



**POLYTECH<sup>®</sup>**  
**TOURS**

Département  
Aménagement et Environnement



Ecole d'ingénieurs  
polytechnique  
de l'université de Tours

**CITERES**  
UMR 6173  
*Cités, Territoires,  
Environnement et Sociétés*

*Equipe IPA-PE*  
*Ingénierie du Projet*  
*d'Aménagement, Paysage,*  
*Environnement*

**Projet de Fin d'Etudes**

# **CARTOGRAPHIE DU BRUIT :**

## **Vers une cartographie efficace du bruit en milieu urbain**



**DESMEDT Thomas**

**2014-2015**

**Directeurs de recherche**

**SERRHINI Kamal**

**PALKA Gaëtan**



# **Cartographie du bruit :**

## **Vers une cartographie efficace du bruit en milieu urbain**

**Directeur de recherche :**  
**SERRHINI Kamal**  
**PALKA Gaëtan**

**Auteur :**  
**DESMEDT Thomas**

**2014/2015**

# AVERTISSEMENT

---

Cette recherche a fait appel à des lectures, enquêtes et interviews. Tout emprunt à des contenus d'interviews, des écrits autres que strictement personnel, toute reproduction et citation, font systématiquement l'objet d'un référencement.

L'auteur de cette recherche a signé une attestation sur l'honneur de non plagiat.

# FORMATION PAR LA RECHERCHE ET PROJET DE FIN D'ETUDES : EN GENIE DE L'AMENAGEMENT

---

La formation au génie de l'aménagement, assurée par le département aménagement de l'Ecole Polytechnique de l'Université de Tours, associe dans le champ de l'urbanisme et de l'aménagement, l'acquisition de connaissances fondamentales, l'acquisition de techniques et de savoir-faire, la formation à la pratique professionnelle et la formation par la recherche. Cette dernière ne vise pas à former les seuls futurs élèves désireux de prolonger leur formation par les études doctorales, mais tout en ouvrant à cette voie, elle vise tout d'abord à favoriser la capacité des futurs ingénieurs à :

- Accroître leurs compétences en matière de pratique professionnelle par la mobilisation de connaissances et de techniques, dont les fondements et contenus ont été explorés le plus finement possible afin d'en assurer une bonne maîtrise intellectuelle et pratique,
- Accroître la capacité des ingénieurs en génie de l'aménagement à innover tant en matière de méthodes que d'outils, mobilisables pour affronter et résoudre les problèmes complexes posés par l'organisation et la gestion des espaces.

La formation par la recherche inclut un exercice individuel de recherche, le projet de fin d'études (P.F.E.), situé en dernière année de formation des élèves ingénieurs. Cet exercice correspond à un stage d'une durée minimum de trois mois, en laboratoire de recherche, principalement au sein de l'équipe Ingénierie du Projet d'Aménagement, Paysage et Environnement de l'UMR 6173 CITERES à laquelle appartiennent les enseignants-chercheurs du département aménagement.

Le travail de recherche, dont l'objectif de base est d'acquérir une compétence méthodologique en matière de recherche, doit répondre à l'un des deux grands objectifs :

- Développer toute ou partie d'une méthode ou d'un outil nouveau permettant le traitement innovant d'un problème d'aménagement
- Approfondir les connaissances de base pour mieux affronter une question complexe en matière d'aménagement.

**Afin de valoriser ce travail de recherche nous avons décidé de mettre en ligne les mémoires à partir de la mention bien.**

# REMERCIEMENTS

---

Avant de commencer, je tiens à remercier mes directeurs de recherche Mr. Kamal SERRHINI ainsi que Mr. Gaëtan PALKA pour leur encadrement, leurs remarques et conseils apportés tout le long de ce projet de fin d'études.

Egalement, j'adresse mes remerciements aux partenaires du contrat de recherche carte-ASUR pour leur aide, leurs remarques qui m'ont aidé dans l'établissement du questionnaire et dans la compréhension du sujet en général. Plus particulièrement, merci à Mme Catherine LAVANDIER, coordinatrice du projet de recherche, Mme Catherine DOMINGUEZ et Mr. Saül GOMEZ du laboratoire COGIT de l'IGN pour la production et la modification des prototypes cartographiques ainsi que pour leur collaboration concernant l'enquête.

Je remercie tous les volontaires qui ont bien voulu participer à cette enquête et qui ont participé à faire évoluer le projet de par leurs remarques et réponses.

De même, je fais part de ma gratitude envers toutes les personnes qui ont pu consacrer du temps pour participer à faire avancer ce projet, en particulier Mr. Stéphane TAILLEBOIS, chargé entre autres du bruit dans la Communauté d'Agglomération Tours Plus, Mr. CANTELOUP de l'Agence Régional de la Santé, Mr. BERROU, chargé de bruit au sein du Service Communal d'Hygiène et de santé, ainsi que Mr LESOUEF, ingénieur en chef dans la Direction Départemental des Territoires et de la Mer.

Enfin, mes derniers remerciements s'adressent à mes amis, étudiants du Département Aménagement au sein de l'Ecole Polytechnique de l'Université de Tours, et proches qui ont su me soutenir tout le long du projet de recherche et grâce auxquels j'ai pu entrer en contact avec des personnes directement ou indirectement liées au thème de la cartographie du bruit.

# SOMMAIRE

---

|                                                                                               |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Avertissement .....</b>                                                                    | <b>4</b>  |
| <b>Formation par la recherche et projet de fin d'études : En Génie de l'Aménagement .....</b> | <b>5</b>  |
| <b>Remerciements .....</b>                                                                    | <b>6</b>  |
| <b>Glossaire.....</b>                                                                         | <b>8</b>  |
| <b>Contextualisation du projet .....</b>                                                      | <b>9</b>  |
| <b>Définition des Notions Clés .....</b>                                                      | <b>11</b> |
| <b>Introduction.....</b>                                                                      | <b>12</b> |
| 1. Le bruit en milieu urbain, première source de plainte en France: .....                     | 12        |
| 2. La cartographie, un moyen de lutter contre les nuisances sonores? .....                    | 13        |
| 3. Vers une cartographie efficace du bruit en milieu urbain :.....                            | 14        |
| <b>Présentation de l'objet d'étude .....</b>                                                  | <b>16</b> |
| 1. Le périmètre d'étude :.....                                                                | 16        |
| 2. Les prototypes cartographiques : .....                                                     | 17        |
| <b>Présentation du protocole opératoire.....</b>                                              | <b>21</b> |
| 1. L'enquête par questionnaire en temps réel .....                                            | 21        |
| 2. Composition du questionnaire .....                                                         | 21        |
| 3. Objectifs visés par le questionnaire .....                                                 | 22        |
| 4. L'échantillon enquêté.....                                                                 | 24        |
| <b>Résultats de l'enquête et Discussions .....</b>                                            | <b>27</b> |
| Résultats relatifs aux cartes d'ensemble .....                                                | 27        |
| <i>Compréhension générale :</i> .....                                                         | 27        |
| <i>Perception des cartes :</i> .....                                                          | 28        |
| <i>Choix retenus :</i> .....                                                                  | 29        |
| Résultats portant sur la carte détail :.....                                                  | 29        |
| <i>Perception des symboles :</i> .....                                                        | 29        |
| <i>Choix retenus :</i> .....                                                                  | 31        |
| <b>Conclusion et Perspectives .....</b>                                                       | <b>32</b> |
| <b>Bibliographie .....</b>                                                                    | <b>33</b> |
| <b>Annexes .....</b>                                                                          | <b>35</b> |

# GLOSSAIRE

---

**ADEME** : Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

**ARS** : Agence Régionale de la Santé

**Carte-ASUR** : représentation cartographique des Ambiances Sonores Urbaines

**CITERES** : Cités Territoires, Environnement et Sociétés

**COGIT** : Cartographie et Géomatique

**CSB** : Carte Stratégique du Bruit

**dB(A)** : Niveau sonore en décibels pondérés A, plus adapté à l'oreille humaine

**DDT** : Direction Départementale des Territoires

**DDTM** : Direction Départementale des Territoires et de la Mer

**ETIS** : Equipes Traitement de l'Information et Systèmes

**IGN** : Institut Géographique National

**IPA-PE** : Ingénierie du Projet d'Aménagement, Paysage et Environnement

**MRTE** : Mobilité, Réseaux, Territoires et Environnement

**OMS** : Organisation Mondiale de la santé

**PEB** : Plan d'Exposition au Bruit

**PNB** : Point Noir de Bruit

**PPBE** : Plan de Prévention au Bruit de l'Environnement

**PREDIT** : Programme de Recherche Et D'Innovation dans les Transports terrestres

**SCHS** : Service Communal d'Hygiène et de Santé

**UMR** : Unité Mixte de Recherche Cités et Territoires

**UCP** : Université de Cergy-Pontoise

**ZBC** : Zone de Bruit Critique

# CONTEXTUALISATION DU PROJET

Ce projet de fin d'études fait suite à un précédent travail de recherche mené en 2013-2014 par deux étudiantes de l'Ecole Polytechnique de l'Université de Tours, au sein du Département Aménagement.

Ces travaux font partie d'un contrat de recherche à plus grande échelle financé par l'ADEME.

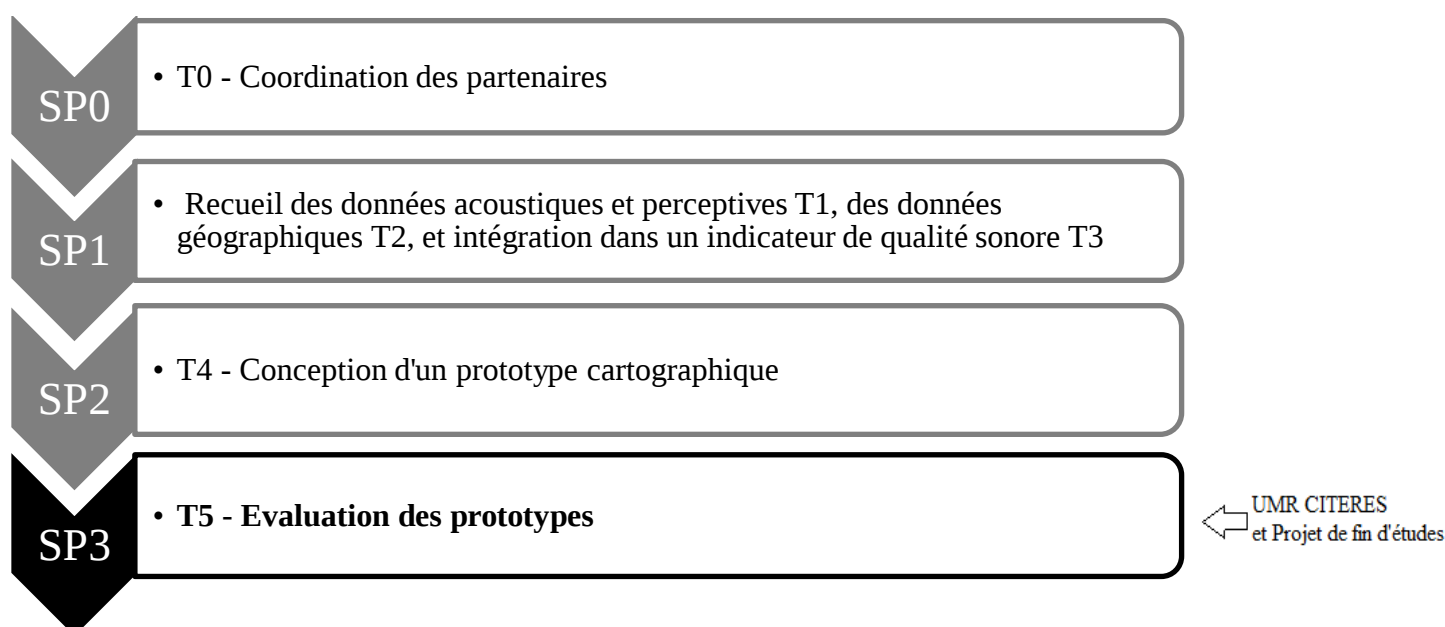
Ce **contrat Cart-ASUR portant sur la « représentation cartographique des Ambiances Sonores Urbaines »** est coordonné par le laboratoire MRTE de l'Université de Cergy-Pontoise et s'étale sur une durée 50 mois. Il regroupe différents partenaires comme l'UMR CITERES de l'Université de Tours, le laboratoire COGIT de l'IGN, le laboratoire ETIS UMR de l'Université de Cergy-Pontoise, l'association Bruitparif, la mairie de Paris où même le Laboratoire d'Intelligence Artificielle de « Vrije Universiteit » à Bruxelles.

On notera 4 sous-parties dans ce contrat :

- Coordination des partenaires
- Caractérisation de la qualité de l'environnement sonore
- Conception d'un prototype cartographique
- **Evaluation du prototype**

**Cette dernière sous-partie, menée par l'UMR CITERES de Tours en collaboration avec le COGIT de l'IGN, constitue l'essentiel de ce projet de fin d'études.**

L'enchaînement de toutes ces étapes et le rôle de chaque partenaire est résumé dans l'organigramme et le planning qui suivent :



|         | Partenaires |            |         |       |                 |            |          | Chronogramme |   |   |   |    |    |         |    |    |    |    |    |         |    |    |    |    |    |         |    |    |    |    |    |    |            |  |  |  |  |
|---------|-------------|------------|---------|-------|-----------------|------------|----------|--------------|---|---|---|----|----|---------|----|----|----|----|----|---------|----|----|----|----|----|---------|----|----|----|----|----|----|------------|--|--|--|--|
|         |             |            |         |       |                 |            |          | Année 1      |   |   |   |    |    | Année 2 |    |    |    |    |    | Année 3 |    |    |    |    |    | Année 4 |    |    |    |    |    |    |            |  |  |  |  |
|         | C           | 1          | 2       | 3     |                 |            | S<br>T   | 2            | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14      | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26      | 28 | 30 | 32 | 34 | 36 | 38      | 40 | 42 | 44 | 46 | 48 | 50 |            |  |  |  |  |
|         | MRTE -UCP   | Bruitparif | CITERES | COGIT | Mairie de Paris | ETIS - UCP | AI - Lab |              |   |   |   |    |    |         |    |    |    |    |    |         |    |    |    |    |    |         |    |    |    |    |    |    | Validation |  |  |  |  |
| Tâche 0 |             |            |         |       |                 |            |          |              |   |   |   |    |    |         |    |    |    |    |    |         |    |    |    |    |    |         |    |    |    |    |    |    |            |  |  |  |  |
| Tâche 1 |             |            |         |       |                 |            |          |              |   |   |   |    |    |         |    |    |    |    |    |         |    |    |    |    |    |         |    |    |    |    |    |    |            |  |  |  |  |
| Tâche 2 |             |            |         |       |                 |            |          |              |   |   |   |    |    |         |    |    |    |    |    |         |    |    |    |    |    |         |    |    |    |    |    |    |            |  |  |  |  |
| Tâche 3 |             |            |         |       |                 |            |          |              |   |   |   |    |    |         |    |    |    |    |    |         |    |    |    |    |    |         |    |    |    |    |    |    |            |  |  |  |  |
| Tâche 4 |             |            |         |       |                 |            |          |              |   |   |   |    |    |         |    |    |    |    |    |         |    |    |    |    |    |         |    |    |    |    |    |    |            |  |  |  |  |
| Tâche 5 |             |            |         |       |                 |            |          |              |   |   |   |    |    |         |    |    |    |    |    |         |    |    |    |    |    |         |    |    |    |    |    |    |            |  |  |  |  |

Planning prévisionnel et mise à jour du planning (source : rapport Carte-ASUR, décembre 2014)

|  |                                              |
|--|----------------------------------------------|
|  | Réunion de tous les partenaires              |
|  | Réunion partielle sur une tâche particulière |
|  | Responsable de la tâche                      |
|  | Partenaire associé à la tâche                |

R : Rapports intermédiaires vers les autres partenaires  
L : Livrables  
I: Rapport Intermédiaire  
F : Rapport Final

# DEFINITION DES NOTIONS CLES

---

Avant d'aborder le sujet, il conviendrait de s'accorder sur le sens donné aux termes principaux récurrents.

**On définira tout d'abord la notion de bruit comme toute forme de son pouvant provoquer une gêne chez l'individu, pouvant même nuire à son état de santé.** Le bruit est une préoccupation mondiale reconnu pour ses effets néfastes sur l'homme comme sur la femme notamment en milieu urbain. Première source de plainte en France, ce vecteur de stress, d'irritabilité, d'insomnie, de fatigue, de maux de têtes, de pertes de l'audition comme de pathologies cardio-vasculaire est au cœur de ce projet de recherche. On adoptera donc la définition du bruit au sens perceptif du terme, qui diffère de celle donnée en algorithmique ou en physique. D'après l'ISO (Organisation internationale de normalisation), le bruit est défini comme un « phénomène acoustique produisant une sensation généralement considérée comme désagréable ou gênante ».

Si l'on considère la cartographie simplement comme « la science de la communication et de l'information entre les individus au moyen d'une carte » [J. Morrison], comme une forme de langage visuel, **la carte de bruit** est le canal entre l'émetteur (cartographe) et le récepteur (utilisateur) qui **permet d'informer le lecteur sur le bruit dans un lieu donné** [C. Cauvin et Al.]. Elle peut représenter un ou plusieurs paramètres, contenir des informations et des objectifs qui diffèrent d'une carte à une autre.

On introduit dans ce contrat de recherche une notion nouvelle : **l'agrément sonore**. Celui-ci **se distingue de la simple sensation de bruit et permet de qualifier la qualité de l'environnement sonore autour du récepteur**.

**L'intensité sonore**, quant à elle, **qualifie l'importance des sons ressentis par l'oreille humaine**.

On introduira également la notion de **zone d'horizon acoustique** dans ce projet de fin d'études, **limitée par les éléments de la ville que l'on considère comme des obstacles principaux aux sons perçus tels que les bâtiments**. Elle est inscrite dans un cercle de 300 m autour du point de mesure (récepteur).

# INTRODUCTION

---

## 1. LE BRUIT EN MILIEU URBAIN, PREMIERE SOURCE DE PLAINTE EN FRANCE:

Reconnu comme le premier vecteur de nuisances pour l'homme par 54% des personnes vivant dans les villes de plus de 50 000 habitants (*source : DDT37, PPBE Juillet 2014*), le bruit est en revanche une préoccupation gouvernementale plutôt récente. Il faudra attendre 1992 en France avant que la première loi n° 92-1444 « Royal » ou loi-cadre sur le bruit fixe certaines bases en faveur de la lutte contre les nuisances sonores dans l'environnement. Cette considération légale plutôt tardive se traduit essentiellement par l'identification des sources de bruit, de la mise en place de mesures d'ordre punitif, comme des sanctions, amendes ou bien par le biais de réglementations, de normes en aménagement du territoire.

