90 en dB(A)	L10 en dB(A)
résiduel	67,5	56,5	85	61	70

De même, aucun impact à cette distance n'est identifiable par la mesure, aucune émergence fréquentielle n'a été mise en évidence pour les riverains.

### 3. Point n°3 : Berthelot Est

#### Message n°1

Résultats généraux :

général	LAeq en dB(A)	Lmin en dB(A)	Lmax en dB(A)	L90 en dB(A)	L10 en dB(A)
clochette	71	60	77,5	65,5	74
voix	69,5	60	74,5	63	72,5
station	70	62,5	80,5	64	73
Résiduel	70	56	84,5	63	73

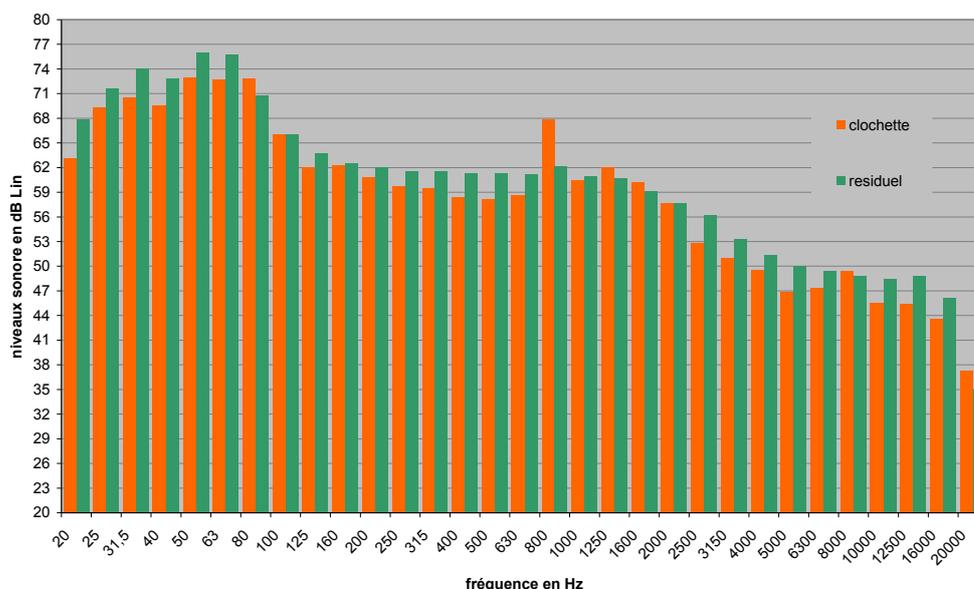
Résultats fréquentiels :

800Hz	LAeq en dB	Lmin en dB	Lmax en dB	L90 en dB	L10 en dB
	Lin	Lin	Lin	Lin	Lin
clochette	67	49,5	75	57	71,5
voix	59	49,5	66	53,5	62,5
station	62	49,5	74	53,5	65
Résiduel	61,5	45	80,5	53,5	64,5

1250Hz	LAeq en dB	Lmin en dB	Lmax en dB	L90 en dB	L10 en dB
	Lin	Lin	Lin	Lin	Lin
clochette	62,5	48,5	74,5	54,5	65,5
voix	61,5	47	68,5	54	6
station	61	51,5	74	54,5	64,5
Résiduel	61,5	45,5	78	53	64,5

Les tiers d'octaves centrés sur 800Hz et 1250Hz correspondent aux fréquences qui apparaissent lors du signal audio du passage piéton au vert (son de clochettes).

spectres des clochettes et du bruit résiduel au point n°3



L'émergence spectrale (sur la bande de 800Hz) du message signalant que le feu piéton est au vert (les clochettes) en permet une perception facile.

## 4. Point n°4 : vers sortie de métro

### Message n°2

#### Résultats généraux :

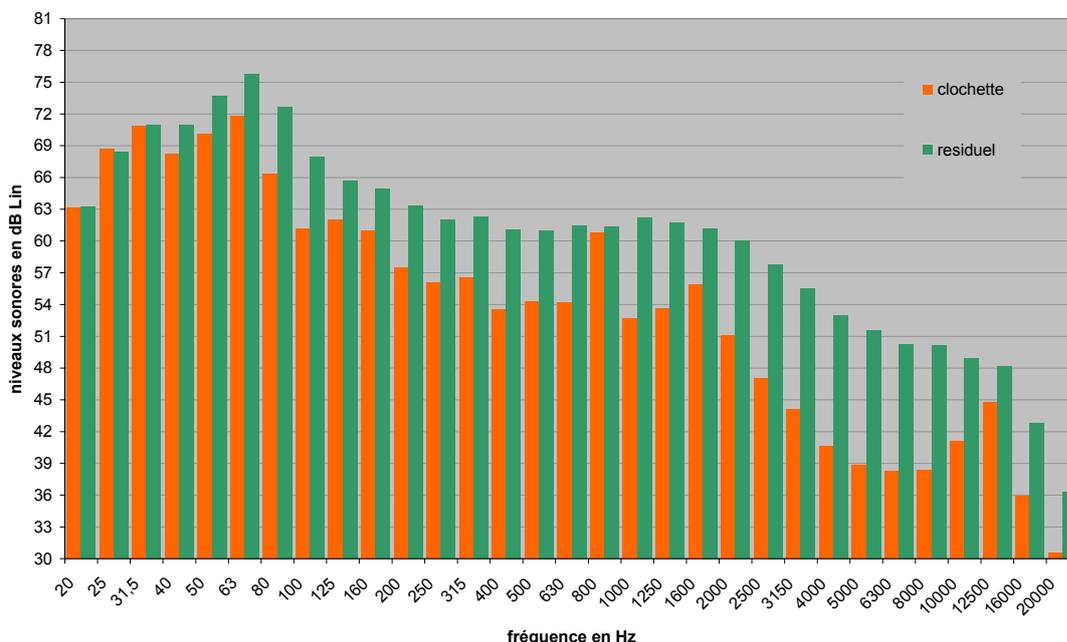
mesure	LAeq en dB(A)	Lmin en dB(A)	Lmax en dB(A)	L90 en dB(A)	L10 en dB(A)
voix	66	57	74,5	60	69,5
cloche	65	56,5	72	60	67
fin_cloche	65	59,5	73	61	67,5
Résiduel	71	55,5	89,5	59	74

#### Résultats fréquentiels :

<b>800Hz</b>	LAeq en dB Lin	Lmin en dB Lin	Lmax en dB Lin	L90 en dB Lin	L10 en dB Lin
cloche	60	45,5	68,5	50,5	65
Résiduel	60,5	43	79	49	63,5