Physiciens, acousticiens, sociologues, médecins se sont longtemps penchés sur la question du bruit pour l'identifier, le définir, en trouver les caractéristiques, ses causes, ses conséquences. Et, au même titre que les découvertes et recherches sur le bruit, l'arsenal législatif mis en place pour lutter contre cette nuisance a fortement évolué.

Le principal écueil d'abord rencontré par les experts est le caractère subjectif du bruit relevant du domaine perceptif qui témoigne de la complexité à le caractériser, le quantifier. Le son est une onde qui se propage sur quatre dimensions, qui évolue selon trois plans (harmonique, mélodique, dynamique) [J - G. Migneron et Al., 1980] et ne saurait être uniquement caractérisé par le paramètre d'intensité sonore en décibels [B.Weninger]. L'oreille humaine est sensible à d'autres paramètres comme le timbre et ne perçoit pas les fréquences de la même façon (« acoustic parameters such as frequency and timbre are perceived and understood differently from person to person » [Buziek, 2003]). En plus de cela, les sons ne sont pas perçus similairement d'un âge à l'autre, d'une culture à une autre. Avec le vieillissement de l'organisme et du système auditif, on assiste à plusieurs phénomènes comme la presbycousie, la perte de l'ouïe pour les hautes fréquences au fil du temps (cf. [annexe 1](#)). D'autre part, d'un lieu à un autre, certains individus sont quotidiennement exposés aux mêmes sources de bruit et développent une accoutumance à certaines fréquences voire une perte partielle de l'audition, ce qui diminue potentiellement leur sensibilité auditive à cet égard.

Face à la difficulté de concilier l'ensemble de ces paramètres (intensité, fréquence, timbre, émergence, etc...) pour lutter contre le bruit, et compte de tenu de la haute variabilité des ressentis sonores, acousticiens, décideurs, acteurs de la santé ou de l'aménagement se sont finalement penchés sur la réglementation d'un des paramètres principaux du son : le niveau sonore (ou intensité) exprimé en décibels dB. Il a été jugé que « La connaissance des niveaux sonores permet d'appliquer ou rechercher et mettre au point, [...] soit encore du point de vue aménagement du territoire, le mode de protection convenable » [Ternisien, 1968]. Plus particulièrement, une échelle logarithmique de mesure de l'intensité sonore a été établie pour rendre compte de la sensibilité de l'oreille humaine à certaines fréquences : le décibel pondéré A ou dB(A). Cette unité est physiologiquement plus

adaptée car la sensibilité est généralement moins importante pour les basses fréquences et davantage pour les aigues (cf. [Annexe 2](#)).

Suite à la directive européenne 2002/49/CE relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement du 25 Juin 2002, la connaissance de ce niveau sonore en dB(A) est devenue fondamentale pour connaître l'exposition des populations au bruit et agir en conséquence.

Au total, ces 20 dernières années, environ « cinquante textes de lois » [V. Rozec et Al., 2003] ont été rédigés sur de nombreux domaines pour identifier, réduire les nuisances sonores. Mais malgré cet important arsenal législatif, on assiste à une augmentation inexorable des plaintes contre le bruit en France. Des difficultés d'application subsistent parfois, « faute de moyens alloués », pour cause de « mauvaise sensibilisation » des citoyens [V. Rozec et Al., 2003].

En ce sens, l'établissement de cartes de bruit pourrait constituer une forme de sensibilisation, une source d'information vers la mise en place de mesures préventives ou curatives.

## **2. LA CARTOGRAPHIE, UN MOYEN DE LUTTER CONTRE LES NUISANCES SONORES?**

Si la considération du bruit est plutôt tardive, la mise en place de cartes de bruit légales l'est davantage. Les premiers prototypes apparaîtront dans les années 1960-1970 et l'établissement de normes cartographiques sur le bruit devront attendre les années 1990-2000, notamment 1997 avec la norme française NF S 31-130 sur la *Cartographie du bruit en milieu extérieur – Elaboration des cartes et représentation graphique*.

Ces prototypes avant-gardistes ne proviennent pas de France. On notera par exemple les premières cartes de bruit de fond produites en Allemagne à Dortmund en 1962, ou bien les cartes de bruit de fond de la ville de Montréal au Québec produites en 1971 (cf. [Annexe 3](#)). Dans cette dernière, la méthode de cartographie adoptée est la représentation en 5 classes du bruit délimitées par des courbes isosoniques (ici, des courbes de même niveau de bruit de fond) allant du rouge sombre au jaune désaturé. 8640 mesures ont été effectuées par un véhicule équipé d'un récepteur le long de certains axes routiers de Montréal. Autour de ces points de mesure, la décroissance du niveau de bruit de fond a été déterminée par un algorithme d'interpolation linéaire « SYMAP » [J-G. Migneron et Al., 1980]. Ces premiers prototypes novateurs ont en partie inspiré les cartes de bruit stratégiques d'aujourd'hui et certains principes de ce type de cartographie sont encore respectés.

Désormais, avec l'entrée en vigueur de la directive européenne 2002/49/CE, c'est uniquement le niveau sonore en dB(A) qui est cartographié. Celle-ci fixe le cadre réglementaire pour l'établissement des cartes stratégiques de bruit. Elles ont pour finalités :

- De fournir à la Commission des données sur l'exposition des populations
- D'informer le public
- Plus largement, ces cartes stratégiques de bruit seraient donc indirectement un moyen de lutter contre les nuisances sonores avec l'établissement « de plans d'actions ».

(source : CERTU, *Comment réaliser des cartes de bruit stratégiques en agglomération – Mettre en œuvre la directive 2002/49/CE*)

Cependant, ces cartes stratégiques ne sont imposables qu'aux agglomérations de plus de 100 000 habitants, avec un fort trafic routier, ferroviaire ou aérien, et l'information véhiculée est bien spécifique :

En effet, le niveau sonore en dB(A) calculé dans ces cartes est noté de différentes façons. Il est noté  $L_d$ ,  $L_e$ ,  $L_n$ ,  $L_{den}$  suivant si l'intensité moyenne est évaluée sur la journée (de 6h à 18h), la soirée (de 18h à 22h), la nuit (22h à 6h) ou sur 24 heures (day, evening and night). La sensibilité des riverains n'étant pas la même pendant ces périodes, la formule de calcul de  $L_{den}$  comprend une majoration de 5 dB(A) pour la soirée et de 10dB(A) pendant la nuit :

$$L_{den} = 10 \cdot 10 \log \frac{12 \cdot 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{night}+10}{10}}}{24}$$

(Source : directive 2002/49/CE)

Le but premier dans ces cartes stratégiques est de repérer les Points Noirs de Bruit (PNB) qui sont des bâtiments situés dans des zones de bruit critiques (ZBC) dont les façades sont exposées à des niveaux de bruit (intensité sonore) supérieurs aux niveaux légaux définis dans la circulaire du 25 Mai 2004 (soit 68 dB(A) en  $L_{den}$  et 62 dB(A) en  $L_n$  pour les voies routières, 73 dB(A) en  $L_{den}$  et 65 dB(A) en  $L_n$  pour les voies ferrées conventionnelles, hors lignes à grandes vitesses. source : DDT 37, PPBE Juillet 2014).

Ces cartes stratégiques permettent donc d'identifier les bâtiments exposés aux bruits, et constituent une première étape vers l'établissement de mesures curatives contre les nuisances sonores (cf. [Annexe 4](#)).

Avec la directive européenne de 2006, ces cartes sont désormais accessibles en ligne, sur des supports plus interactifs.

### 3. VERS UNE CARTOGRAPHIE EFFICACE DU BRUIT EN MILIEU URBAIN :

Cependant, l'efficacité de ces cartes stratégiques réglementaires est limitée par plusieurs paramètres.

D'une part, c'est uniquement le niveau sonore  $L$  en dB(A) qui est représenté, un des nombreux paramètres composant le bruit. C'est une variable quantitative qui est bien souvent difficile à en imaginer le ressenti. Si l'Organisation Mondiale de la Santé estime que l'individu est mis en danger au-delà de 65 dB(A) pendant la journée ou de 55dB(A) pendant la nuit (source : OMS, 2009), une majorité d'individus serait incapable de se représenter la sensation occasionnée par un son d'une intensité équivalente. En dehors des seuils et réglementations fixés pour le niveau sonore, les études et recherches menées jusqu'à aujourd'hui tendent à s'accorder sur le fait que l'incompréhension demeure sur ce paramètre quantitatif en dB(A), et ce pour une majorité de citoyens (« *Experiences and user interviews show that an understanding of the absolute sound pressure level value is quite difficult* » [B.Weninger]).

En fait, la cartographie de cet unique paramètre prédestine la carte à un certain type d'utilisateur plus expérimenté. L'usage de la carte stratégique est donc limité et devient alors inexploitable pour une majorité d'individu. D'après B.Weninger, la volonté d'utiliser ces cartes est plutôt faible. Ceci est principalement dû à l'incompréhension en plus d'une implication personnelle quasi-inexistante (« *the motivation to use these maps is quite low. The main reason for this, besides lacking individual concernment, is a lack of understanding* »).

**Dès lors, il devient nécessaire de s'adapter à l'utilisateur, de prendre en compte sa perception si l'on veut rendre la carte de bruit plus accessible et efficace.** Un réel travail d'adaptation, de communication doit être mené dans ces cartes.

D'autre part, les cartes stratégiques de bruit renseignent le niveau sonore uniquement selon trois sources de bruit sans discrimination des types de véhicules pour chacune: le trafic routier, aérien et/ou industriel. Ainsi, d'autres sources de bruit sont potentiellement ignorées. L'information sur le bruit peut alors être considérée comme partielle en plus d'être difficilement compréhensible.

Ces deux facteurs réunis limitent considérablement la portée ainsi que l'exhaustivité de l'information véhiculée, et rendent par conséquent les cartes stratégiques de bruit moins efficaces.

On considèrera qu'**une telle carte est efficace lorsque :**

- Elle **répond aux besoins et à la perception des lecteurs**, tout en respectant les règles de sémiologie cartographique.  
Ainsi, on cherchera à obtenir une **carte utile tout en étant la moins complexe possible**. Les informations véhiculées sont facilement compréhensibles et donc le lien entre le *signifiant* et le *signifié* s'effectue aisément [F. de Saussure, 1916]. D'après J. Bertin, *l'efficacité du message sera d'autant plus grande que le nombre d'images (superposées ou séparées) et leur complexité seront réduits et que la lecture pourra être faite au niveau de l'ensemble*.

Elle doit pour cela être à la fois *lisible*, parcimonieuse et posséder une *bonne sélectivité* [C. Covin et Al., 2007]. Les éléments cartographiques devront donc être visibles et intuitifs pour le lecteur, sans interférer entre eux. La bonne sélectivité dans la carte est nécessaire pour éviter les ambiguïtés qui peuvent empêcher la compréhension.

- D'autre part, **l'aspect esthétique est une qualité externe de la carte non négligeable qui la rendra plus attrayante, attractive**. *Le cartographe doit jongler entre rigueur syntaxique et perception sémiotique, comme un écrivain doit procéder à un équilibre entre grammaire et style* [C. Cauvin et Al., 2007]

Une carte sera efficace si elle est adaptée aux utilisateurs, tout en étant attractive sur le plan esthétique. Elle pourra être plus pertinente car elle répondra à leurs besoins, et moins complexe car elle prendra en compte leur perception (les symboles seront par exemple plus intuitifs). En supposant, bien entendu, que la perception et les besoins varient d'une personne à une autre.

**Elle doit donc être utile et attractive, en étant la moins complexe possible.**

Dans la suite de ce projet, nous allons présenter dans un premier temps l'objet étudié, à savoir les prototypes cartographiques sur le bruit proposés par le laboratoire COGIT de l'IGN, dans deux arrondissements parisiens. Nous décrirons ensuite le protocole opératoire adopté pour répondre à la question de recherche suivante :

**A partir de l'évaluation de ces prototypes cartographiques, quels sont les besoins et préférences communs des utilisateurs en vue de la réalisation de cartes de bruit plus efficaces ?**

Enfin, nous exploiterons les résultats obtenus et proposerons des pistes d'améliorations de ces prototypes.

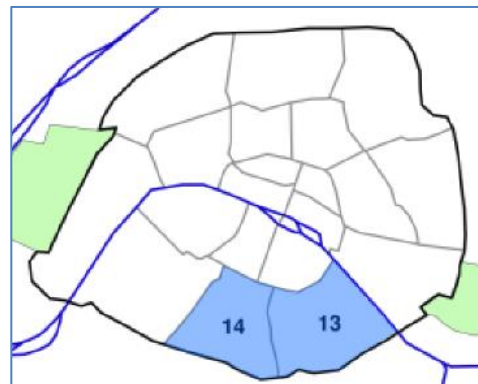
# PRESENTATION DE L'OBJET D'ETUDE

## 1. LE PERIMETRE D'ETUDE :

Dans ce contrat de recherche Cart-ASUR coordonné par le laboratoire MRTE de l'Université de Cergy-Pontoise, les XIIIème et XIVème arrondissements de Paris ont été sélectionnés pour l'enregistrement des mesures sonores et leur cartographie (ci-contre).

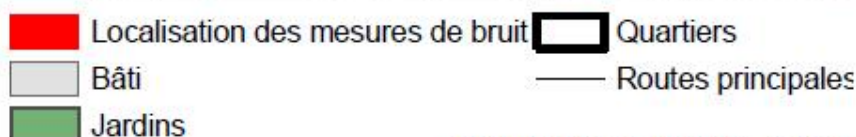
La ville de Paris est un territoire d'étude particulièrement adapté pour la mesure du bruit, du fait « de la forte concentration de l'habitat et de la densité exceptionnelle des infrastructures de transports ». Le « bruit constitue la première nuisance citée » (source : Bruitparif.fr)

Ces deux arrondissements parisiens ont été choisis car ils offrent des catégories de lieux variés qui comportent des sources sonores bien diversifiées (source : Rapport Cart-ASUR, décembre 2014).



Les mesures sonores ont été prises la journée et parfois également pendant la soirée sur un total de 28 lieux à l'aide de téléphone « HTC one X » calibrés. Ces points de mesure se situent dans des endroits typiques sur le plan sonore et bien différenciables : rues piétonne, boulevard, place, marché, parc, carrefour, rue calme, cimetière, école, rue circulée, restaurant/bar, rue commerçante. Au total, environ 4000 mesures sont attendues.

Les points de mesures sont localisés sur la carte ci-dessous :



Réalisation : Lafitte C. & Willemin A.

## 2. LES PROTOTYPES CARTOGRAPHIQUES :

A partir des mesures effectuées, le laboratoire COGIT de l'IGN a proposé plusieurs modèles de cartes pour représenter l'environnement sonore en ces points.

A l'inverse des cartes stratégiques de bruit légales, l'objectif initial de ces prototypes n'est pas de renseigner le lecteur sur les niveaux sonores en dB(A) mais d'**informer l'utilisateur sur la qualité de l'environnement sonore autour des points de mesure et de le décrire.**

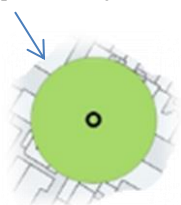
Ces prototypes cartographiques, formés durant la quatrième sous-partie du contrat de recherche, introduisent des notions qualitatives nouvelles en acoustique : le paramètre d'agrément sonore. Celui-ci qualifie la qualité de l'environnement sonore sur une échelle de 1 à 10. Différents paramètres acoustiques sont mesurés sur le terrain puis associés par corrélation avec des variables perceptives. Ces variables sont ensuite pondérées pour composer l'équation de l'agrément sonore. Ce choix de variable qualitative souligne la volonté de rendre les cartes sur le bruit plus proches de la perception des lecteurs, et donc plus facilement compréhensibles et accessibles.

Pour renforcer leur attrait, les prototypes proposés par l'IGN sont initialement conçus pour être mis en ligne sous une forme interactive. **Deux types de cartes sont envisagés à deux niveaux d'échelle différents : la carte d'ensemble et la carte dite détail**, respectivement aux échelles 1 : 2632 et 1 : 1666.

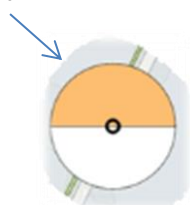
L'idée est la suivante : l'utilisateur possède, sur la carte d'ensemble, une vue sur plusieurs points de mesure qui renseignent de façon générale l'environnement sonore dans un rayon de 25 mètres sur une parcelle d'environ 740x525m. Il pourra, s'il souhaite obtenir davantage d'informations, sélectionner un point de mesure en cliquant à l'endroit correspondant sur la carte interactive qui lui donnera une vue plus précise sur les caractéristiques sonores de la zone de 300 mètres autour du point de mesure : ce sera la carte détail.

**Au total, quatre variations de cartes d'ensemble ont été produites, les symbolologies proposées comportent des informations différentes, sur une ou plusieurs périodes : l'agrément sonore et/ou l'intensité sonore, pendant la journée (8h à 18h) et/ou la soirée (18h à 21h) et/ou la nuit (21h à 8h).** En revanche, une seule forme de carte détail a été proposée.

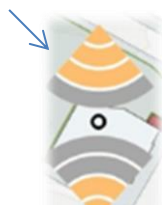
Modèle n° 1 :  
Agrément sonore pendant la journée



Modèle n° 2 :  
Agrément sonore pendant la journée et la soirée



Modèle n° 3 :  
Agrément sonore et intensité sonore pendant la journée et la soirée



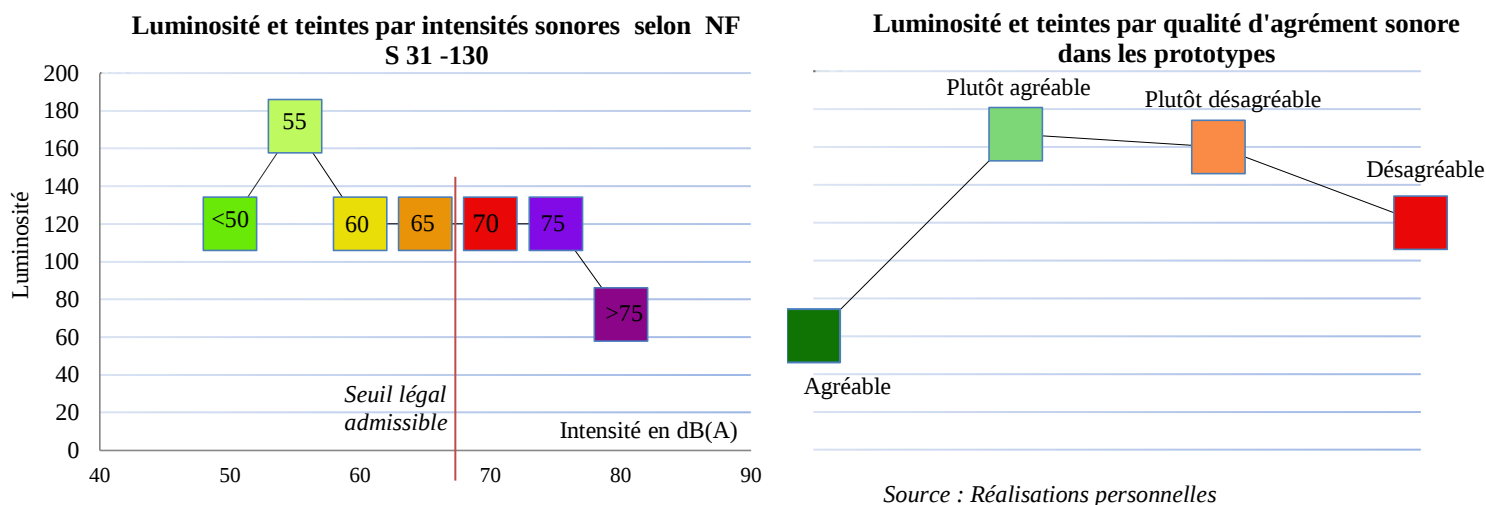
Modèle n° 4 :  
Agrément sonore et intensité sonore pendant la journée, la soirée et la nuit



*Figure 1 : Les quatre symbolologies proposées dans les prototypes cartographiques d'ensemble*

Dans ces cartes d'ensemble, le paramètre d'agrément sonore est renseigné qualitativement en quatre classes par un dégradé en une nuance de vert (saturé pour agréable, désaturé et lumineux pour plutôt agréable) ou en une couleur chaude (rouge saturé pour le plus désagréable, orange pour plutôt désagréable).