<b>1250Hz</b>	LAeq en dB Lin	Lmin en dB Lin	Lmax en dB Lin	L90 en dB Lin	L10 en dB Lin
cloche	54	44,5	66	49	56
Résiduel	62,5	44,5	80,5	49	65,5

spectres des clochettes et du résiduel au point n°4

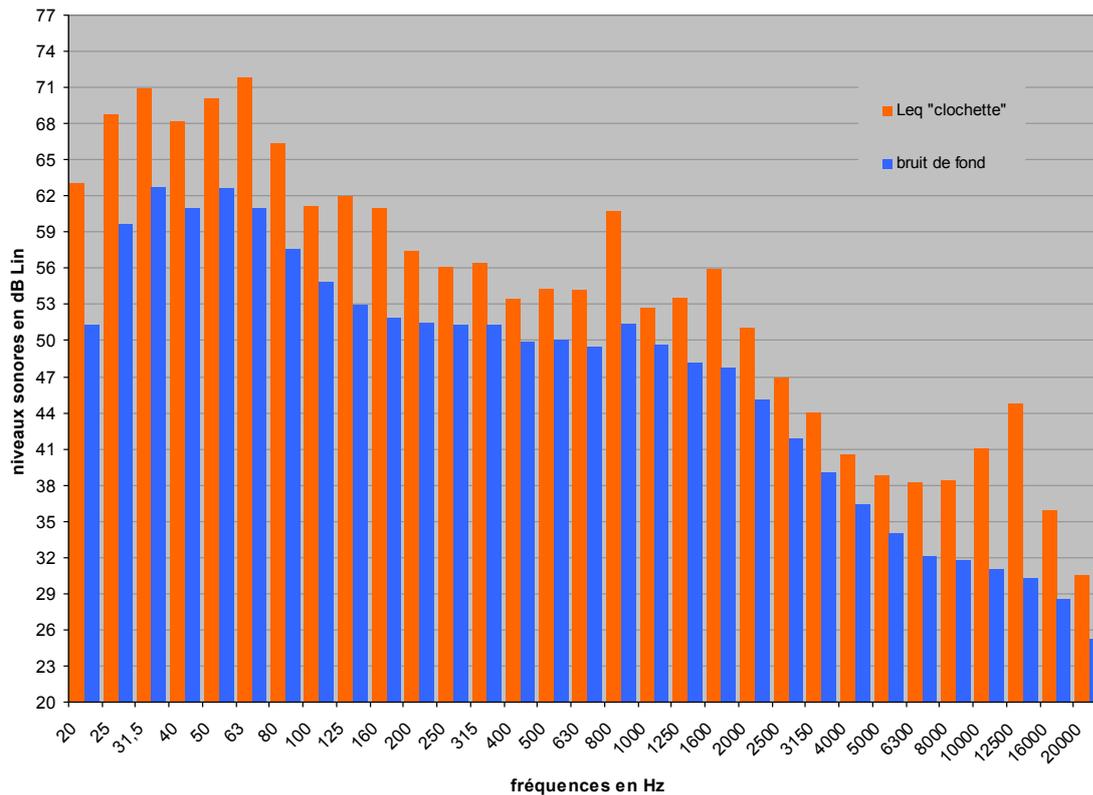


Ce diagramme ne montre pas d'émergence significative du bruit des clochettes par rapport au bruit résiduel (le bruit résiduel est donné d'un point de vue global). En fait l'émergence du bruit de clochette dans le temps est très ponctuelle (le feu de passage piétons calcule le bruit ambiant juste avant de diffuser son bruit de clochette), les clochettes

émergent donc d'une ambiance sonore où les véhicules sont à l'arrêt alors que le résiduel ici présenté inclut toutes les périodes durant lesquelles les véhicules circulent.

Pour visualiser plus correctement l'émergence des clochettes sur le bruit ambiant nous allons donc comparer les signatures spectrales des clochettes et du bruit de fond ( $L_{90}$ ) calculés sur les mêmes périodes.

spectres des clochettes et du bruit de fond ( $L_{90}$ ) au point n°4



On observe donc une bonne émergence du message.

### **III - Conclusion sur les mesures**

Les messages (clochettes) ont une bonne émergence centrée dans la plage des signaux audibles (à tout âge). La perception de ces messages est très nette grâce d'une part à l'émergence spectrale des sons de clochettes et d'autre part car cette émergence se fait lors des périodes de moindre bruit (les voitures sont à l'arrêt au feu rouge).

Par contre en ce qui concerne les messages verbaux, ceux-ci se situant sur de multiples bandes spectrales, sont donc moins émergents et moins audibles (perte possible d'une partie du message). Ils sont de plus diffusés lors du passage des véhicules au feu vert, qui crée un bruit masquant et donc déprécie l'intelligibilité du message.

Les mesures en façade de bâtiment ne laissent apparaître aucune émergence énergétique à hauteur des habitations. Et bien que les sons de clochettes restent faiblement audibles au niveau des façades, ils ne semblent pas devoir être considérés comme une gêne potentielle pour les riverains.

La télécommande déclenche des messages sonores des feux piétons qui semblent peu discriminants. Effectivement elle déclenche les messages sonores de plusieurs feux piétons en même temps, ce qui pourrait rendre difficile la localisation des sources sonores, notamment pour les passants qui ne sont pas non-voyants.

Un piste de solution pourrait consister en une diffusion du message par la télécommande elle-même (la télécommande interroge le feu piétons qui renvoie le message sonore adéquat, comme avec un téléphone portable) :

- le message parlé est alors toujours audible,
- aucun risque de confusion,
- aucun risque de gêne pour le voisinage.

Ces résultats énergétiques et spectraux devront être confrontés à ceux obtenus par enquête auprès des personnes malvoyantes.

## RAPPORT 2 : LES PRISES DE SON

### SIGNALISATION SONORE PLACE JEAN MACÉ

Ecoute de l'installation d'un système expérimental de diffusion de signaux sonores



fig.1 système de diffusion des signaux sonores

*microphone*: ECM 999-PR SONY équipé d'une protection anti-vent RYCOTE monté sur une suspension élastique AKG au bout d'une perche  
*enregistreur* : DAT DAP-1 TASCAM  
*carte audio*: EMU 0404  
*logiciel audio*: AUDACITY  
<http://audacity.sourceforge.net/>

lundi 28 février 2005 temps froid ensoleillé avec un peu de vent et le mardi 1 mars 2005 temps froid ensoleillé températures aux alentours de 0°C

Campagne de prise de son disponible sur CD-ROM.

### Objet de l'étude

Un système de sonorisation des feux de circulation de la place Jean Macé destiné aux personnes présentant un déficit de la vue est mis en place afin d'être évalué par une campagne d'enquêtes (fig.1). Parallèlement, des mesures acoustiques et des prises de son ont été réalisées par Acoucity.

Cette campagne de mesures a pour objectif d'évaluer l'impact de la sonorisation sur le lieu, de vérifier la bonne intelligibilité des messages diffusés ainsi que la bonne localisation des sources sonores.

Les prises de sons retenues dans ce document font partie d'un plus grand ensemble de prises de son. Elles ont été choisies en fonction de leur valeur démonstrative en rapport aux hypothèses testées.

Une dernière partie intitulée 'Commentaires' reprend les divers

éléments de l'étude en développant une critique du projet et en émettant quelques propositions afin de renforcer la pertinence du dispositif de signalisation sonore expérimental de la place Jean Macé.

### Le site

La place est encadrée de bâtiments d'une dizaine d'étages. Elle s'étend en long de part et d'autre de l'avenue Jean Jaurès alors que l'avenue Berthelot et un viaduc supportant un chemin de fer forment sa limite sud. Les matières dominantes y sont le bitume, le goudron, le béton et la pierre. Des arbres, de l'herbe et des fleurs sont plantés en rangées dans le sens de sa longueur.

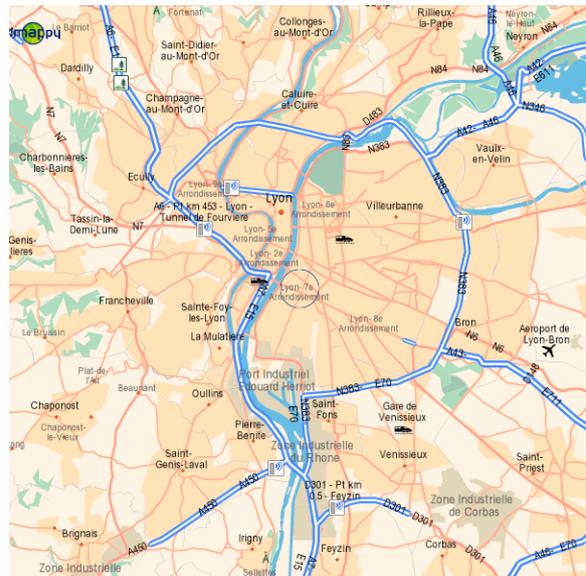


fig.2 situation de la place Jean Macé

Un large éventail de types de transports urbains différents fréquente l'endroit ; une liste non exhaustive permet de se rendre compte de l'activité du lieu : véhicules particuliers, trains, trams et arrêts de trams, poids lourds, bus et arrêts, métros et arrêt, ambulances... Ce site est un véritable nœud de circulation, un lieu de transit.

Sa localisation dans le prolongement de l'autoroute A6 et en direction de l'autoroute A46 explique aussi la forte

présence de véhicules routiers (fig.2). Au niveau des feux, les piétons désirant traverser les voies de circulation motorisée sont confrontés à une circulation dense et très sonore.

## Le dispositif

Un système de signalisation sonore au niveau des feux de circulation pour les piétons est installé puis testé. A chaque feu le boîtier affichant un bonhomme vert ou rouge est agrémenté d'un haut parleur avec un système de lecture d'une banque sonore, d'un système de contrôle actif du niveau sonore et d'un système de déclenchement télécommandé (fig.1). En appuyant une fois sur le bouton de la télécommande, l'utilisateur déclenche le système. En appuyant deux fois de suite, le niveau sonore augmente. Le système de contrôle actif mesure le niveau sonore ambiant et ajuste le niveau de diffusion de sorte qu'il soit supérieur au niveau de fond. Le haut parleur est orienté vers le bas et diffuse le son de manière omnidirectionnelle (le boîtier actuel ne joue pas un grand rôle dans la directivité).

## Les signaux

Plusieurs signaux sonores ont été essayés. Ils se composent tous d'au moins une voix féminine ou masculine annonçant les événements feu rouge ou feu vert et indiquant le lieu où est installé l'émetteur et d'une séquence de signal d'alerte de type cloches qui tintinnabulent pendant que le feu est vert pour les piétons.

D'un point de vue qualitatifs, il faut tout d'abord considérer que le bruit de fond qui est essentiellement créé par des bruits dus aux transports urbains est large bande avec un maximum dans les basses fréquences (fig.3, remarque : les spectres présentés ici sont donnés à titre illustratif, les audio ne sont pas calibrés et le microphone n'est pas homologué). Les mesures effectuées en parallèle donnent des valeurs de l'ordre de 60dB(A) pour l'indice L90 représentatif du fond sonore.

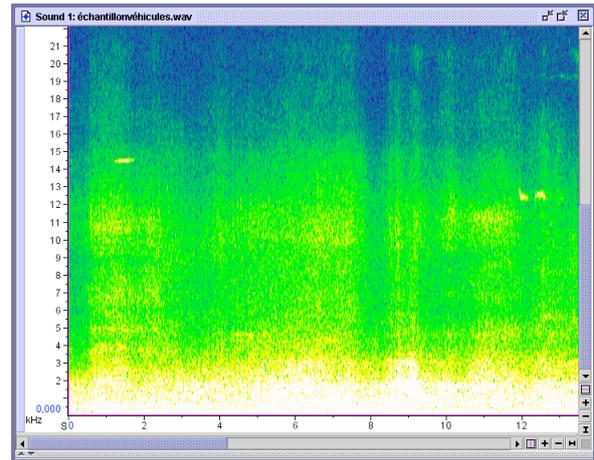


fig.3 spectre du bruit de circulation automobile (échelle différente des autres figures)

Ce paysage sonore est particulièrement masquant et gênant pour l'intelligibilité de messages vocaux qui sont confinés entre 100 et 2000Hz. L'oreille humaine est plus sensible aux sons de fréquences comprises aux alentours de la bande 1000-2000Hz (fig.4).

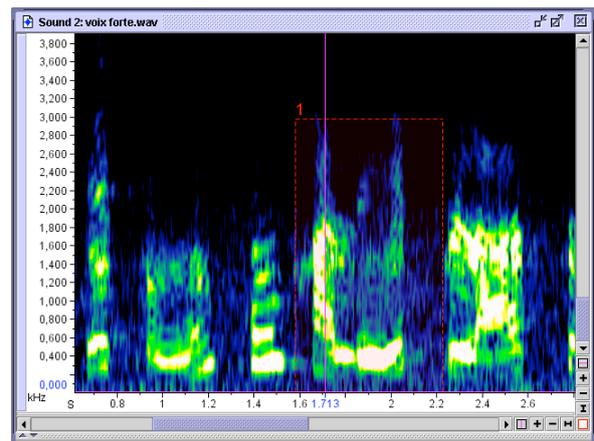


fig.4 spectre de la voix de femme "[...]contre allée[...]" (échelle différente des autres figures)

Le choix des concepteurs a été de jouer sur le niveau sonore des voix en le fixant toujours supérieur au niveau sonore ambiant de façon à ce qu'il soit émergent. L'émergence mesurée est d'environ 10 dB. Certains événements sonores comme le démarrage d'un camion ou le passage d'un train sont des événements tellement bruyant et étendus en fréquence que le choix de se caler par rapport au niveau de fond paraît juste. Il serait effectivement préjudiciable (notamment pour les riverains) que le son des émetteurs devienne plus fort que ces événements. Les mesures indiquent des

niveaux au-dessus de 80 dB(A) en crête, indice Lmax (fig.5 et fig.6).