On peut d'ores et déjà remarquer que les couleurs adoptées dans les prototypes correspondent très peu à celles définies par la norme NF S 31-130, sur la « Cartographie du bruit en milieu extérieur » :



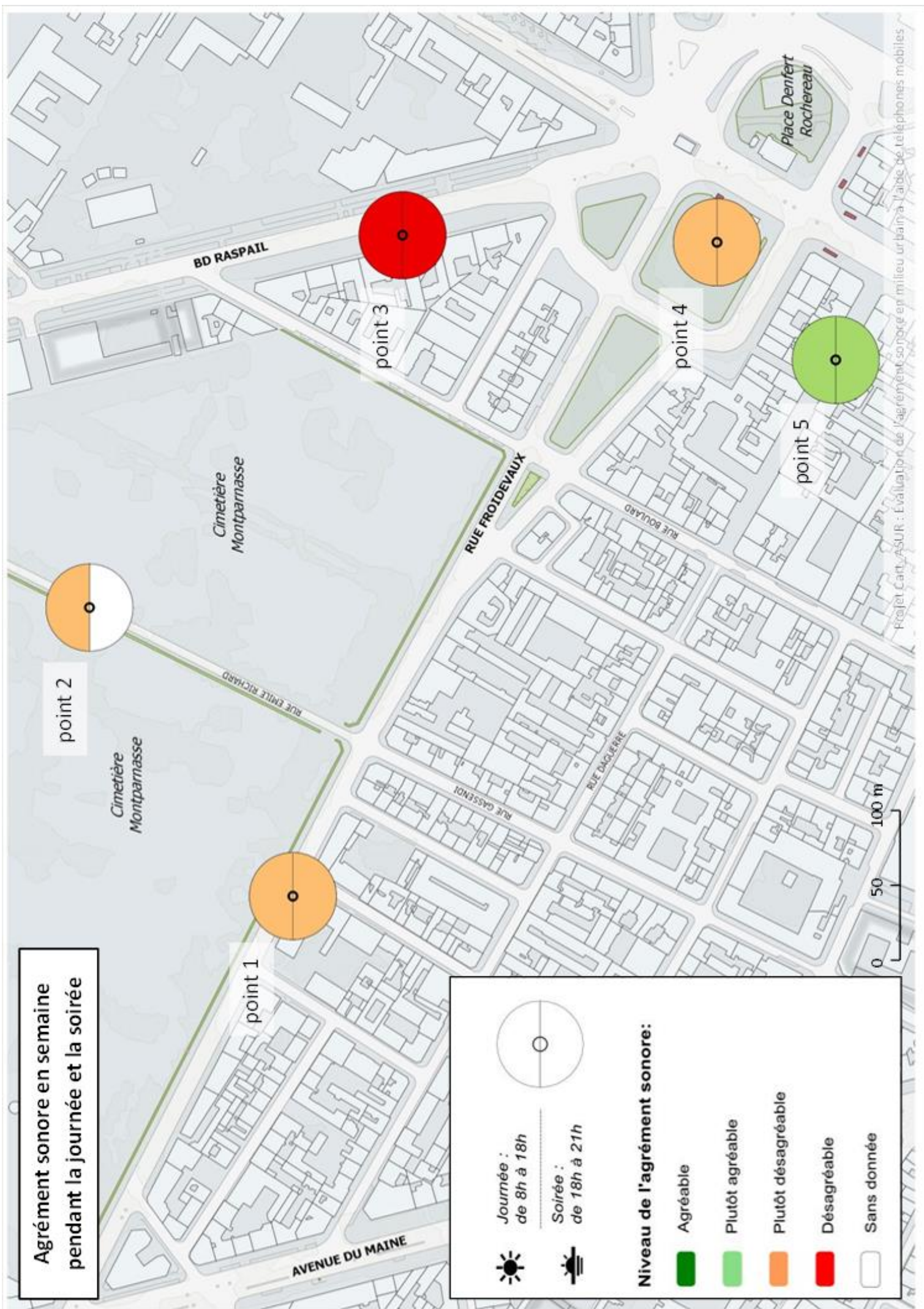
A l'aide d'une analyse des propriétés TSL des couleurs adoptées dans les symboles des prototypes, on remarque que les teintes choisies et leurs luminosités diffèrent notablement par rapport aux normes en vigueur, et ce pour chaque catégorie d'agrément sonore, à l'exception du niveau « désagréable » (qui correspond à la classe de 65 à 70 dB(A) selon la norme NFS31-130). On note donc ici aussi une volonté de s'écarter des principes cartographiques des cartes de bruit légales conventionnelles.

### Les deux formats de prototypes sont présentés sur les deux pages suivantes

Dans le cadre de la dernière sous-partie du contrat de recherche, il a fallu évaluer chaque proposition de carte d'ensemble et les deux formats (ensemble et détail).

Pour ce projet de fin d'études, la question de recherche a donc été la suivante :

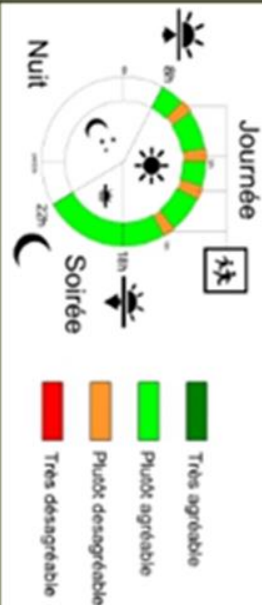
**A partir de l'évaluation de ces prototypes cartographiques, quels sont les préférences et besoins communs des utilisateurs en vue de la réalisation de cartes de bruit plus efficaces ?**



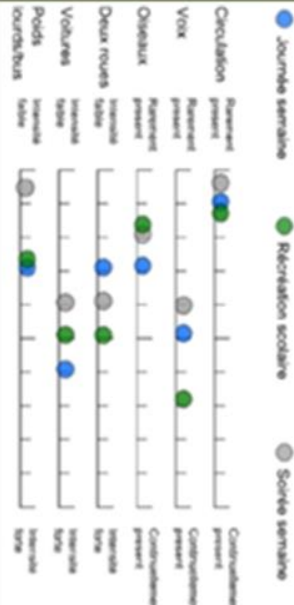
Carte 2 : Modèle n° 2 de carte d'ensemble (réalisation : COGIT IGN)

# Agrément sonore Parc de Choisy - 13<sup>e</sup> arrondissement

## Agrément sonore



## Temps de présence des principaux bruits mesurés pour chaque période



## Zone d'horizon acoustique et ses distances relatives



La zone d'horizon acoustique montre la surface dans laquelle une source de bruit est perçue de façon directe ou par le pont de mesure. La forme s'étend dans un cercle de rayon 300 mètres et est limitée par les bâtiments qui entourent le point de mesure.



Carte 3 : Prototype de la carte détail (réalisation : COGIT IGN)

# PRESENTATION DU PROTOCOLE

## OPERATOIRE

---

### 1. L'ENQUETE PAR QUESTIONNAIRE EN TEMPS REEL

Pour répondre à cette problématique, **l'évaluation** des cinq prototypes de cartes (4 variations de cartes d'ensemble et 1 carte détail), **par questionnaire a été adoptée.**

Compte tenu de l'introduction des paramètres qualitatifs censés être plus adaptés à la perception de l'utilisateur, l'avis des lecteurs à l'aide d'un questionnaire semble être le moyen la plus approprié pour juger de l'efficacité de ces cartes.

**Ce questionnaire a été élaboré conjointement par l'UMR CITERES de Tours** (auquel ce projet de recherche fait partie) **et le COGIT de l'IGN.** Ce questionnaire s'inspire en partie de celui élaboré par Mr. PALKA dans le cadre d'un travail de Thèse visant, entre autres, à évaluer différents modèles de cartes concernant le risque d'inondation ([G.Palka et Al., 2010], *RISKMAP – Experimental Graphic Semiology – Enquête cognitive*).

Compte tenu de la taille et du temps requis pour les compléter, des entretiens de visu ont été programmés et les questionnaires ont été imprimés sous format papier. Les intérêts que représentent **les entretiens en temps réel** avec l'enquêté sont multiples :

- D'une part, on notera une implication généralement plus importante et plus longue de la personne, comparativement à un questionnaire sans rencontre avec l'enquêteur (sous format numérique par exemple).
- Ensuite, ce protocole opératoire permet d'estimer les temps de réponse des individus, il permet de repérer les questions qui nécessitent plus d'attention.
- En cas de besoin, l'enquêteur peut intervenir pour apporter des éclaircissements, **sans toutefois influencer les réponses de l'enquêté**
- Un contact avec le participant permet également de mieux comprendre les éventuelles remarques soulevées

Ce protocole présente toutefois l'inconvénient d'être très chronophage et sollicite davantage l'enquêteur comme l'enquêté. Par conséquent, le nombre de questionnaires remplis est généralement plus restreint, (par rapport à un questionnaire en ligne notamment) même si les réponses sont globalement plus fiables et complètes.

### 2. COMPOSITION DU QUESTIONNAIRE

Au total, ce questionnaire comporte 25 pages, 5 cartes et de nombreuses formes de questions ([cf. annexe 5](#)):

- Des questions fermées comme ouvertes
- Des questions comparatives, à choix multiples
- Des questions de compréhension, comme purement perceptives

Il se divise en neuf grandes parties :

- Mise en contexte, dans laquelle l'enquêté prendra connaissances des notions clés abordées dans les prototypes (zone d'horizon acoustique, agrément sonore : [cf. page 11](#) )
- Test préliminaire, dans laquelle l'enquêteur peut cerner une éventuelle cécité chromatique grâce aux pastilles d'Ishihara
- Perception des cartes, dans laquelle les quatre modèles de cartes d'ensemble sont évalués. Le volontaire devra répondre à des questions de compréhension, puis évaluera de son point de vue l'efficacité du prototype selon les critères de complexité, d'utilité et d'attractivité. D'éventuelles remarques pourront ensuite être formulées pour chaque modèle.
- Comparaison des symboles, dans laquelle le participant choisira le symbole qui lui convient le mieux dans la carte d'ensemble.
- Comparaison du contexte sonore, dans lequel l'enquêté évaluera, selon sa perception, la représentativité de symboles destinés à la carte détail vis-à-vis de différentes sources de bruit qui composent l'agrément sonore. Il fera de même à partir d'extraits de cartes détail dans lesquelles sont uniquement présents les symboles, le fond de carte et les points de mesures.
- Taille et densité des symboles, une question comparative portant sur les différentes représentations possibles de l'importance des éléments sonores ressentis.
- Utilité des constituants de la carte ; le volontaire évaluera de son point de vue l'utilité de certains composants de la carte détail.
- Enfin, les parties XIII et IX renseignent l'enquêteur sur le participant (tranche d'âge, catégorie socio-professionnelle, fréquence d'utilisation des cartes, ...)

Le questionnaire expérimental complet est en [Annexe 5](#).

### 3. OBJECTIFS VISES PAR LE QUESTIONNAIRE

On a établi, à la [fin de l'introduction](#), que **l'efficacité d'une carte est atteinte par 3 critères à optimiser** :

- La **complexité** de la carte, critère à minimiser (qui dépend de l'adaptation à la perception de l'utilisateur)
- Son utilité à maximiser (qui dépend des besoins du lecteur)
- Son attractivité à maximiser également

L'objectif principal du questionnaire étant d'évaluer l'efficacité de ces prototypes cartographiques, on cherchera à évaluer un ou plusieurs de ces trois critères dans plusieurs parties de l'enquête. A partir de ces résultats, des pistes d'améliorations seront envisagées.

La méthode d'évaluation par questionnaire est présentée dans le logigramme suivant :

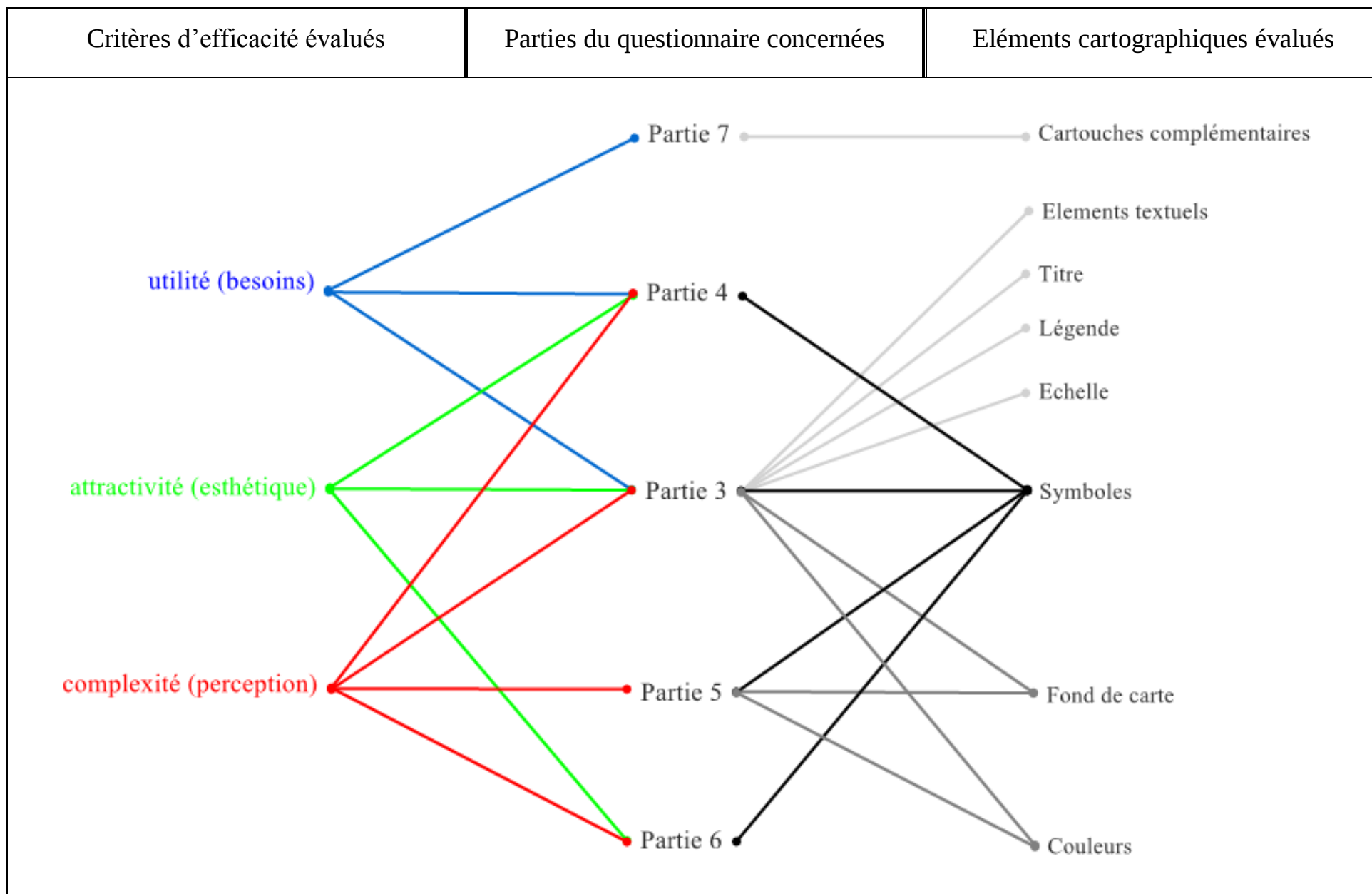


Tableau 1 : Logigramme présentant la méthode d'évaluation des prototypes cartographique à l'aide du questionnaire (réalisation personnelle)

On entend par le critère d'*utilité* la satisfaction des besoins des utilisateurs des cartes, et par la *complexité* également le degré d'adaptation à la perception de l'enquête. Une carte plus adaptée à la perception de l'utilisateur sera moins complexe à lire, donc plus facilement comprise.

On remarquera, à l'aide du tableau précédent, que les symboles sont les éléments cartographiques les plus évalués dans le questionnaire. En effet, afin de décrire l'environnement sonore au niveau des points de mesure, sa qualité et les sources en présence, les informations ponctuelles doivent être localisées et représentées par des symboles spécifiques. Etant donné que **ces derniers contiennent l'essentiel des informations, il est nécessaire rendre les symboles les plus efficaces possibles** (i.e. Ils devront satisfaire les besoins et s'adapter au ressenti des lecteurs, tout en étant attractifs).

Ensuite, le fond de carte et les couleurs sont les seconds éléments les plus testés. Ceux-ci renseignent sur le type d'environnement urbain (espaces verts, voirie, bâti, ...) ainsi que sur le paramètre *qualité de l'agrément sonore*. Ils contiennent donc des renseignements clés concernant le bruit autour du point de mesure et doivent aussi être adaptés aux utilisateurs.