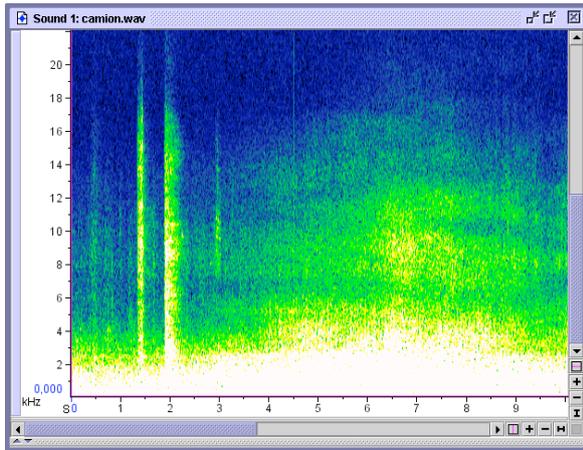


fig.5 spectre du bruit du démarrage d'un camion (échelle différente des autres figures)

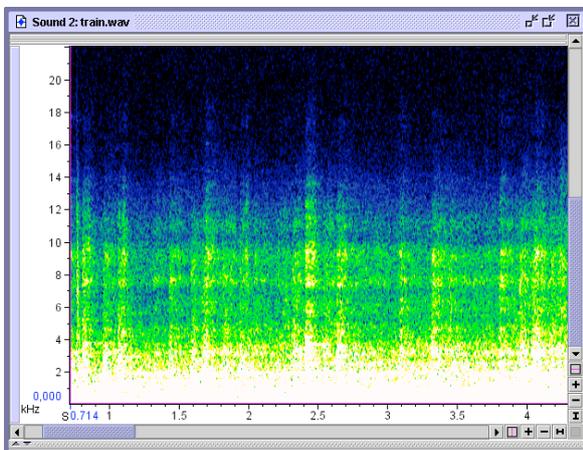


fig.6 spectre du bruit de roulement d'un train (échelle différente des autres figures)

La deuxième famille de signaux sonores est celle de type cloche d'alarme. Ces signaux retentissent pendant toute la durée du feu piéton vert. Des bandes de fréquences centrées autour de 800Hz et de 1800Hz sont privilégiées (fig.7).

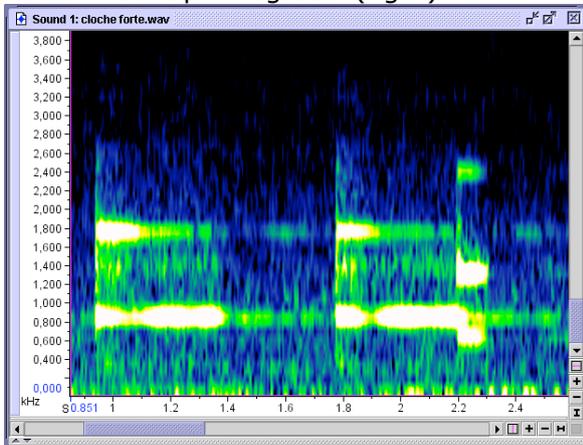


fig.7 spectre du signal de cloche (échelle différente des autres figures)

L'enveloppe de ces sons est caractérisée par une attaque très raide et forte suivie d'une décroissance brutale du niveau sonore. Ces sons mettent en alerte l'auditeur et sont construits sur le principe des alarmes. Leurs fréquences les plus sonores sont comprises dans la zone de plus grande sensibilité de l'oreille.

Le caractère répétitif et interrompu de ces signaux donne leur valeur informationnelle. L'information est donnée par l'alternance son/non-son. Ce type de signal est aisément perceptible même dans un environnement bruyant mais présente l'inconvénient d'être difficilement supportable à la longue pour les auditeurs. De plus l'introduction de plusieurs points d'émission sans précautions prises pour leur portée crée des jeux rythmiques et des mélanges qui occasionnent peut-être une certaine confusion chez les usagers.

## Les prises de son

En parallèle aux prises de son, une campagne de mesure acoustique a été réalisée. La localisation de ces points de mesure est indiquée sur les figures 8 et 9.

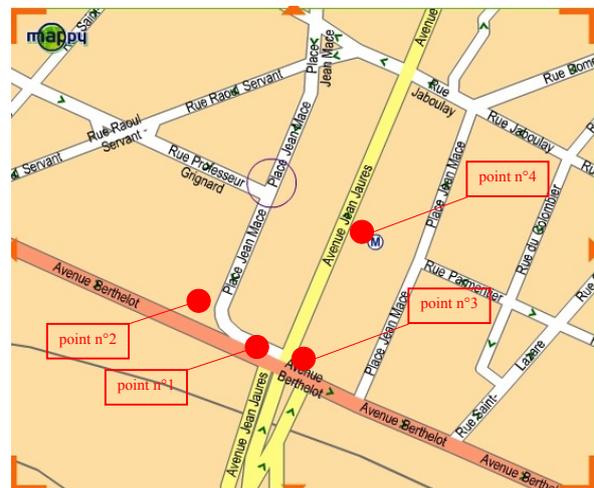


fig.8 localisation des points de mesures, schéma



fig.9 localisation des points de mesures, photo

Les prises de sons ont été réalisées autour de ces points et sont donc classées suivant cet ordre.

La directivité du microphone est de type MS (Mite-Seite ou Mid-Side pour milieu et côté). Elle est obtenue par la composition d'un microphone de directivité cardioïde et d'un microphone de directivité bidirectionnelle. Le rendu est une bonne image sonore centrale avec un champ sonore ouvert. Le tout a une excellente compatibilité pour la diffusion en monophonie même si le mieux est une diffusion stéréophonique.

Aucun calibrage des enregistrements n'a été fait. Le niveau des prises de son dépend de la chaîne d'enregistrement audio et du système de restitution sonore. Les prises de son ne sont donc pas à comparer pour leur niveau sonore. Les documentations techniques des éléments constitutifs de la chaîne d'enregistrement audio sont fournies à la fin de ce document.

Il est à noter que pour une meilleure restitution de la localisation des sources dans l'espace, une prise de son binaurale (technique qui consiste à placer des microphones à l'entrée des pavillons des oreilles du preneur de son et de restituer l'enregistrement au travers d'un casque audio) serait l'idéal.

Somme toute, il est à préciser que les prises de son proposées ici ne peuvent être qu'illustratives et ne restituent en rien la perception humaine des signaux sonores sur la place Jean Macé.

Les prises de son réalisées ne sont donc pas équivalentes à une écoute directe sur le terrain de la signalisation sonore.

Ce qui ne remet cependant pas en jeu la valeur de témoin de ces prises de son et qui ne les empêchent pas de nous révéler certains aspects sonores du lieu.