#### 4. L'ECHANTILLON ENQUETE

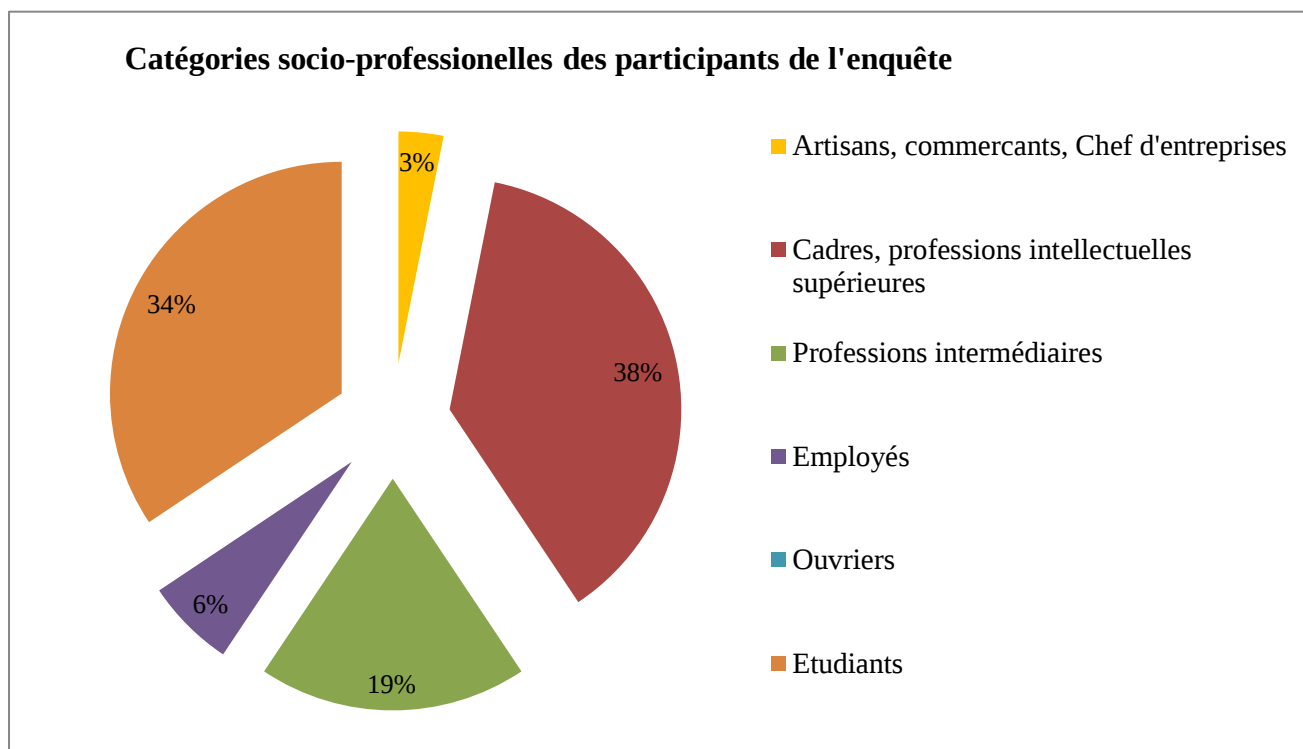
Compte tenu du type de protocole opératoire adopté (questionnaire papier en temps réel de 25 pages), un nombre plus restreint d'enquêtés ont été sollicités par rapport aux enquêtes précédentes.

Le projet de recherche de l'année précédente a mis en avant le fait que très peu de décideurs en Aménagement du Territoire avaient été enquêtés. En conséquence, l'accent a été mis en partie sur cette catégorie de personne, tout en respectant les proportions du panel original Cart-ASUR. A titre d'exemple, des participants issus de la Direction Départemental des Territoires, de Communautés d'Agglomération (Tours Plus), des acteurs de la santé (Agence Régional de la Santé, Service Communal d'Hygiène et de Santé), des acteurs de l'aménagement (bureaux d'études en Aménagement du Territoire) se sont portés volontaires pour participer à l'évaluation des prototypes cartographiques. Et étant donné que ces prototypes se veulent accessibles aux experts comme aux non-initiés, le panel enquêté dans ce projet de recherche a également dû se diversifier en intégrant des participants n'ayant aucune expérience dans le domaine.

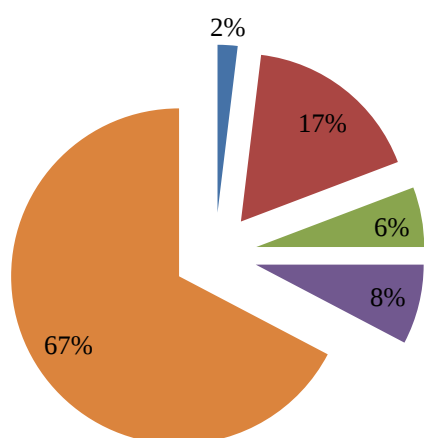
La composition du panel enquêté et sa comparaison avec les précédentes enquêtes est présentée sur le tableau suivant :

| Catégorie socio-professionnelle des participants | Effectif  | Panel original Cart-ASUR | Panel du PFE précédent |
|--------------------------------------------------|-----------|--------------------------|------------------------|
| Artisans, commerçants, Chef d'entreprises        | 1         | 0                        | 1                      |
| Cadres, professions intellectuelles supérieures  | 12        | 15                       | 9                      |
| Professions intermédiaires                       | 6         | 1                        | 3                      |
| Employés                                         | 2         | 2                        | 4                      |
| Ouvriers                                         | 0         | 1                        | 0                      |
| Etudiants                                        | 11        | 37                       | 35                     |
| Autre                                            | 0         | 1                        | 0                      |
| <b>Total</b>                                     | <b>32</b> | <b>57</b>                | <b>52</b>              |

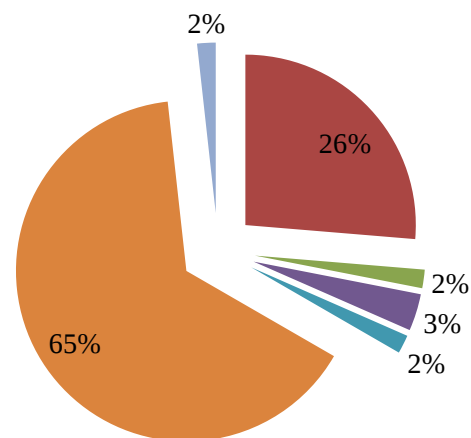
Les proportions de chaque catégorie et leurs comparaisons sont représentées ci-dessous :



**Panel du Projet de Fin d'Etudes précédent**



**Catégories socio-professionnelles du Panel Cart-ASUR**



On remarquera, dans la présente enquête, une plus grande proportion de cadres, professions intellectuelles supérieures, de professions intermédiaires ou bien encore de chefs d'entreprise. La plupart correspondent à des décideurs et acteurs de l'aménagement précédemment mentionnés. En revanche, la part d'étudiants enquêtée a été amoindrie pour diversifier les catégories de participants.

Les âges des enquêtés sont comparés dans les graphiques suivants :

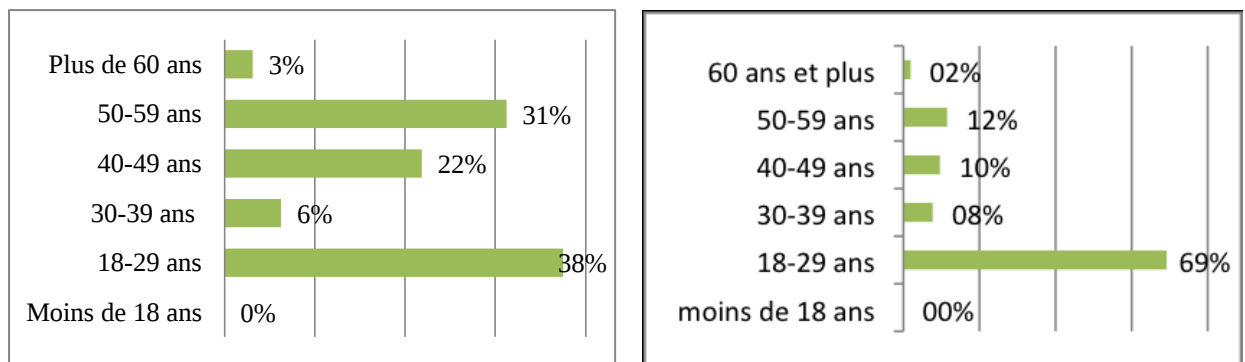
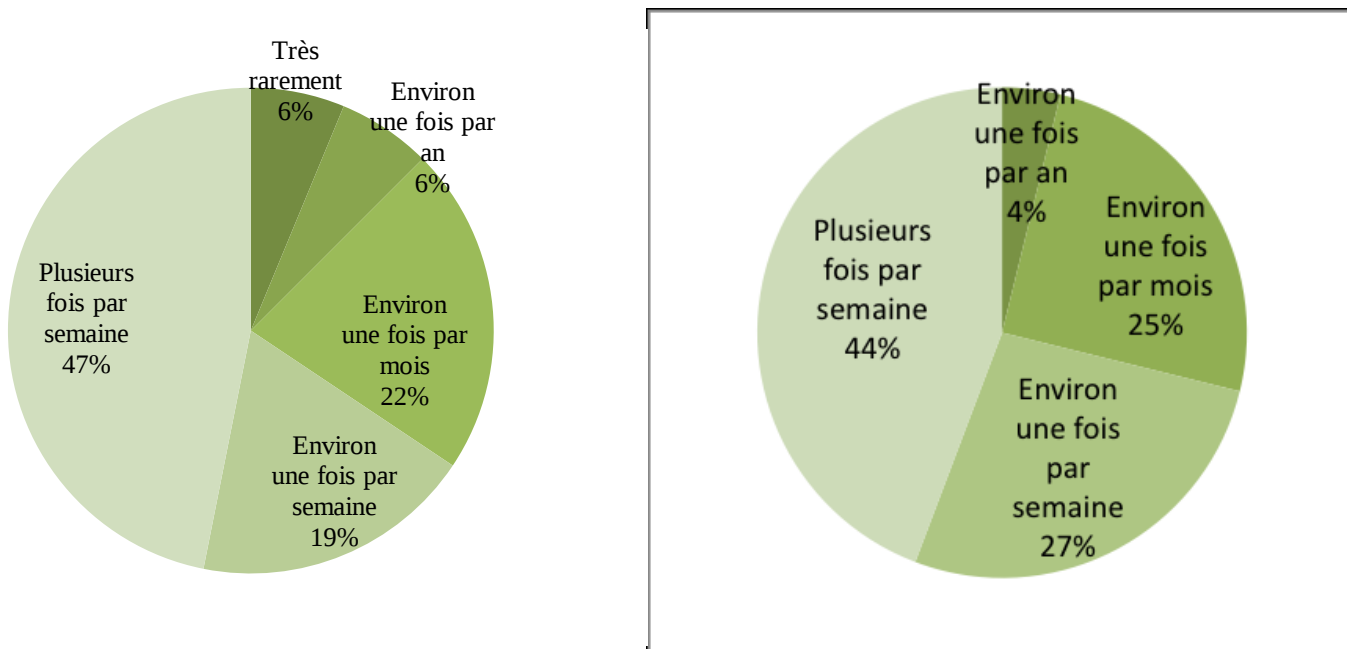


Figure 2 : Ages des volontaires (Enquête 2015 à gauche, PFE 2014 à droite)

On peut remarquer dans la présente enquête une diversification plus importante des tranches d'âge des participants.

Le panel est constitué de 20 hommes (62%) et de 12 femmes (38%)

La fréquence d'utilisation des cartes par les participants est présentée ci-dessous et comparée à celle de la précédente enquête (à droite) :



On remarquera que la part de personnes utilisant fréquemment les cartes est sensiblement la même. En revanche, nous avons sollicité davantage de personnes utilisant les cartes occasionnellement (12% contre 6% l'année précédente). Ceci permet d'évaluer les prototypes selon le point de vue d'individus sans réelle expertise cartographique. Si les prototypes remplissent leur objectif de vulgarisation des cartes de bruit, alors cette catégorie de personnes ne devrait pas non plus rencontrer de difficultés à les comprendre.

# RESULTATS DE L'ENQUETE ET DISCUSSIONS

Le temps de complétion du questionnaire varie de 16 à 47 minutes, avec une moyenne d'environ 28 minutes. Mais une grande partie des participants prennent plus de 28 minutes pour le remplir entièrement.

A l'issu des tests préliminaires à l'aide des pastilles d'Ishihara, aucun participant n'a présenté de cécité chromatique quelconque. (cf. questionnaire en [Annexe 5](#))

## RESULTATS RELATIFS AUX CARTES D'ENSEMBLE

### Compréhension générale :

Dans un premier temps, les enquêtés ont dû répondre à des questions de compréhension pour les quatre variations de prototypes dans la troisième partie. Celle-ci permet, à partir des bonnes et mauvaises réponses, d'évaluer le niveau de compréhension, la complexité pour chaque modèle.

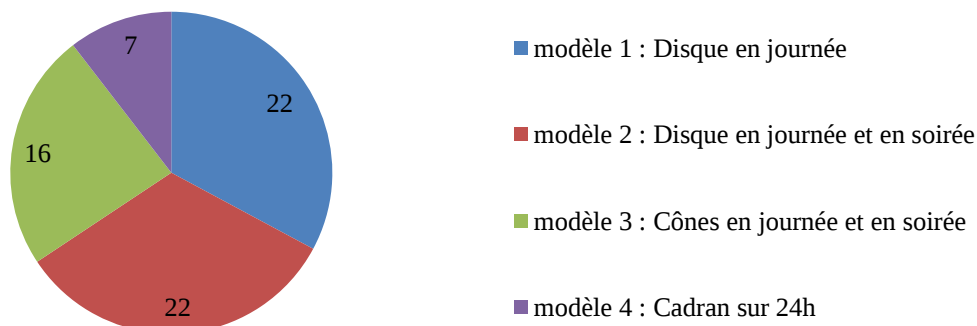
Concernant le premier modèle d'ensemble, on note 68% de mauvaises réponses sur la seconde question malgré les définitions données dans la première partie du questionnaire. 100% des enquêtés qui se sont trompés ont considéré le point n°3 (désagréable, rouge) avec la plus forte intensité sonore. Ceci témoigne d'une assimilation de l'intensité sonore avec l'agrément par l'enquêté. C'est une confusion présente pour la majorité des participants.

Le modèle n°2, qui possède les mêmes types de questions, confirme cette tendance avec précisément le même pourcentage de mauvaises réponses. Ici, c'est le point n°5 (agréable, vert) qui a en grande majorité été considéré avec l'intensité sonore la moins forte.

A partir des modèles 3 et 4, l'intensité sonore devient renseignée dans les symboles et la légende. On peut alors observer un pourcentage de mauvaises réponses inférieur (36%) pour les questions concernant l'intensité sonore, mais non négligeable.

On peut en déduire, d'emblée, **qu'il existe une confusion entre agrément sonore et intensité sonore pour la majeure partie des participants.**

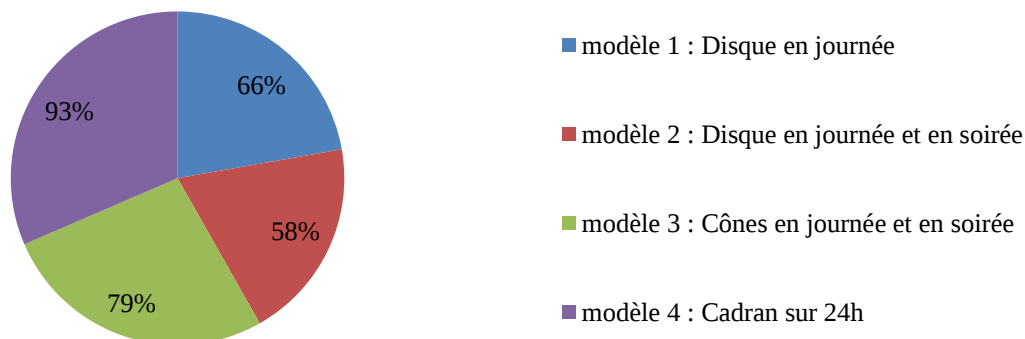
*Confusions entre agrément et intensité sonore pour chaque prototype de carte d'ensemble*



Même si ces confusions subsistent dans **le modèle 4, celui-ci semble moins gêner la compréhension.**

Si l'on considère maintenant le total des réponses sur chaque prototype,

*Pourcentage de bonnes réponses pour chaque modèle*

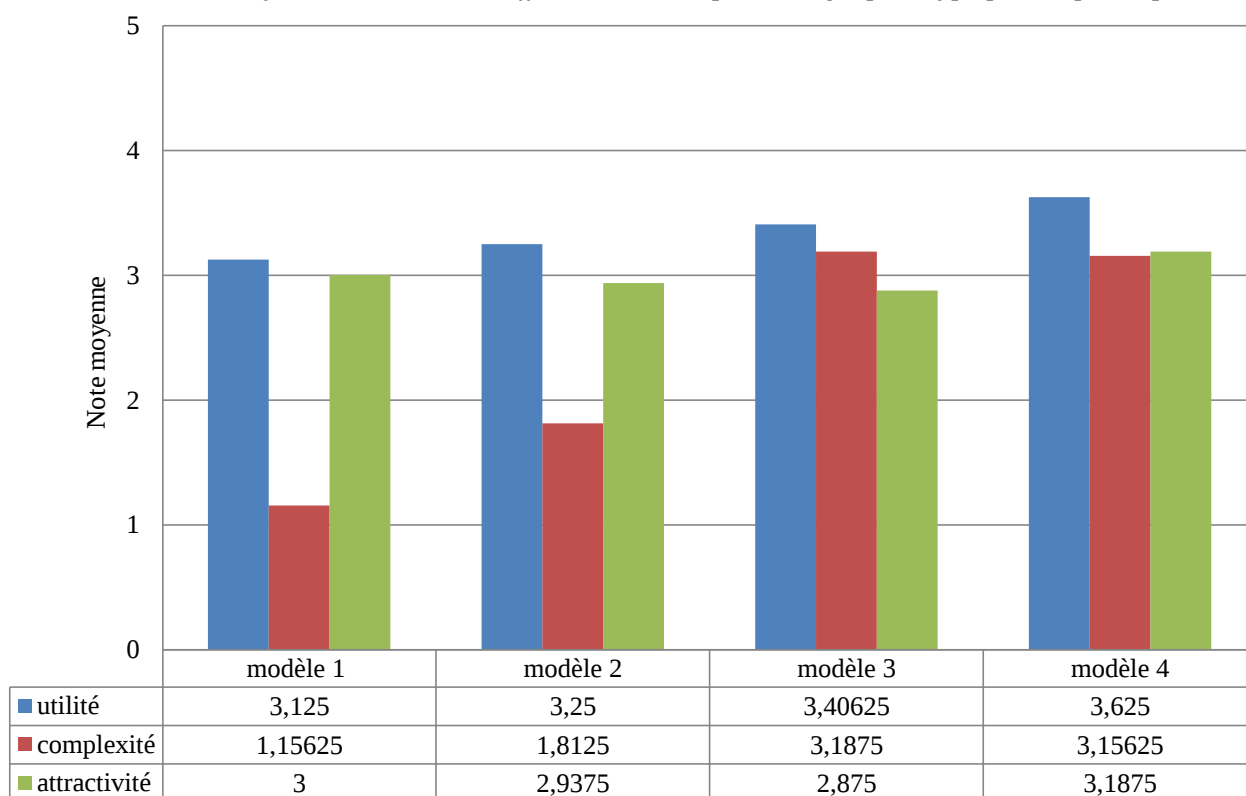


On observe que le modèle 4 comptabilise également le plus de bonnes réponses. **Le modèle n°4 semble statistiquement le plus compréhensible.**

### Perception des cartes :

Ensuite, si l'on se focalise sur la partie d'évaluation des critères d'efficacité (utilité, attractivité, complexité) selon l'enquête, on remarque les tendances suivantes :

*Moyenne des critères d'efficacité estimés pour chaque prototype par les participants*

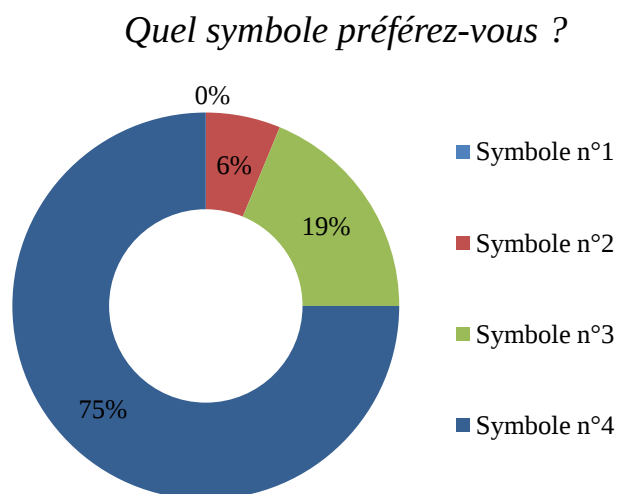


A l'aide du graphique précédent, on remarque ici aussi que le modèle n°4 comportant les symboles sous forme de cadrans de 24h se démarque des autres. Si ce prototype est jugé le second modèle le plus complexe, il apparaît être le plus utile et le plus attractif pour l'ensemble des participants

### Choix retenus :

Enfin, lorsque les volontaires ont dû choisir entre les quatre formes de symboles proposées, le résultat est le suivant :

On remarque **qu'une écrasante majorité des individus opte pour le choix 4**, sous forme de cadran de 24h informant sur la qualité de l'agrément et l'intensité sonore pendant la journée, la soirée et la nuit :



Toutefois, en écoutant plus attentivement leurs remarques, on note que la plupart de ces individus ont choisi cette forme de symbole car elle renseignait sur l'environnement sonore pendant un total de 24h. En général, l'information portant sur l'intensité sonore n'a pas été mentionnée car elle porte confusion pour la majorité d'entre eux. La question récurrente est la suivante : « *Quelle est la meilleure situation entre une intensité modérée dans un environnement sonore désagréable ou une intensité sonore forte dans un environnement sonore plutôt désagréable ?* ». Il apparaît que l'information portant sur l'intensité sonore a du mal à être qualifiée, hiérarchisée et comprise par rapport au paramètre d'agrément sonore, et est vectrice d'incompréhensions (cf. page 27).