## Une première session

le lundi 28 février 2005 temps froid ensoleillé avec un peu de vent

Les prises de son aux points 1,2 et 3 ont été réalisées le matin entre 10 heures et midi, la prise au point 4 vers 14 heures.

### Point n°1

piste 1: face voie tram (2min11s)

Ce point se situe le long des voies de tramway du cours Berthelot au coin du carrefour avec le cours Jean Jaurès côté ouest. Le point d'enregistrement se situe à l'endroit d'où est prise la photo (fig.10).

La prise de son *face voie tram (2min11s)* permet de se rendre compte de l'importance du bruit des véhicules à cet endroit. Le signal de cloche est bien perceptible et le message vocal est presque tout le temps intelligible, le passage d'un train, d'un tram ou le grondement d'un poids lourd peuvent en effet le masquer puisque le système de contrôle actif ne réagit qu'au bruit de fond qui doit être évalué sur une base de temps trop longue pour prendre en compte ces événements sonores (fort heureusement pour nos oreilles car il serait préjudiciable que le son des émetteurs devienne plus fort que ces événements).



fig.10 prise de vue depuis le point n°1

## Point n°2

piste 2: signal faible inaudible (1min34s)

piste 3: signal fort audible (1min58s)

Ce point se situe à trois mètres des façades au coin sud-ouest de la place Jean Macé. Les haut-parleurs les plus proches sont ceux du point n°1 à une distance d'environ 15 mètres. Le signal de cloche est perceptible uniquement à son niveau maximal. Les prises de son *signal faible inaudible (1min34s)* et *signal fort audible (1min58s)* illustrent ce propos. Par contre à cette distance, même si on les entend, les messages vocaux ne sont pas intelligibles. Les mesures acoustiques réalisées parallèlement n'indiquent pas d'émergences particulières de cette source. Même si nos oreilles (et le microphone d'enregistrement) sont assez précises pour relever ces sons, du point de vue de la mesure (en bande de tiers d'octave et à 0,5dB de précision) rien n'apparaît. Il faut savoir que certaines personnes sont des plus exigeantes quand à leur environnement sonore. Ce propos est développé dans la partie « Commentaires » de ce document.

## Point n°3

piste 4: point 3 (2min31s)

Ce point se situe juste à côté de l'arrêt du tramway en face du point n°1 de l'autre côté de l'avenue Jean Jaurès (fig.11).

Par rapport à la photo le point d'enregistrement se situe de l'autre côté du passage piéton.

La prise de son *point 3 (2min31s)* illustre plusieurs phénomènes relevés sur le terrain. Les messages vocaux sont perceptibles mais leur intelligibilité est fragile. Les signaux de cloches sont entendus sans problème même s'ils sont souvent en partie masqués par le bruit des véhicules.

Par manque de directivité des émetteurs, il se crée à certains moments des recouvrements, des mélanges des messages, des battements et des déphasages des rythmes des cloches. Ces effets sont amoindris dans la prise de son. Les sons occupent l'espace.



fig.11 prise de vue depuis le point n°3

## Point n°4

piste 5: point 4 (3min22s)

Ce point se situe sur le trottoir coté est de l'avenue Jean Jaurès. De l'autre côté du passage piéton par rapport à la figure 12. Dans la prise de son *point 4 (3min35s)* le signal de cloche est bien audible et le message est intelligible. En ce point, le choc des talons des passants et des voix sont audibles entre le flots des véhicules. Il y a un moment très calme où aucun véhicule n'est arrêté au feu rouge. Dans la prise de son les vagues de bruit des véhicules créées par les feux se font bien sentir (il y en a trois). C'est sur cette traversée que la signalisation semble fonctionner le plus efficacement. Il serait intéressant de voir le résultat des enquêtes effectuées auprès de personnes malvoyantes pour vérifier ces dires.



fig.12 prise de vue depuis le point n°4

## Une deuxième session

le mardi 1 mars 2005 temps froid ensoleillé  
Les prises de son aux points 1 et 4 ont été réalisées  
à partir de 14 heures.

### Point n°1

piste 6: point 1 deuxième (1min55s)

Cette prise de son illustre bien les différents phénomènes évoqués jusqu'ici. Un message sonore supplémentaire est présent, c'est une voix d'homme qui annonce que le feu est vert. La circulation automobile est dense, aussi les signaux sont confrontés à un bruit de fond élevé. Les effets de mélanges, d'échos de battements rythmiques sont bien perceptibles.

Les messages sont assez bien intelligibles et les signaux d'alerte sont bien perceptibles. Les signaux de cloches n'ont peut-être pas besoin d'être aussi forts pour être perceptibles.

### Point n°4

piste 7: traversée avenue Jean Jaurès (50s)

Dans la prise de sa traversée cours Jean Jaurès (2min09s) le preneur de son joue le jeu de traverser l'avenue Jean Jaurès en se laissant instruire par les signaux sonores. Le système fonctionne bien à cet endroit. Par contre le manque de directivité des émetteurs fait qu'une grande atténuation des signaux est perceptible au milieu du passage piéton et que plusieurs émetteurs sont perceptibles par endroits (voir la section « Commentaires » ci-après).

## Commentaires

**Les signaux sonores expérimentaux installés sur la place Jean Macé ont été conçus afin d'être perçus par un piéton évoluant dans un environnement sonore bruyant. Ils répondent pour cela bien à cette attente.**

Cependant le seul souci en ce qui concerne la diffusion de ces signaux a été de choisir un haut-parleur qui corresponde bien aux besoins fréquentiels de ces signaux. Le dispositif de diffusion de ces signaux n'a pas été développé (fig.13 et 14).



fig.13 système de diffusion des signaux sonores

**Pourtant, il apparaît avec évidence qu'un travail sur la maîtrise de la directivité du système de diffusion des signaux sonores serait utile.**

Le manque de directivité des points d'émission associée à la faible distance entre les points émetteurs créent des battements, des recouvrements, des délais et des mélanges dans les messages et signaux, ce qui réduit fortement la possibilité de les localiser et crée une certaine musicalité ou une cacophonie, suivant les goûts de chacun, qui détourne les signaux de leur vocation informationnelle. Ce constat technique devra alors être rapproché des résultats de l'enquête.

Dans une approche positive, il faudrait que chaque point reçoive un traitement particulier destiné à renforcer la qualité d'écoute et à diminuer les fuites intempestives des sons. Dans toute installation sonore, la spécificité des lieux et du concept mis en place impose un dispositif d'écoute particulier. Dans une salle ou un studio le dispositif d'écoute est créé en grande partie par le lieu lui-même. Dans le cas d'une place urbaine réunissant plusieurs moyens de transport bruyants, un dispositif d'écoute particulier serait à mettre en place en fonction du cahier des charges spécifique au lieu.