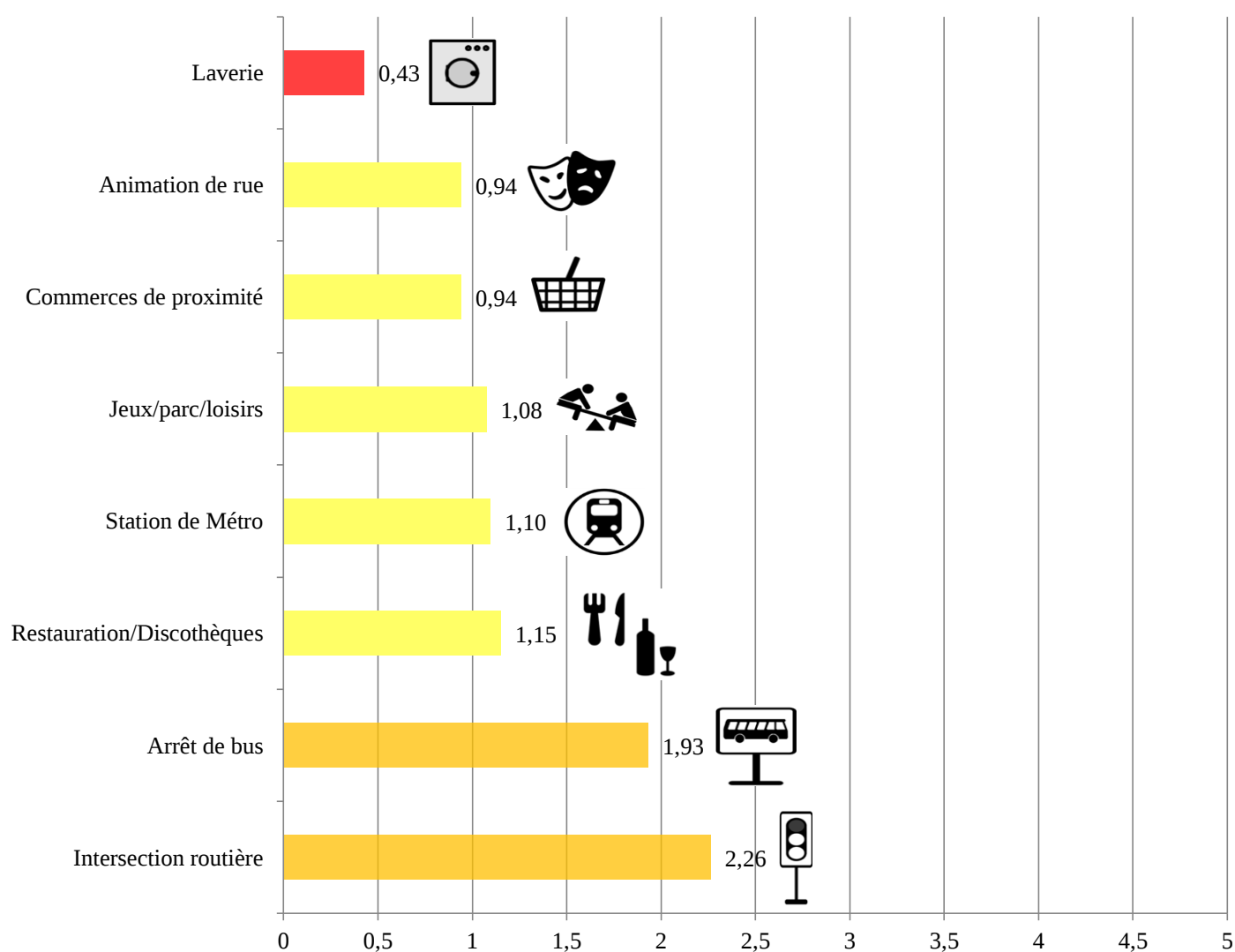
D'après l'ensemble des résultats précédents, on peut donc en déduire que **le choix retenu pour les cartes d'ensemble serait le prototype n°4, en proposant toutefois de retirer l'information portant sur l'intensité sonore nuisant à la compréhension. Ceci le rendrait également moins complexe et d'autant plus efficace. Il paraît être le plus adapté aux utilisateurs.**

## RESULTATS PORTANT SUR LA CARTE DETAIL :

### Perception des symboles :

Concernant l'évaluation de la représentativité des 8 propositions de symboles pour l'ensemble des 7 sources sonores, on remarque les tendances suivantes :

*Représentativité moyenne des symboles proposés pour la carte détail selon les participants (toutes sources sonores confondues)*



*(En ce qui concerne les représentativités de chaque symbole vis-à-vis de chacune des sources sonores, Les graphiques sont présentés en [Annexe 6.](#))*

On peut remarquer que les symboles les plus représentatifs pour les enquêtés sont le feu tricolore et l'arrêt de bus. S'il n'est pas possible de connaître la représentativité réelle des symboles pour chaque Source sonore (car relevant de la perception du pictogramme), on peut remarquer le symbole laverie est très peu représentatif : avec une moyenne de 0,43/5 en représentativité. **Cette proposition pourrait donc être enlevée des prototypes ou réadaptée.**

### Choix retenus :

Pour représenter une plus grande importance des éléments sonores dans un même environnement, **59% des participants ont opté pour une variation de la taille des symboles** plutôt qu'une augmentation de la densité de symboles. Ceci est principalement justifié pour des soucis de lisibilité et d'esthétique. Ainsi, les symboles ont moins de risques d'interférer entre eux et de nuire à la lecture de la carte.

Ensuite, l'évaluation de l'utilité des cartouches complémentaires de la carte détail ont permis de mettre en avant l'utilité très relative de la photographie du site de mesure :

| Utilité des cartouches complémentaires : | essentiel | utile | inutile |
|------------------------------------------|-----------|-------|---------|
| Temps de présence des sources sonores    | 41%       | 53%   | 6%      |
| Zone d'horizon acoustique                | 16%       | 53%   | 31%     |
| Photographie du site                     | 9%        | 37%   | 54%     |

D'après les enquêtes, **les temps de présence des différentes sources sonores sont essentielles pour décrire l'environnement sonore** (41% et 53% le considèrent utile); ce cartouche informe sur la nature des sources sonores et leur périodicité. Plusieurs participants ont mis en exergue le fait que ce premier cartouche pouvait renseigner sur « l'usage et la fréquentation » du lieu.

Le second cartouche est jugé plutôt utile par les volontaires, mais est plus « complexe » à lire et certains ne parviennent pas à le déchiffrer. Une majorité qualifie la zone d'horizon acoustique « utile » mais « complexe », paradoxalement sans la comprendre ou bien sans manifester un quelconque intérêt personnel. **Un travail de clarification et de simplification pourrait être mené pour rendre ces informations complémentaires encore plus efficaces.**

En ce qui concerne **la photographie du point de mesure**, **54% des individus la considère totalement « inutile »**. Les remarques les plus fréquentes mettent en avant le fait que la photographie est trop « restreinte » spatialement et temporellement. En effet, on ne peut apercevoir qu'une partie de l'environnement à un seul moment donné qui ne peut donner une information représentative et fiable sur l'environnement sonore. Plusieurs enquêtes l'ont même qualifié de « trompeuse », car pouvant porter préjudice et gêner la compréhension.

# CONCLUSION ET PERSPECTIVES

---

A partir de l'évaluation des prototypes cartographiques produits par le COGIT de l'IGN, nous avons pu cerner un certain nombre de tendances, de besoins et préférences communs chez les utilisateurs de ces cartes. A l'aide d'un questionnaire en temps réel avec l'enquêté, nous avons été capables d'établir certaines préconisations en vue de rendre ces cartes de l'environnement sonore urbain plus efficaces.

Ainsi, l'usage d'une symbologie sous forme de cadran renseignant l'agrément sonore sur une durée de 24 heures apparaît être la plus adaptée à l'enquêté sur la carte d'ensemble. En ce qui concerne la carte détail, un travail de simplification et de clarification doit être mené, notamment en supprimant la photographie du site et en détaillant la zone d'horizon acoustique pour rendre cette carte plus accessible, conformément aux réponses et remarques soulevées par les participants.

Si nous n'avons pas pu confronter directement ces prototypes innovants aux cartes de bruit conventionnelles, il apparaît en revanche que l'introduction du paramètre qualitatif d'agrément à la place du seul niveau sonore en décibels pondérés A constitue une avancée qui est encouragée et rend la carte plus accessible. Les volontaires, et en particulier les acteurs de l'aménagement ou de la santé interrogés, confortent ceci. Selon eux, l'introduction d'un tel paramètre qualitatif est « le bienvenue » dans la mesure où « une grande majorité de la population ignore ce que représente le dB(A) ». Ils soulignent l'intérêt de prendre en compte des critères d'ordre perceptif, ainsi que plusieurs types de sources sonores, en plus du trafic routier aérien ou ferroviaire. Même si ces trois dernières sources présentent un réel danger pour le système auditif, d'autres types de nuisances comme le « bruit de voisinage » constituent la majorité des plaintes chez les Français.

Cependant, le principal écueil mentionné durant l'enquête réside dans le caractère trop « ponctuel » de ces cartes, dans le sens où la donnée de l'agrément sonore n'est renseignée que dans un périmètre restreint autour du point de mesure. Si les cartes stratégiques renseignent uniquement le niveau sonore, elles le font sur l'ensemble du territoire cartographié. De ce fait, au même titre que les modèles théoriques de prédiction et d'estimation du niveau sonore utilisés dans ces dernières (*Harmonoise, Noise computation propagation method* NMPB 2008), une méthode d'interpolation linéaire entre chaque point de mesure pourrait être pertinente, afin d'estimer l'agrément sonore sur l'ensemble du territoire d'étude. Celle-ci constituerait un atout certain pour ces nouveaux prototypes, les rendant ainsi plus utiles et efficaces. Ce n'est toutefois pas sans omettre la complexité à établir un modèle perceptif prenant simultanément en compte les différents modes de propagation des sons liés aux types de sources sonores, avec une incertitude d'autant plus grande. Dans tous les cas, l'élargissement de l'échelle d'étude, par la mesure ou bien par des modèles d'estimation, pourrait être une perspective intéressante à développer dans ces prototypes.

# BIBLIOGRAPHIE

---

## Ouvrages :

CAUVIN.C et Al. – « *Cartographie Thématique 2* », Paris : Editions Lavoisier, 2007, 272p.

Certu - « *Comment réaliser les cartes de bruit stratégiques en agglomération – Mettre en œuvre la directive 2002/49/CE* », Lyon : Editions Lavoisier, 2006, 120 p.

MIGNERON J.G. et Al. – « *Acoustique urbaine* », Québec : Edition Masson les presses de l'Université de Québec, 1980, 427p.

LAVANDIER.C. et Al.- « *Représentations cartographique de la qualité des ambiances sonores urbaines : acceptabilité des cartes* », Rapport d'avancement de contrat de recherche PREDIT, 2014, 80 p.

## Thèses/Recherches universitaires :

Defreville (2005)

DEFREVILLE B., Thèse de doctorat de l'Université de Cergy Pontoise, « *Caractérisation de la qualité de l'environnement sonore urbain : une approche physique et perceptive basée sur l'identification des sources sonores* », dirigée par G. IGNAZI, décembre 2005, 293 p.

Claire Lafitte et Al. (2014)

LAFITTE. C, WILLEMIN. A., « *Vers une cartographie efficace du bruit en milieu urbain : cartographie spatio-perceptive du bruit* » - Projet de Fin d'études - Ecole Polytechnique de l'Université de Tours, Département Aménagement – 2014, 68 p.

Serrhini et Al. (2010)

SERRHINI K., PALKA G., « *Improving Flood Risk Maps as a Means to Foster Public Participation and Raising Flood Risk Awareness: Toward Flood Resilient Communities* », RISKMAP. ERA-NET CRUE Funding Initiative, 2010, 72 p.

## Articles :

MONTES.C., « *La ville, le bruit et le son, entre mesure policière et identités urbaines* », revue Géocarrefour, volume 78/2, 2003

ROZEC.V. et Al. – « *Les avancées et les limites de la législation sur le bruit face au vécu du citoyen* », revue Géocarrefour, volume 78/2, 2003

BULLEN. R. – “*The Harmonoise noise prediction algorithm: Validation and use under Australian conditions*”, SoundScience, 2012

SCHIEWE.J. & WENINGER. B. – “*Visual Encoding of Acoustic Parameters – Framework and Application to Noise Mapping*”, The Cartographic Journal, 2013

WENINGER. B. – *The Effects of Colour on the Interpretation of Traffic Noise in Strategic Noise Maps*, ICC, 2013

## **Ouvrages électroniques :**

SETRA (2009)

Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements – « *Noise propagation computation method including meteorological effects (NMPB 2008)* », Road noise prediction 2, 2009

## **Sites consultés :**

ADEME, Agence De l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie [Consulté le 07/02/2015]

<http://www.ademe.fr/expertises/air-bruit/elements-contexte/dossier/contexte-reglementaire-politique/reglementations-bruit>

Bruitparif, Observatoire du bruit en île-de-France [Consulté le 11/11/2014]

<http://www.bruitparif.fr/>

Centre d'information et de documentation sur le bruit, [Consulté le 01/02/2015]

[www.bruit.fr](http://www.bruit.fr)

Directive 2002/49/CE du Parlement européen et du Conseil du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement - *Déclaration de la Commission au sein du comité de conciliation concernant la directive relative à l'évaluation et à la gestion du bruit ambiant* ; Journal officiel n° L 189 du 18/07/2002 p. 12 - 26. [Consulté le 22/11/2014]

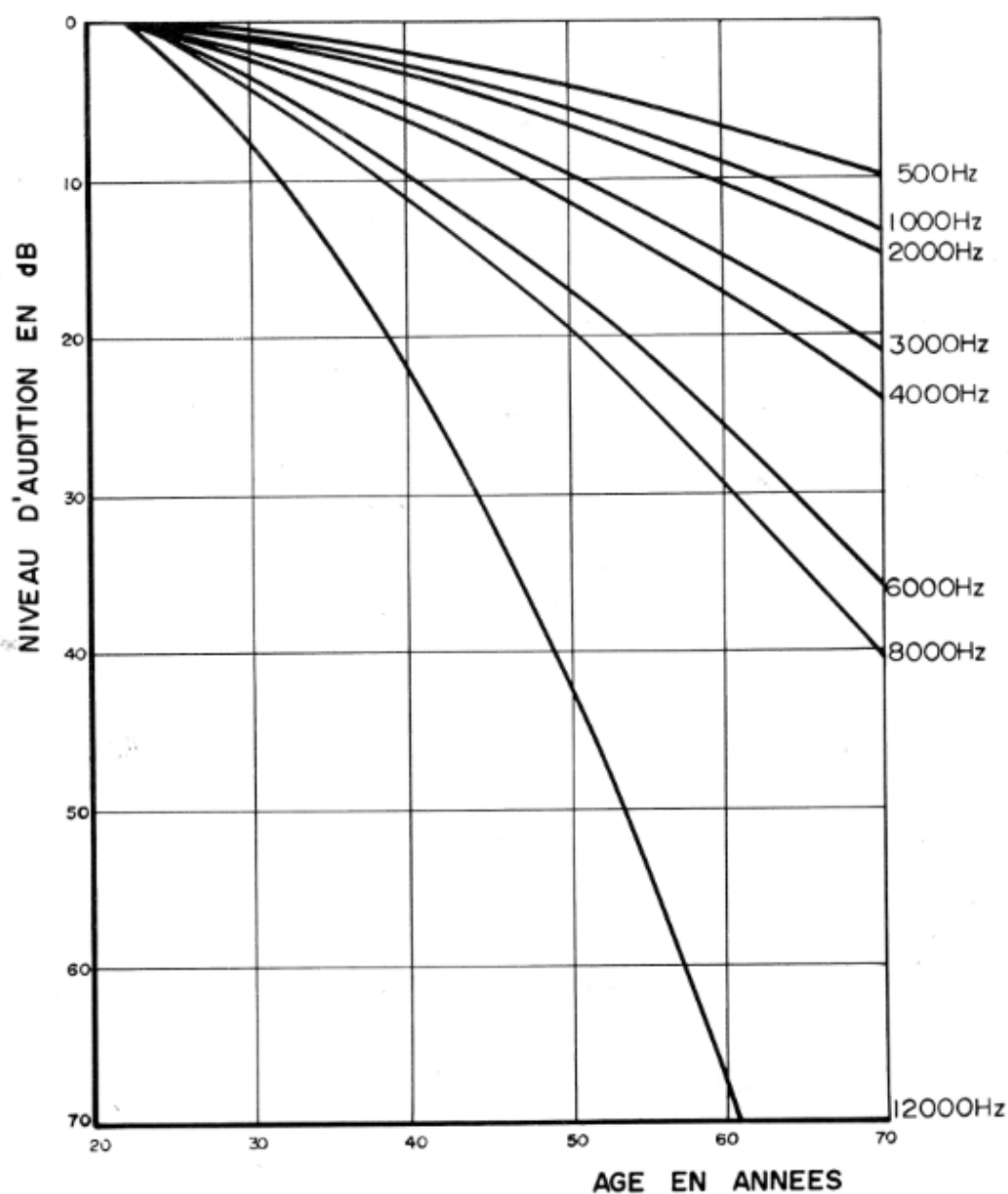
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002L0049:FR:HTML>

Loi n°92-1444 du 31/12/1992 sur le bruit, site Legifrance,fr, [Consulté le 15/11/2014]

<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000179257&fastPos=1&fastReqId=375450764&categorieLien=id&oldAction=rechTexte>

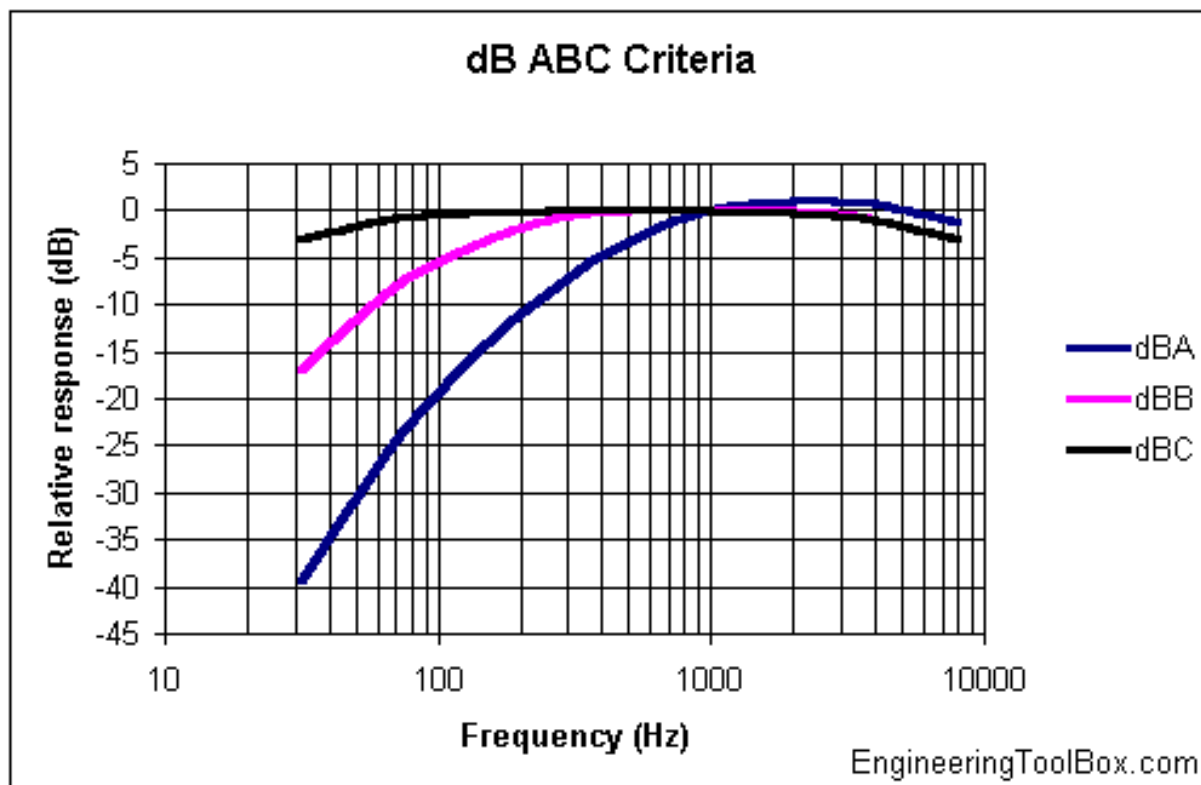
NoiseM@p [Consulté le 12/04/2015]

<http://noisemap.orbisgis.org/>



**FIGURE No 21** Relation entre l'âge et le niveau d'audition ou presbycusie (d'après HINCHCLIFFE, 1958).

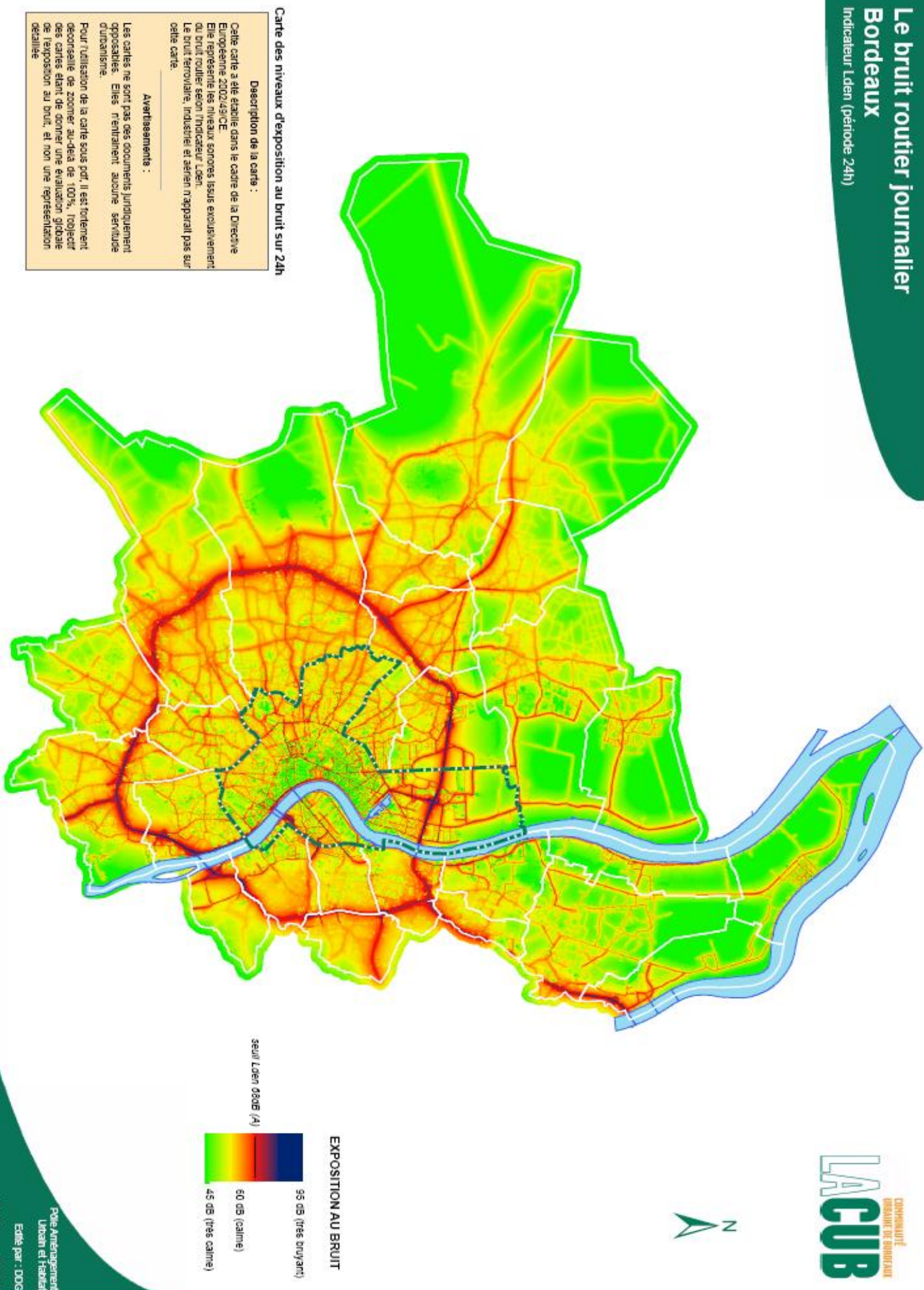
Annexe 1 : Le phénomène de Presbycusie (Hinchcliffe, 1958)



*Annexe 2 : Courbes de pondération de l'intensité sonore (A, B et C) : corrections à appliquer en fonction de la fréquence (source : EngineeringToolBox.com)*



*Annexe n°3 : Carte avant-gardiste de bruit de fond de la ville de Montréal en 5 catégories, 1971 (Source : Acoustique urbaine, J.G. Migneron et Al)*



# ANNEXE N°5 : QUESTIONNAIRE CART-ASUR :

*Projet Carte-ASUR : Représentation cartographique des ambiances sonores urbaines –  
Évaluation des prototypes de carte*



*Cartographie du bruit en milieu urbain :*

## Questionnaire







---

*Avis aux participants :*

Les cartes de ce questionnaire ont été réalisées par l'IGN.

Ce questionnaire a été réalisé conjointement par l'IGN et l'UMR CNRS Citeres.

---

J: écrivez votre jour de naissance

M: écrivez votre mois de naissance

pm: écrivez les deux premières lettres du prénom de votre mère

|   |   |   |   |    |    |
|---|---|---|---|----|----|
|   |   |   |   |    |    |
| J | J | M | M | pm | pm |

*Ces six caractères représentent votre code unique. Nous utilisons ce code plutôt que vos nom et prénom pour rendre les résultats anonymes.*

## I. Mise en contexte

Le projet vise à évaluer l'agrément sonore qui ne peut être assimilé à une simple sensation de bruit. En effet, le bruit se définit comme un son constituant une gêne pour l'homme, pouvant même nuire à son état de santé (irritabilité, fatigue, stress, insomnies ...). En revanche, l'agrément sonore est la qualité de l'environnement sonore (tous les sons) entourant l'individu. Ces sons sont ceux perçus par un individu, en un point, dans une zone appelée zone d'horizon acoustique. Cette zone est limitée par les éléments de la ville que l'on considère comme des obstacles principaux tels que les bâtiments. Elle est inscrite dans un cercle de 300 m.

## II. Test préliminaire

Sur les motifs suivants, préciser ce que vous lisez (nombre, lettre, rien) :



Figure 1 : .....



Figure 2 : .....



Figure 3 : .....



Figure 4 : .....



Figure 5 : .....

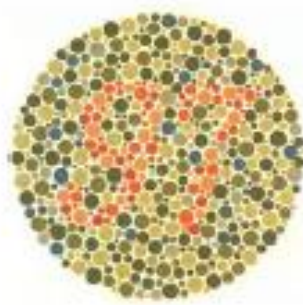


Figure 6 : .....

### III. Perception des cartes (cartes globales)

Il s'agit dans cette partie d'évaluer des propriétés globales et la compréhension de la carte ainsi que l'efficacité des symboles. Quatre modèles de cartes sont proposées. Après avoir lu attentivement chaque modèle de carte, veuillez répondre aux trois blocs de questions :

1. Questions concernant la compréhension de la carte ;
2. Propriétés globales de la carte (complexité, aspect esthétique et utilité) ;
3. Commentaires.



## Agrément sonore en semaine pendant la journée

### 1. Questions concernant la compréhension de la carte

1. En quel(s) point(s) l'environnement sonore est-il le plus agréable (agrément sonore) ?

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Point 1                  | Point 2                  | Point 3                  | Point 4                  | Point 5                  | Ne sais pas              | Pas sur la carte         |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

2. En quel(s) point(s) le bruit est-il le plus fort (intensité sonore) ?

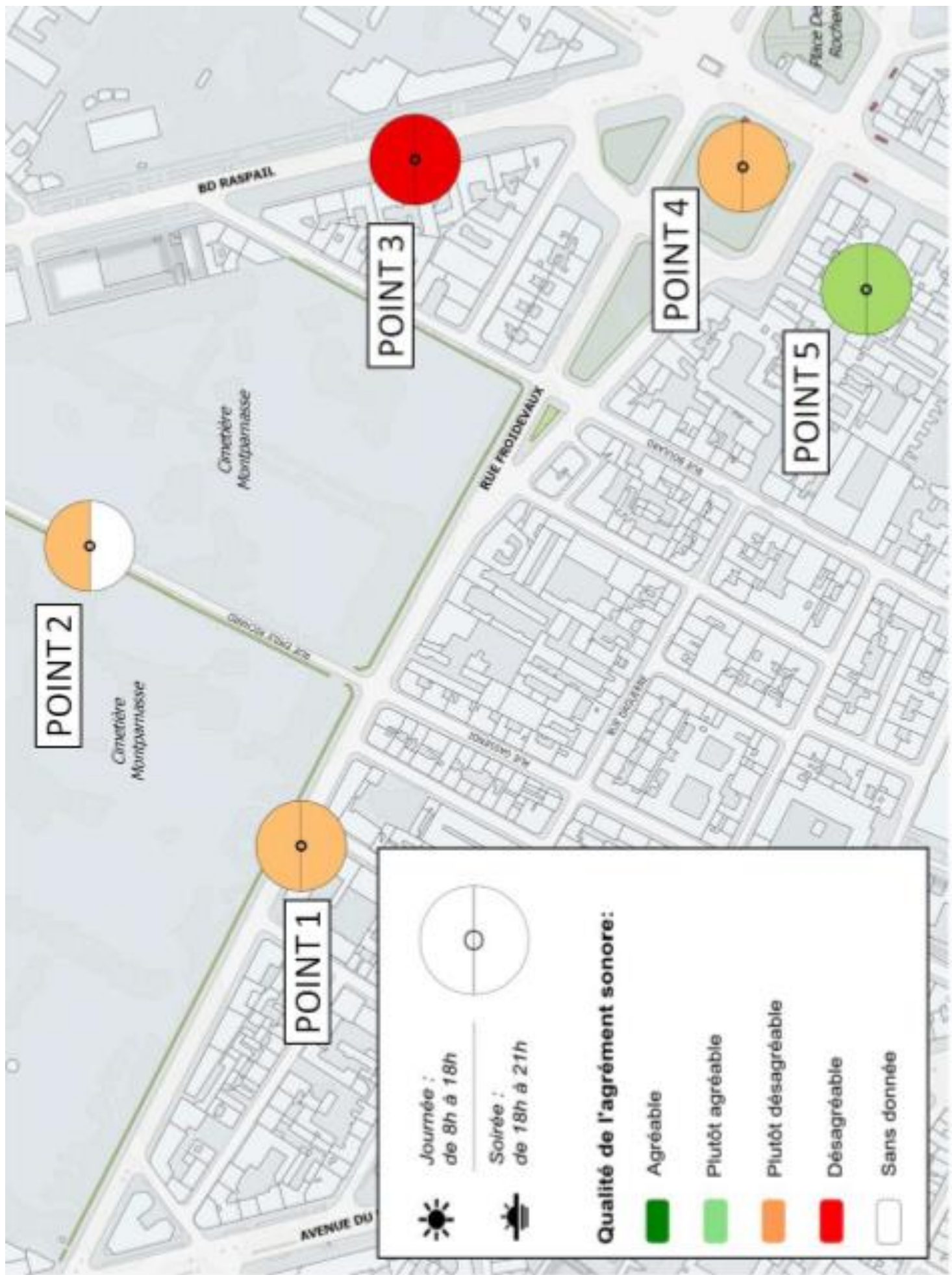
|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Point 1                  | Point 2                  | Point 3                  | Point 4                  | Point 5                  | Ne sais pas              | Pas sur la carte         |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

### 2. Propriétés globales de la carte

Pour chaque propriété, placez une croix sur la barre pour indiquer le niveau que vous considérez le plus approprié.



### 3. Commentaire(s) (rapidité de lecture, couleurs, symboles, autre...)



## Agrément sonore en semaine pendant la journée et la soirée

### 1. Questions concernant la compréhension de la carte

- a. Pendant la journée, en quel(s) point(s) l'environnement sonore est-il le plus désagréable (agrément sonore) ?

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Point 1                  | Point 2                  | Point 3                  | Point 4                  | Point 5                  | Ne sais pas              | Pas sur la carte         |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

- b. Pendant la soirée, en quel(s) point(s) le bruit est-il le moins fort ?

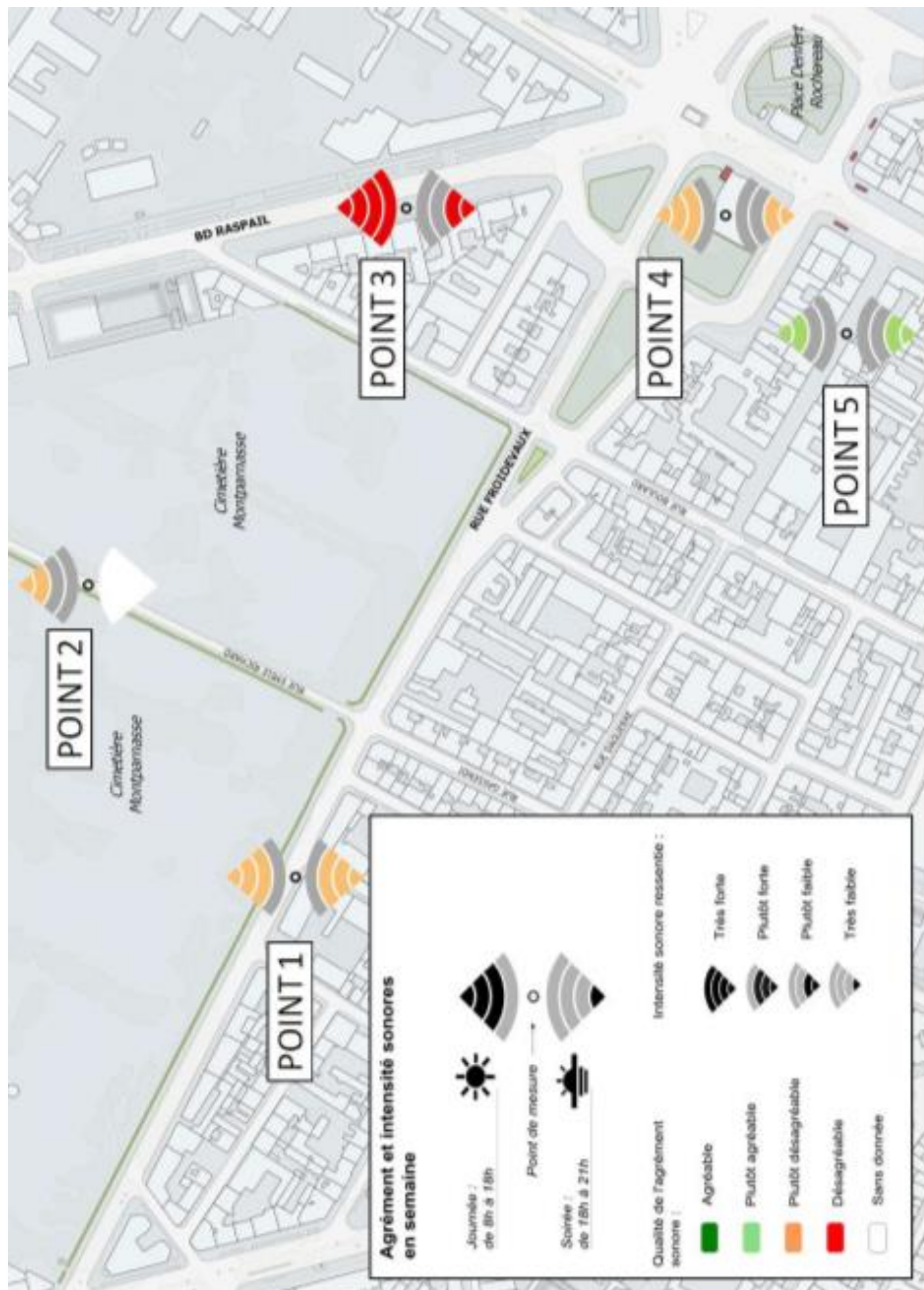
|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Point 1                  | Point 2                  | Point 3                  | Point 4                  | Point 5                  | Ne sais pas              | Pas sur la carte         |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

### 2. Propriétés globales de la carte

Pour chaque propriété, placez une croix sur la barre pour indiquer le niveau que vous considérez le plus approprié.