**Ce qui est à prendre en considération n'est pas uniquement le signal audio à diffuser, mais aussi le dispositif de diffusion de ces signaux.**

Une fois ce dispositif mis en place il serait possible de penser les sons de signalisation en jouant plus sur la facture du son (en complément des bandes de fréquences plus ou moins sensibles de l'oreille) et de repenser spatialement l'ensemble des territoires sonores définis par ces points d'émission, afin de leur donner une identité propre.

Une remarque est à faire sur la nature même et la morphologie des objets sonores choisis, qui a été en partie guidée par des contraintes de niveau sonore. La cloche se caractérise par une attaque très abrupte qui fait référence à un signal d'alerte, signifiant « danger ». N'est-il pas envisageable que la nature de ce son particulier devienne irritant pour les piétons usagers de ces trottoirs à force de répétition? De plus le bruit ambiant assez fatiguant n'est pas vraiment apte à accueillir de nouveaux signaux sonores : pour que les signaux et les messages soient audibles et intelligibles, il faut jouer la surenchère, monter le niveau sonore.

Il est vrai que dès que la sécurité est mise en jeu par le sonore, le systématisme prend le dessus. Une approche plus douce de la signalisation serait cependant envisageable. Pour s'en convaincre, pensons, pour ceux qui les ont entendus, aux signaux émis par les bus circulant sur le Grand Lyon. Ces sons ne sont-ils pas exemplaires de signaux d'alertes non agressifs?

Une dernière conception serait peut-être d'équiper les personnes d'un kit piéton avec un retour casque (ou sur la télécommande) ou peut-être que la voie du sonore n'est pas la meilleure à emprunter dans ce contexte (information tactile, vibratoire ?).

Il faut concevoir que certaines personnes et pour diverses raisons ont une exigence plus élevée que d'autres en terme de contenu du fond sonore à l'intérieur de leurs logements. Aussi, entendre, et ce même de façon infime, un son depuis leurs logements clos est pour elles un fait de très grande importance. L'oreille se focalise sur ce son.

De plus la gêne créée peut être renforcée par le caractère répétitif des signaux avec une attaque et une décroissance de

l'enveloppe sonore très brutale. Il n'est donc jamais évident d'installer un dispositif sonore dans un lieu public en ne dérangeant personne. La seule perspective du changement peu entraîner une gêne chez certaines personnes.

Pour les sources sonores expérimentales de la place Jean Macé, les concepteurs n'ont pas eu à intégrer la portée de leur dispositif. Cette donnée est pourtant nécessaire : l'espace est un facteur qui rentre en compte dès que le sonore est évoquée. Effectivement, le son n'est pas une matière en soi, quelque chose de tangible ni même d'extractible. Le son c'est avant tout un milieu vibrant dans des espaces de formes et de matières qui définissent des sonorités, des ambiances, une atmosphère.

Il serait donc utile d'intégrer la notion de directivité du sonore au moment de la conception d'un dispositif de diffusion (les lampadaires n'éclairent pas le ciel). Des expérimentations préalables seraient alors nécessaires ainsi qu'un réglage in situ du dispositif.

**Il serait également utile de penser à un système de réception des messages sonores au niveau du piéton si le travail sur la directivité des signaux ne s'avérait pas suffisant.**



fig.14 système de diffusion des signaux sonores

## Annexes

# Documentations techniques

carte audio 0404 EMU

microphone ECM 999-PR SONY (et page suivante)

**Specifications**

**General**

- Sample Rates: 44.1, 48, 96kHz from internal crystal or externally supplied clock
- Bit Depth: 24 or 16 bits
- 32-bit DSP with 67-bit accumulator
- Hardware-accelerated mixing and effects processing
- PCI Bus-Mastering DMA subsystem reduces CPU usage
- Zero-latency direct hardware monitoring w/effects
- Compatible with ASIO 2.0, WDM, MME, DirectSound®
- Size: 156mm L x 107mm H
- Weight: .25lb/.10kg (card), .85lb/.40kg (with cables)

**Analog Line Inputs**

- Two 1/4" inputs (unbalanced)
- Type: DC-coupled, low-noise input stage
- Level: -10dBV nominal, 6.4dBV maximum
- Frequency Response (20Hz – 20kHz): +0.20/-0.10dB
- THD+N (1kHz at -1dBFS): -100dB (.001%)
- SNR (A-weighted, 22kHz BW): 111dB
- Dynamic Range (1kHz, A-wt, 22kHz BW): 111dB
- Stereo Crosstalk (1kHz at -1dBFS): < -120dB

**Analog Line Outputs**

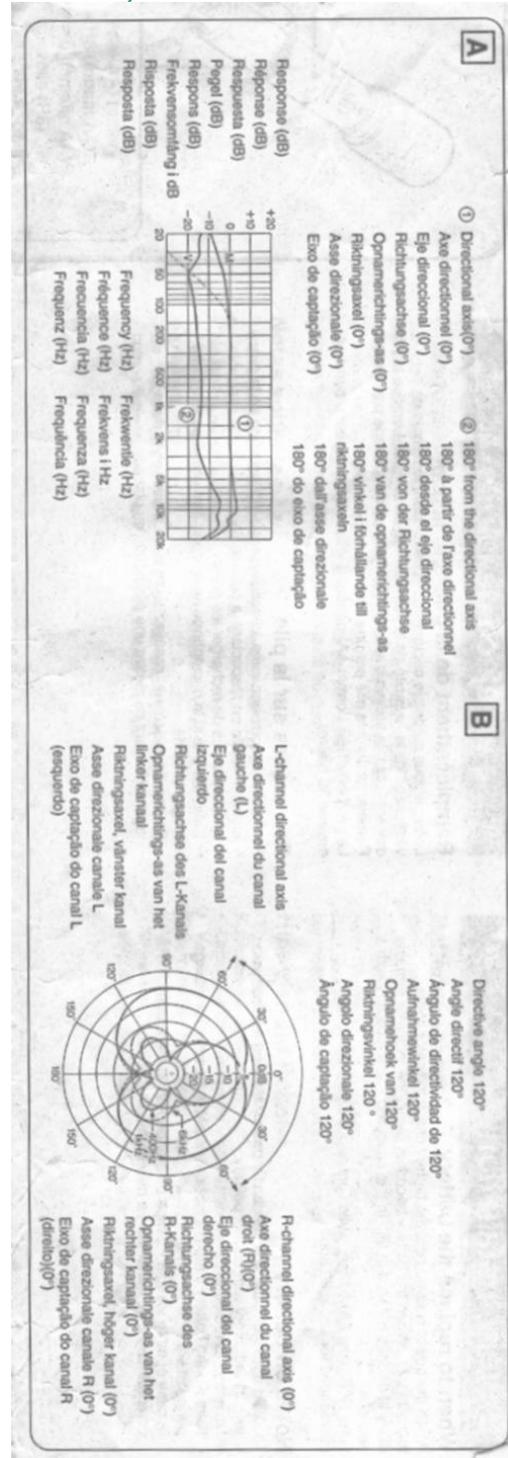
- Two 1/4" outputs (unbalanced)
- Type: differential low-pass filter (3-pole)
- Level: -10dBV nominal, 6.4dBV maximum
- Frequency Response (20Hz – 20kHz): +0.05/-0.10dB
- THD+N (1kHz at -1dBFS): -100dB (.001%)
- SNR (A-weighted, 22kHz BW): 116dB
- Dynamic Range (1kHz, A-wt, 22kHz BW): 116dB
- Stereo Crosstalk (1kHz at -1dBFS): < -109dB