### 3. Commentaire(s) (rapidité de lecture, couleurs, symboles, autre...)



## Agrément et intensité sonore en semaine pendant la journée et la soirée

### 1. Questions concernant la compréhension de la carte

a. Pendant la soirée, en quel(s) point(s) l'environnement sonore est-il le plus désagréable ?

Point 1 ☐ Point 2 ☐ Point 3 ☐ Point 4 ☐ Point 5 ☐ Ne sais pas ☐ Pas sur la carte ☐

b. Pendant la soirée, en quel(s) point(s) le bruit est-il le moins fort (intensité sonore) ?

Point 1 ☐ Point 2 ☐ Point 3 ☐ Point 4 ☐ Point 5 ☐ Ne sais pas ☐ Pas sur la carte ☐

c. Pendant la soirée, en quel(s) point(s) le bruit est-il le plus fort ?

Point 1 ☐ Point 2 ☐ Point 3 ☐ Point 4 ☐ Point 5 ☐ Ne sais pas ☐ Pas sur la carte ☐

d. En quel point l'intensité du bruit est-elle la plus forte à 23h?

Point 1 ☐ Point 2 ☐ Point 3 ☐ Point 4 ☐ Point 5 ☐ Ne sais pas ☐ Pas sur la carte ☐

### 2. Propriétés globales de la carte

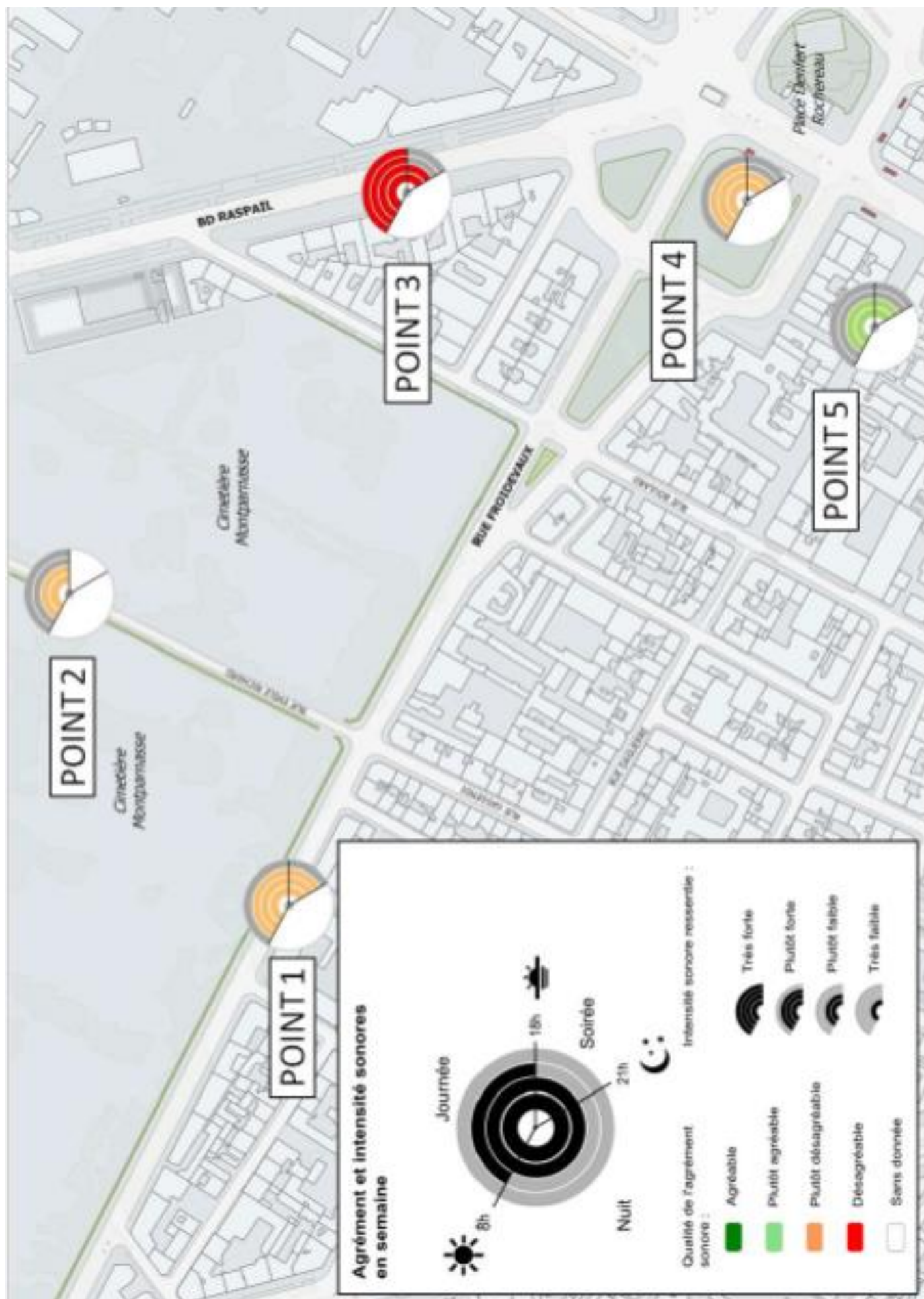
Pour chaque propriété, placez une croix sur la barre pour indiquer le niveau que vous considérez le plus approprié.

Complexité  
Peu complexe ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Très complexe

Attractivité  
Peu attractif ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Très attractif

Utilité  
Peu utile ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Très utile

### 3. Commentaire(s) (rapidité de lecture, couleurs, symboles, autre...)



## Agrément et intensité sonore en semaine pendant la journée, la soirée et la nuit

### 1. Questions concernant la compréhension de la carte

a. Pendant la journée, en quel(s) point(s) l'environnement sonore est-il le plus désagréable ?

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Point 1                  | Point 2                  | Point 3                  | Point 4                  | Point 5                  | Ne sais pas              | Pas sur la carte         |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

b. Pendant la journée, en quel(s) point(s) le bruit est-il le plus fort ?

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Point 1                  | Point 2                  | Point 3                  | Point 4                  | Point 5                  | Ne sais pas              | Pas sur la carte         |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

c. En quel(s) point(s) l'intensité du bruit est-elle différente pendant la journée et la soirée ?

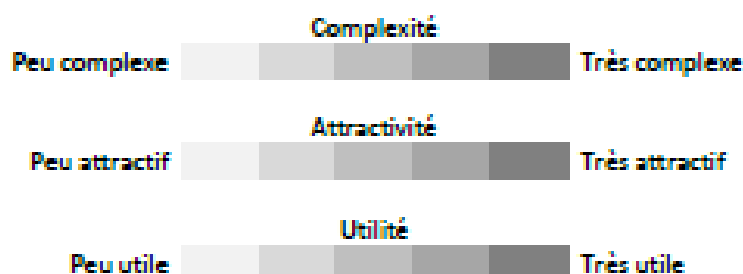
|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Point 1                  | Point 2                  | Point 3                  | Point 4                  | Point 5                  | Ne sais pas              | Pas sur la carte         |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

d. En quel(s) point(s) l'intensité du bruit est-elle la même pendant la journée et la soirée (intensité sonore) ?

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Point 1                  | Point 2                  | Point 3                  | Point 4                  | Point 5                  | Ne sais pas              | Pas sur la carte         |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

### 2. Propriétés globales de la carte

Pour chaque propriété, placez une croix sur la barre pour indiquer le niveau que vous considérez le plus approprié.



### 3. Commentaire(s) (rapidité de lecture, couleurs, symboles, autre...)

## IV. Comparaison des symboles

### 1. Parmi les symboles suivants, lequel préférez-vous ?

☐



- 1 seule période de la journée
- 1 seule information (agrément OU intensité sonore)
- Un symbole schématique

☐



- 2 périodes de la journée
- 1 seule information (agrément OU intensité sonore)
- Un symbole schématique

☐



- 2 périodes de la journée
- 2 informations (agrément ET intensité sonore)
- Un symbole schématique

☐



- 3 périodes de la journée
- 2 informations (agrément ET intensité sonore)
- Symbole avec périodes proportionnelles

## V. Comparaison du contexte sonore

1. Pour chacun des 8 symboles suivants, évaluez sa représentativité vis-à-vis des sept (7) sources de bruit proposées (0 si le symbole n'est pas représentatif, 5 si le symbole est parfaitement représentatif)



|                      | 0                    |                      |                      | 5                    |                      |                      |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Circulation routière | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Oiseaux              | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Deux-roues           | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Bruits de pas        | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Voitures             | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Voix                 | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Poids-lourds/Bus     | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |



|                      | 0                    |                      |                      | 5                    |                      |                      |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Circulation routière | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Oiseaux              | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Deux-roues           | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Bruits de pas        | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Voitures             | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Voix                 | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Poids-lourds/Bus     | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |



|                      | 0 |  |  |  | 5 |
|----------------------|---|--|--|--|---|
| Circulation routière |   |  |  |  |   |
| Oiseaux              |   |  |  |  |   |
| Deux-roues           |   |  |  |  |   |
| Bruits de pas        |   |  |  |  |   |
| Voitures             |   |  |  |  |   |
| Voix                 |   |  |  |  |   |
| Poids-lourds/Bus     |   |  |  |  |   |



|                      | 0 |  |  |  | 5 |
|----------------------|---|--|--|--|---|
| Circulation routière |   |  |  |  |   |
| Oiseaux              |   |  |  |  |   |
| Deux-roues           |   |  |  |  |   |
| Bruits de pas        |   |  |  |  |   |
| Voitures             |   |  |  |  |   |
| Voix                 |   |  |  |  |   |
| Poids-lourds/Bus     |   |  |  |  |   |



|                      | 0 |  |  |  | 5 |
|----------------------|---|--|--|--|---|
| Circulation routière |   |  |  |  |   |
| Oiseaux              |   |  |  |  |   |
| Deux-roues           |   |  |  |  |   |
| Bruits de pas        |   |  |  |  |   |
| Voitures             |   |  |  |  |   |
| Voix                 |   |  |  |  |   |
| Poids-lourds/Bus     |   |  |  |  |   |



|                      | 0 |  | 5 |  |  |
|----------------------|---|--|---|--|--|
| Circulation routière |   |  |   |  |  |
| Oiseaux              |   |  |   |  |  |
| Deux-roues           |   |  |   |  |  |
| Bruits de pas        |   |  |   |  |  |
| Voitures             |   |  |   |  |  |
| Voix                 |   |  |   |  |  |
| Poids-lourds/Bus     |   |  |   |  |  |



|                      | 0 |  | 5 |  |  |
|----------------------|---|--|---|--|--|
| Circulation routière |   |  |   |  |  |
| Oiseaux              |   |  |   |  |  |
| Deux-roues           |   |  |   |  |  |
| Bruits de pas        |   |  |   |  |  |
| Voitures             |   |  |   |  |  |
| Voix                 |   |  |   |  |  |
| Poids-lourds/Bus     |   |  |   |  |  |



|                      | 0 |  | 5 |  |  |
|----------------------|---|--|---|--|--|
| Circulation routière |   |  |   |  |  |
| Oiseaux              |   |  |   |  |  |
| Deux-roues           |   |  |   |  |  |
| Bruits de pas        |   |  |   |  |  |
| Voitures             |   |  |   |  |  |
| Voix                 |   |  |   |  |  |
| Poids-lourds/Bus     |   |  |   |  |  |

**2. Pour chacune des 6 cartes ci-après, placez une croix pour indiquer la perception de chaque type de bruit par rapport au point de mesure** ⊕



|             | Rarement présent         | Toujours présent         |
|-------------|--------------------------|--------------------------|
| Circulation | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Oiseaux     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Voix        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |



|             | Rarement présent         | Toujours présent         |
|-------------|--------------------------|--------------------------|
| Circulation | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Oiseaux     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Voix        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |



Rarement présent

Toujours présent

### Circulation

Oiseaux

Voix



Rarement présent

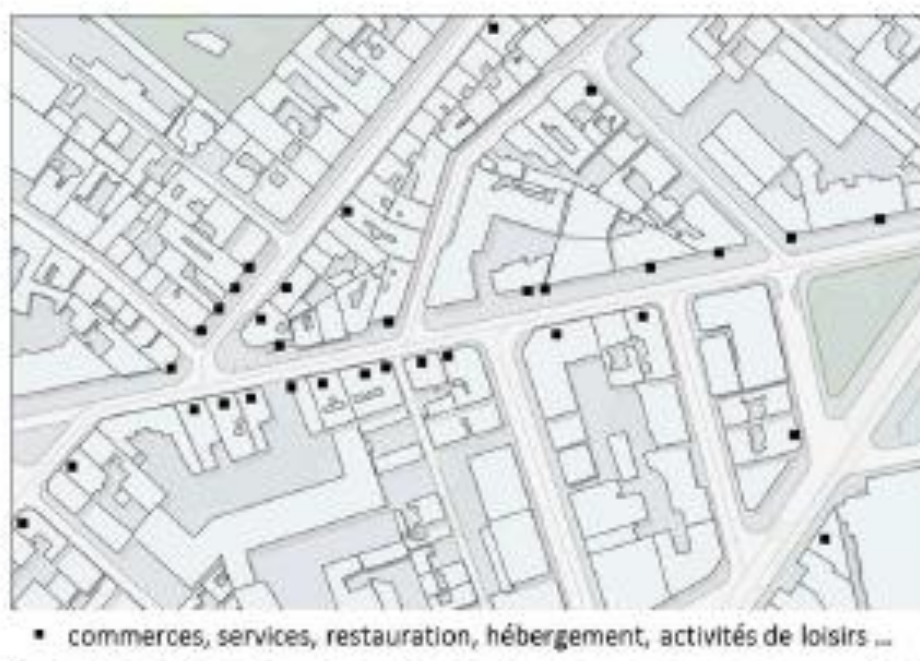
Toujours présent

### Circulation

Oiseaux

Voix





## VI. Taille et densité du symbole

Les extraits de cartes ci-dessous représentent deux sites, préférez-vous une variation de la taille (A) ou du nombre (B) des symboles pour représenter l'importance des éléments sonores dans un même environnement sonore ?



## VII. Utilité des constituants de la carte

Indiquez l'importance que vous accordez à chaque composant (temps de présence, zone d'horizon acoustique, photographie) dans la carte ci-contre :

☐ Essentielle

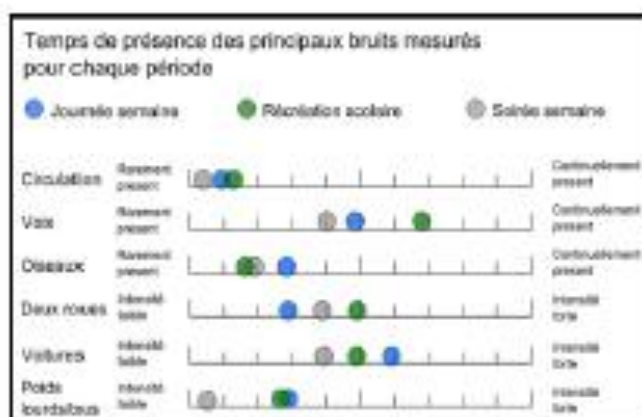
☐ Utile

☐ Inutile

Pourquoi : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



☐ Essentielle

☐ Utile

☐ Inutile

Pourquoi : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



☐ Essentielle

☐ Utile

☐ Inutile

Pourquoi : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_





## VIII. Etat civil

Vous êtes ?

☐

Un homme

☐

Une femme

Quelle est votre tranche d'âge ?

|                    |                |                |                |                |                   |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|
| Moins de<br>18 ans | 18 à 29<br>ans | 30 à 39<br>ans | 40 à 49<br>ans | 50 à 59<br>ans | Plus de<br>60 ans |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|

Quelle est votre catégorie socio-professionnelle?

☐

Artisan, commerçant, chef d'entreprise

☐

Cadre, profession intellectuelle supérieure

☐

Profession intermédiaire

☐

Employé

☐

Étudiant

☐

Autre (précisez) : \_\_\_\_\_

## IX. Utilisation de la carte

A quelle fréquence utilisez-vous les cartes (routière ou autre)?

|               |                         |                           |                              |                            |
|---------------|-------------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Très rarement | Environ une fois par an | Environ une fois par mois | Environ une fois par semaine | Plusieurs fois par semaine |
|---------------|-------------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------|

A quelles occasions ?

- ☐ Milieu professionnel      ☐ Études      ☐ Temps libre

2. Avez-vous déjà consulté des cartes de bruit (routier, industriel, autre) ?

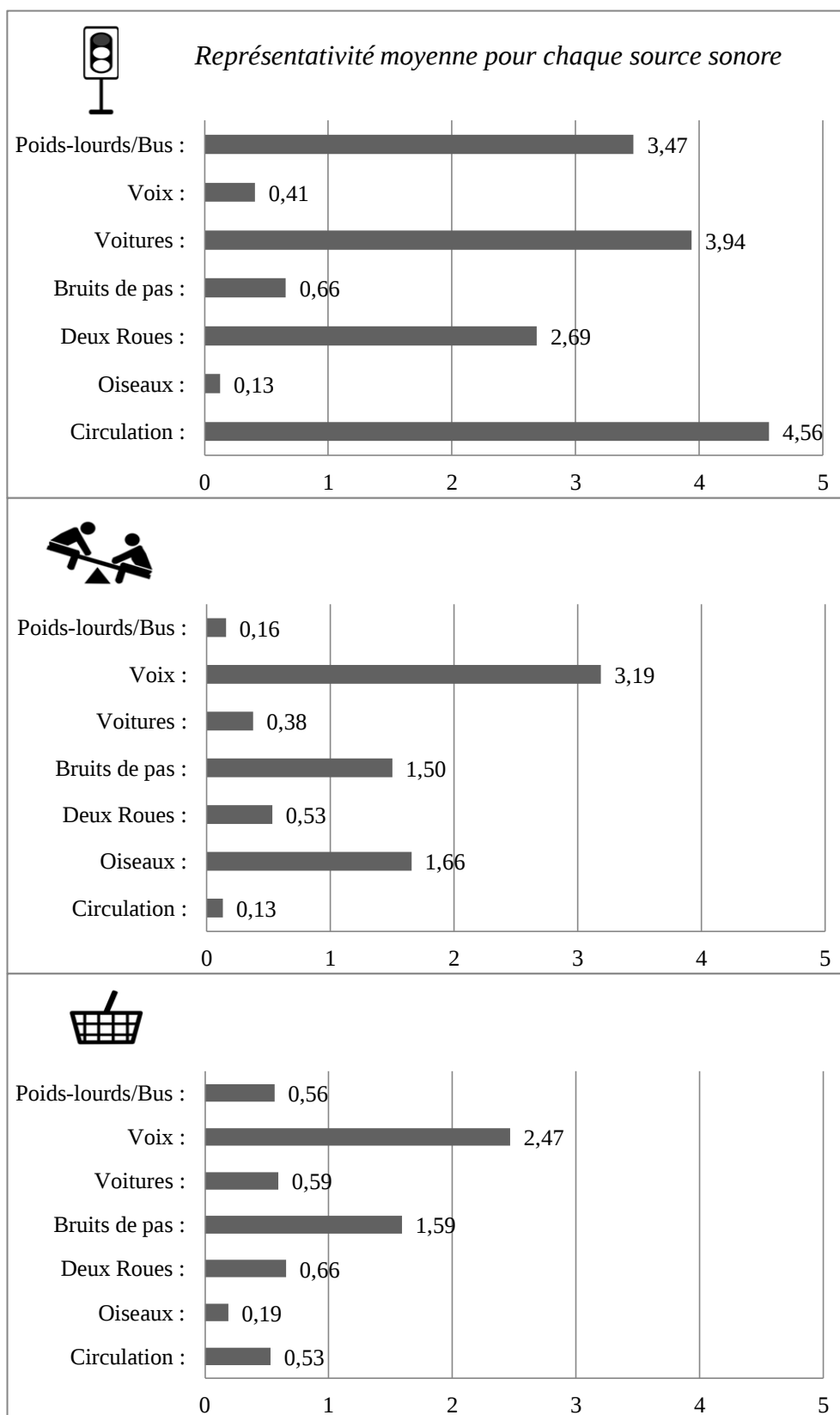
- ☐ Jamais  
☐ Au moins une fois

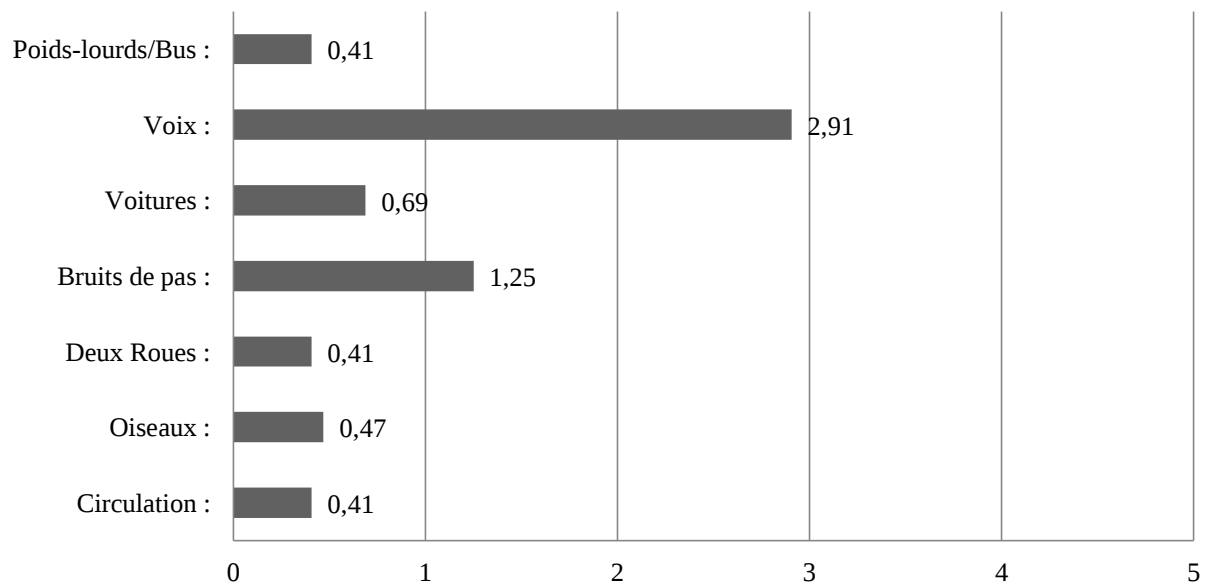
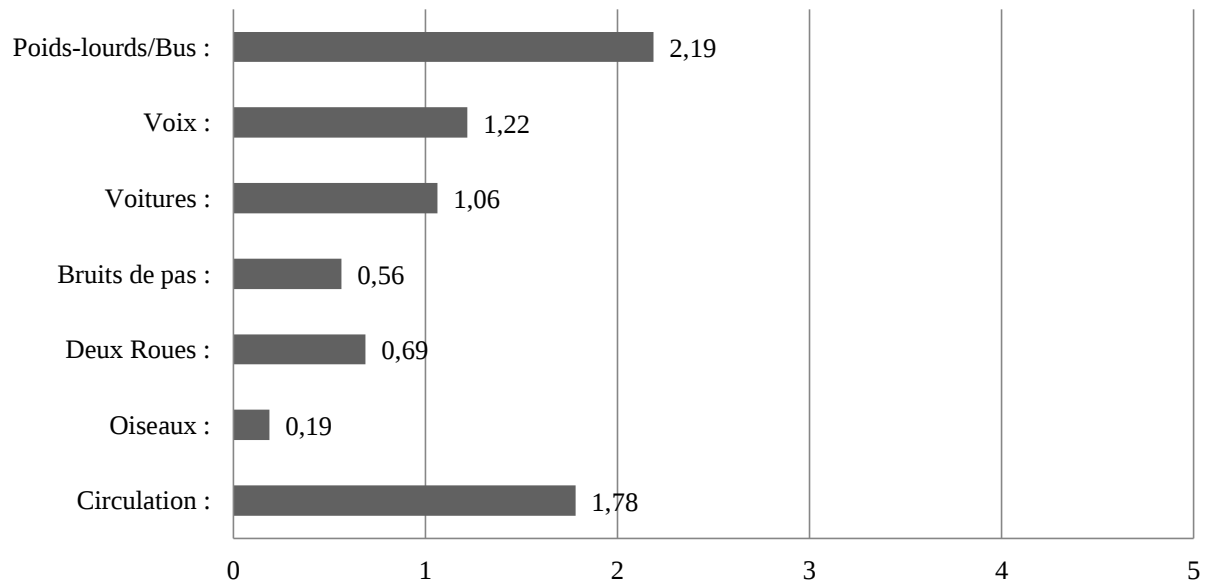
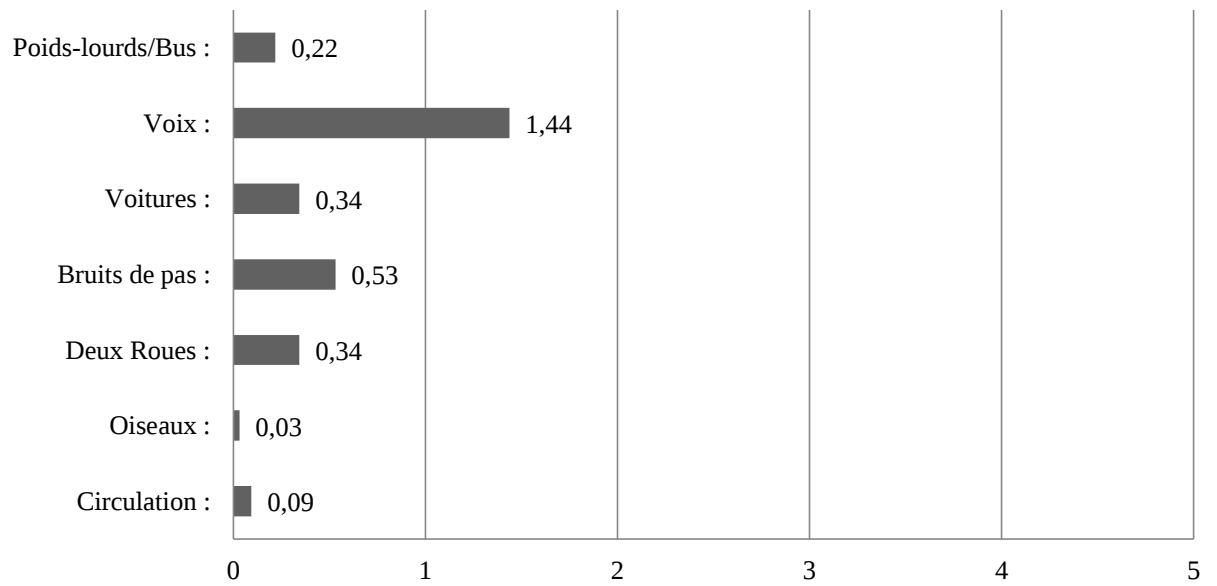
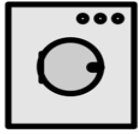
A quelles occasions ?

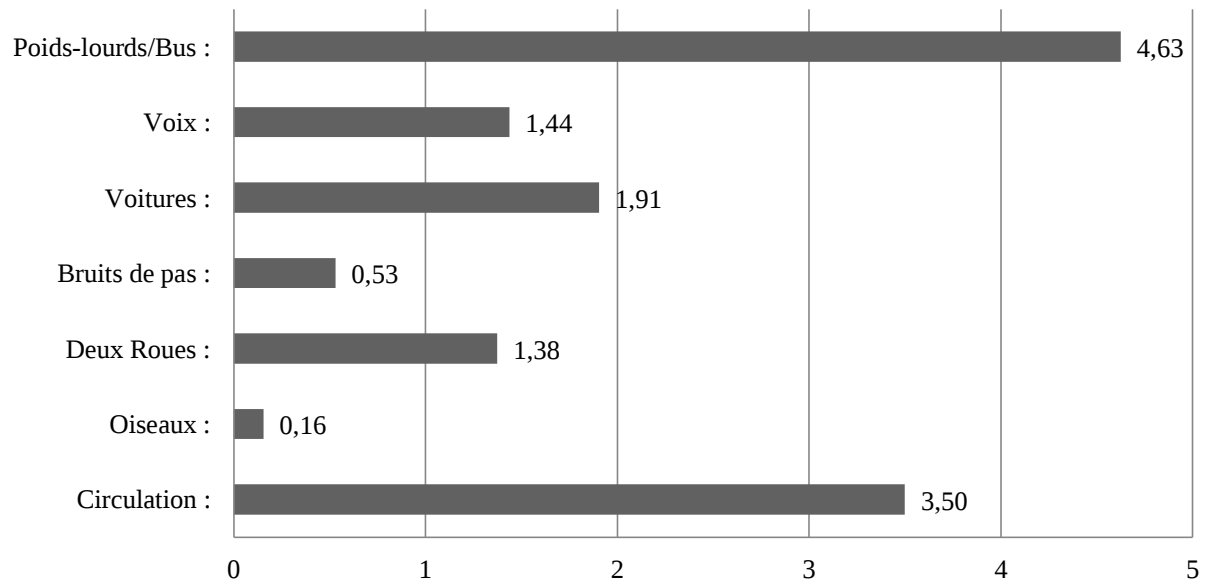
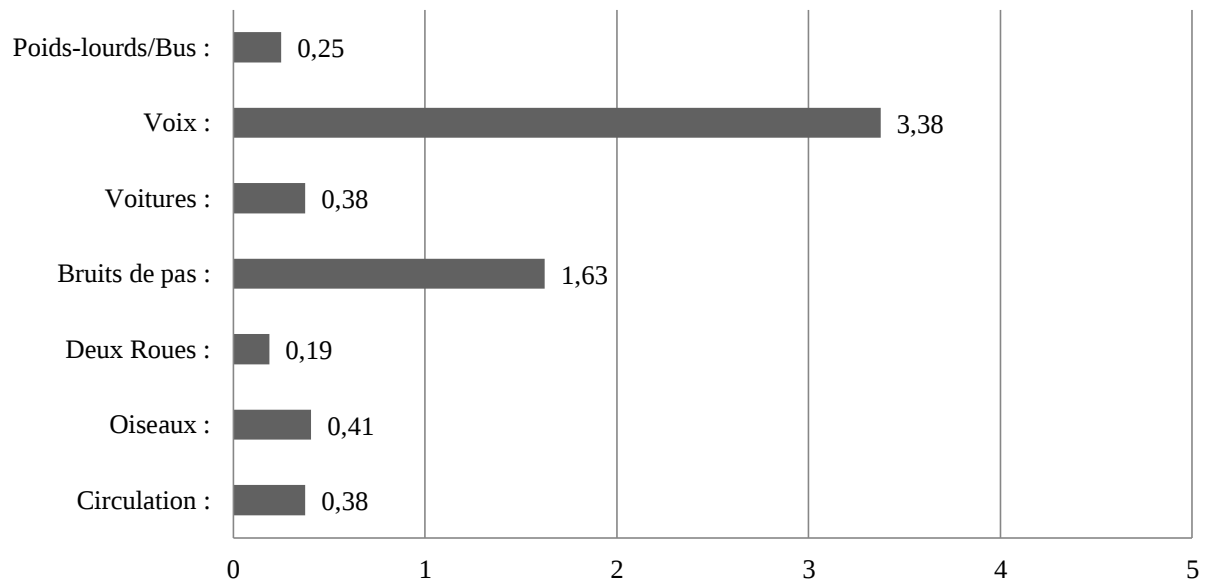
- ☐ Milieu professionnel      ☐ Études      ☐ Temps libre

## ANNEXE N°6 : RESULTATS DES REPRESENTATIVITES

### MOYENNES DES SYMBOLES POUR LA CARTE DETAIL







# TABLE DES MATIÈRES

---

|                                                                                               |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Avertissement .....</b>                                                                    | <b>4</b>  |
| <b>Formation par la recherche et projet de fin d'études : En Génie de l'Aménagement .....</b> | <b>5</b>  |
| <b>Remerciements .....</b>                                                                    | <b>6</b>  |
| <b>Glossaire.....</b>                                                                         | <b>8</b>  |
| <b>Contextualisation du projet .....</b>                                                      | <b>9</b>  |
| <b>Définition des Notions Clés .....</b>                                                      | <b>11</b> |
| <b>Introduction.....</b>                                                                      | <b>12</b> |
| 1. Le bruit en milieu urbain, première source de plainte en France: .....                     | 12        |
| 2. La cartographie, un moyen de lutter contre les nuisances sonores? .....                    | 13        |
| 3. Vers une cartographie efficace du bruit en milieu urbain :.....                            | 14        |
| <b>Présentation de l'objet d'étude .....</b>                                                  | <b>16</b> |
| 1. Le périmètre d'étude :.....                                                                | 16        |
| 2. Les prototypes cartographiques : .....                                                     | 17        |
| <b>Présentation du protocole opératoire.....</b>                                              | <b>21</b> |
| 1. L'enquête par questionnaire en temps réel .....                                            | 21        |
| 2. Composition du questionnaire .....                                                         | 21        |
| 3. Objectifs visés par le questionnaire .....                                                 | 22        |
| 4. L'échantillon enquêté.....                                                                 | 24        |
| <b>Résultats de l'enquête et Discussions .....</b>                                            | <b>27</b> |
| Résultats relatifs aux cartes d'ensemble .....                                                | 27        |
| <i>Compréhension générale :</i> .....                                                         | 27        |
| <i>Perception des cartes :</i> .....                                                          | 28        |
| <i>Choix retenus :</i> .....                                                                  | 29        |
| Résultats portant sur la carte détail :.....                                                  | 29        |
| <i>Perception des symboles :</i> .....                                                        | 29        |
| <i>Choix retenus :</i> .....                                                                  | 31        |
| <b>Conclusion et Perspectives .....</b>                                                       | <b>32</b> |
| <b>Bibliographie .....</b>                                                                    | <b>33</b> |
| <b>Annexes .....</b>                                                                          | <b>35</b> |

CITERES

UMR 6173  
Cités, Territoires,  
Environnement et  
Sociétés

Equipe IPA-PE  
Ingénierie du Projet  
d'Aménagement,  
Paysage,  
Environnement



35 allée Ferdinand de Lesseps  
BP 30553  
37205 TOURS cedex 3

Directeurs de recherche :  
**SERRHINI Kamal**  
**PALKA Gaëtan**

**DESMEDT Thomas**  
**Projet de Fin d'Etudes**  
**DA5**  
**2014-2015**

## **Cartographie du bruit : vers une cartographie efficace du bruit en milieu urbain**

### **Résumé :**

Parce que le bruit en milieu urbain est reconnu comme la première source de plaintes et d'atteinte à la qualité de vie en France, les récentes directives et textes de lois fixent un seuil limite d'exposition au bruit des populations et imposent aux agglomérations plus importantes d'établir des cartes de bruit stratégiques. Mais si ces dernières respectent les règles de sémiologie cartographiques, elles ne renseignent que sur le niveau sonore et ne sont compréhensibles que pour un type d'utilisateur expérimenté. De ce fait, leur efficacité est limitée par des informations qui laissent une majorité d'individus dans l'incompréhension sans prendre en compte leurs besoins ni leur perception.

Puisqu'une carte efficace se doit d'être adaptée au lecteur, des prototypes de cartes ont été produites dans le cadre du contrat de recherche Cart-ASUR en tentant d'introduire des paramètres sonores qualitatifs d'ordre perceptif prenant en compte un nombre accru de sources sonores. Ces informations sont censées, à l'inverse des précédentes cartes stratégiques, être comprises par un public élargi (car plus proche de leur ressenti). A partir de l'évaluation de ces prototypes cartographiques novateurs, nous nous sommes donc fixés l'objectif de répondre à la question suivante:

«Quels sont les besoins et préférences communs des utilisateurs en vue de la réalisation de cartes de bruit plus efficaces?»

Les résultats obtenus à l'aide d'un questionnaire ont pu mettre en exergue un certain nombre d'avancées déjà réalisées par rapport aux cartes stratégiques conventionnelles et ont mis en avant des tendances et des pistes d'améliorations vers l'établissement de cartes de bruit plus efficaces en milieu urbain. Celles-ci pourront potentiellement initier des plans d'action en Aménagement du Territoire contre la pollution sonore.

**Mots Clés : Agrément Sonore – Bruit – Cart-ASUR - Carte de bruit - Carte efficace - Carte stratégique - Environnement sonore - Niveau sonore - Paramètre qualitatif - Perception**