**Digital I/O**

- S/PDIF:
  - 2 in/2 out coaxial (transformer coupled)
  - 2 in/2 out optical
  - S/PDIF or AES/EBU format (software switchable)
- MIDI:
  - 1 in, 1 out

**Synchronization**

- Internal crystal sync at 44.1, 48, 96kHz
- External sample rate sync to S/PDIF (opt. or coax)



## Spécifications

### Généralités

Type	Microphone électrostatique à électrets (avec capsules à condensateur "Back-Electret"), stéréo unidirectionnel (utilisant le système "Mid-side")
Connecteur de sortie de microphone	Type Cannon XLR-5-12C (Connexion des broches: 1 blindage 2 canal gauche positif 3 canal gauche négatif 4 canal droit positif 5 canal droit négatif)
Cordon du microphone	Deux fils blindés OFC (cuivre sans oxygène) parallèles avec connecteur de type cannon Longueur: Env. 5 m
Pile	Pile R6 (format AA)
Dimensions	40 x 246 mm (diamètre extérieur x longueur) (1 3/4 x 9 3/4 pouces)
Poids	Env. 385 g (13,5 onces), pile comprise
Accessoires fournis	Bonnette anti-vent (1) Support de microphone (Vis PF1/4) (1) Cordon de microphone (1) Cordon adaptateur OFC (cuivre sans oxygène) Longueur: Env. 50 cm (2) (ECM-999 uniquement) Vis adaptatrice pour pied de microphone SAD-35 (1), SAD-34 (1) Etui de transport (1) Mode d'emploi (1)

### Performances

Réponse en fréquence	20 - 20 000 Hz (voir l'illustration <b>A</b> .)
Directivité	Système stéréo Mid-wide Angle directif: 0° à 150° variable continuellement) (Voir l'illustration <b>B</b> .)
Impédance de sortie	480 ohms, +20%, équilibré
Sensibilité (angle directif 120°)	Tension de circuit ouvert <sup>*1</sup> : -48 ±3 dB Niveau d'efficacité <sup>*2</sup> : -50 B ±3 dBm
Alimentation	Différence de sensibilité entre les canaux L et R: inférieure à 3 dB <sup>*1</sup> 0dB = 1 V/Pa, 1 000Hz (1 Pa = 10 µbar = 94 dB SPL) <sup>*2</sup> 0dBm = 1 mW/Pa, 1 000Hz Impédance de charge recommandée: Supérieure à 3 kilohms Tension normale de fonctionnement : 1,5 V, pile R6 (format AA) Tension minimum de fonctionnement : Env. 1 V Durée de la pile : Env. 80 heures avec une pile Sony R6P (format AA)
Niveau de bruit	Rapport signal sur bruit: Supérieur à 68 dB (1 000 Hz, 1 Pa) Bruit inhérent (Converti en volume sonore équivalent) <sup>*3</sup> : Inférieur à 26 dB SPL Bruit de vent (avec bonnette anti-vent) <sup>*4</sup> : Inférieur à 50 dB SPL Bruit d'induction de champ magnétique extérieur <sup>*5</sup> : Inférieur à 10 dB SPL
Niveau maximum de pression admissible	<sup>*3</sup> 0 dB SPL = 2 x 10 <sup>-5</sup> Pa <sup>*4</sup> Le bruit du vent est mesuré en soumettant le microphone à un courant d'air de 2 m/s (6,6 pieds/s) dans toutes les directions. On prend la moyenne et on la convertit en volume sonore équivalent. <sup>*5</sup> Le bruit d'induction de champ magnétique extérieur est mesuré en plaçant le microphone dans un champ magnétique alternatif de 50 Hz, 1 x 10 <sup>-7</sup> T. On prend la valeur maximale et on la convertit en volume sonore équivalent.
Plage dynamique	Supérieure à 130 dB SPL (à 1 000 Hz, 1% de distorsion)
Température de fonctionnement	Supérieure à 104 dB
Température de stockage	0 °C à 40 °C (32 °F à 104 °F) -20°C à +60°C (-4 °F à +140 °F)

### Accessoires en option

Adaptateur de fiche	PC-201M (Minifiche ↔ prise 6.35)
	PC-58S (Minifiche stéréo ↔ Prises 6,35 x 2)

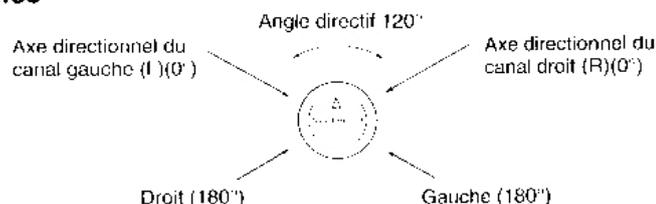
La conception et les spécifications sont modifiables sans préavis.

### Réponse en fréquence

Voir l'illustration **A**.

### Directivité

Voir l'illustration **B**.



enregistreur DAT DAP-1 TASCAM

**Specifications**

**Format :** Rotary head digital audio tape deck  
**Record Time :** 120 minutes (with 120-min tape)  
**Fast Winding Time :** Approx. 60 seconds  
**Tape Speed :** 8.15 mm/sec. (12.225 mm/sec. during play)  
**Quantization :** 16-bit linear  
**Error Correction Method :** Octuple error correction  
**Drum Speed :** 2,000 rpm  
**Sampling Rates :**  
 48 kHz recording (digital/analog), play  
 44.1 kHz recording (digital/analog), play  
 32 kHz recording (digital only), play  
**Channel :** 2 channels  
**Frequency Response :** 20 Hz to 20 kHz,  $\pm 0.5$  dB (44.1/48 kHz) (LINE)  
**S/N :** Better than 90 dB (LINE)  
**Dynamic Range :** Better than 90 dB (LINE)  
**Total Harmonic Distortion :** Better than 0.007%, 1 kHz (LINE)  
**Channel Separation :** Better than 85 dB (1 kHz)  
**Wow and Flutter :** Unmeasurable (less than  $\pm 0.001\%$ )  
**Analog I/O**  
**MIC/LINE IN (XLR-3-31 x 2)**  
**MIC**  
**Nominal level :** -60 dBm (0.8 mV)  
**PAD :** 20 dB  
**Input impedance :** 2.5 kohms, balanced  
**LINE**  
**Nominal level :** +4 dBm (1.2 V)  
**Input impedance :** 10 kohms, balanced  
**LINE IN (RCA x 2)**  
**Nominal level :** -10 dBv (0.3 V)  
**Input impedance :** 35 kohms, unbalanced

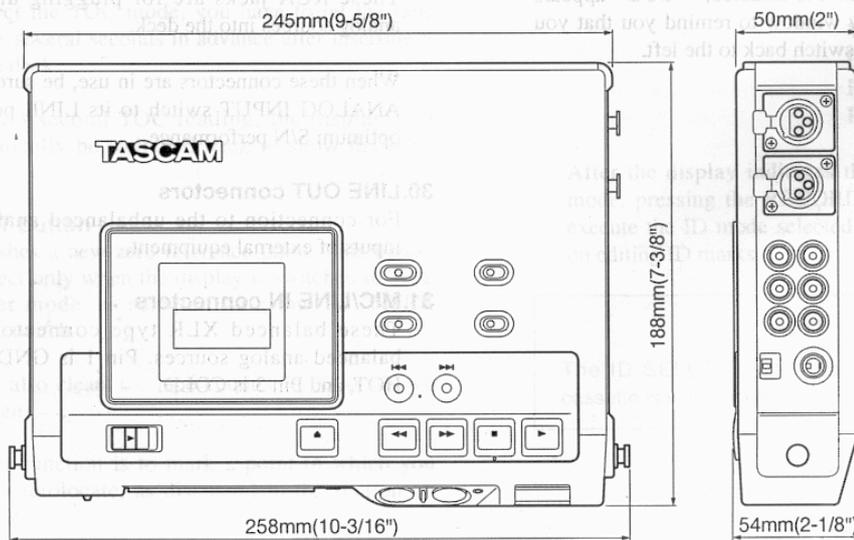
**LINE OUT (RCA x2) :**  
**Nominal level :** -10 dBv (0.3 V)(10-kohm load)  
**Output impedance :** 500 ohms, unbalanced  
**PHONES (1/4" jack x 1)**  
**Max. output level :** 15 mW + 15 mW (32 ohms)

**Digital I/O**  
**IN (RCA x 1) :** IEC 958 TYPE II (S/PDIF)  
**OUT (RCA x 1) :** IEC 958 TYPE II (S/PDIF)  
**Power Supply :** 2-way (AC adaptor PS-D1 and Ni-Cd battery BP-D1 (7.2 V, 1.4 Ah))  
**U.S.A./Canada :** 120 VAC, 60 Hz  
**Europe :** 230 VAC, 50 Hz  
**U.K./Australia :** 240 VAC, 50 Hz

**Power Consumption :**  
 13W (with PS-D1, during OPERATE)  
 15W (with PS-D1, during CHARGE)  
**Battery Charging Time :** Within approx. 2.5 hours  
**Battery Life :** Approx. 120 minutes (continuous recording, PHANTOM OFF), approx. 100 minutes (continuous recording, PHANTOM ON, (2 mA x 2)), Approx. 180 minutes (stop)  
**Dimensions (WxHxD) :** 258 x 54 x 188 mm (10-3/16" x 2-1/8" x 7-3/8")  
**Weight :** 1.2 kg (2-10/16 lbs) (excluding battery (240 g))  
**Supplied Accessories :** AC adaptor/battery charger (PS-D1), Ni-Cd battery (BP-D1), and Carrying belt

- In these specifications, 0 dBv is referenced to 1 Volt, and 0 dBm is referenced to 0.775 Vrms. Actual voltage levels are also given in parenthesis (0.316 V for -10 dBv rounded off to 0.3 V).
- Changes in specifications and features may be made without notice or obligation.

**DA-P1 External Dimensions**



## Indices statistiques

LAeq : Niveau sonore équivalent pondéré A, c'est à dire un niveau sonore constant sur la période horaire choisie  $[t_1, t_2]$  et qui possède la même énergie acoustique que l'ensemble des niveaux sonores mesurés sur cette même période ( $p_a$  étant la surpression acoustique).

$$LAeq = 10 \cdot \log \left( \frac{1}{t_2 - t_1} \cdot \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_a^2}{p_0^2} dt \right)$$

L90 : Indice statistique de bruit qui représente les niveaux sonores atteints ou dépassés durant 90% du temps de la mesure. Il donne donc une estimation du bruit de fond.

Bruit de fond : Bruit résiduel constitué par l'ensemble des bruits habituels extérieurs et intérieurs dans un lieu donné correspondant à l'occupation normale des locaux et au fonctionnement normal des équipements.

Lmin : Indice statistique de bruit qui représente la valeur minimale du niveau sonore enregistré.

Lmax : Indice statistique de bruit qui représente la valeur maximale du niveau sonore enregistré.

Lday : LAeq pour la période 6h-18h

Levening : LAeq pour la période 18h-22h

Lnight : LAeq pour la période 22h-6h

Lden : Indicateur de bruit provenant de la nouvelle directive européenne relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement.

$$Lden = 10 \cdot \log \left( \frac{12 \cdot 10^{\frac{Lday}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{Levening+5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{Lnight+10}{10}}}{24} \right)$$

## Diaporama

### IMPORTANT A LIRE AVANT L'UTILISATION DE LA PRESENTATION

#### QUELQUES REGLAGES :

- Cliquer sur la barre des tâches avec le bouton droit et dans "propriétés" désélectionner "Conserver la Barre des tâches au dessus des autres fenêtres".
- Dans "Démarrer/paramètres/panneau de configuration/affichage", dans l'onglet apparence choisir "Style Windows Classique" puis dans l'onglet Paramètres choisir la résolution d'écran 1024x768.

#### --POUR QUITTER LA PRESENTATION UTILISER LE RACCOURCI ALT+F4--

---Pour ouvrir la présentation ouvrir simplement la page HTML intitulée "ouvrir". Cliquer ensuite sur "ENTRER". Un programme affiche la présentation en plein écran à l'ouverture à partir de cette page. Il se peut qu'un temps de chargement de quelques secondes soit nécessaire pour les fichiers audio.

---Le fichier "données" contient toutes les informations nécessaires au bon fonctionnement de la présentation. Ce fichier doit rester inchangé et doit se trouver toujours dans le même dossier que le fichier "ouvrir.htm" pour que les liens hypertextes ne soient pas perdus.

---De même pour la page "infos.htm" qui doit rester dans le même dossier que la page "ouvrir.htm".

#### LOGICIELS :

--- Cette présentation nécessite la version 6 de INTERNET EXPLORER ainsi que le plug-in windows media player 6 ou plus.

#### SYSTEME :

--- La présentation contient des fichiers son au format .wav, il faut donc que l'ordinateur soit équipé d'une carte son.

#### DIFFUSION SONORE :

--- Dans l'idéal, en plus d'une carte son, un bon système de diffusion (enceintes actives par exemple) et (dans l'utopique) un bon local d'écoute sont requis.